

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «МАРИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНСТИТУТ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК И ФАРМАЦИИ
МЕДИЦИНСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК И МЕДИЦИНЫ

Сборник статей
Всероссийской научной конференции

Выпуск 9

Йошкар-Ола
2020

ПЛЕНАРНЫЙ ДОКЛАД

**ЖУКОВА ЛЮДМИЛА АЛЕКСЕЕВНА
МИР ПРИНАДЛЕЖИТ ОПТИМИСТАМ...**

Воскресенская О.Л., Алябышева Е.А.
Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
voskres2006@rambler.ru

19 февраля 2020 года Марийский государственный университет отметил 85-летний юбилей доктора биологических наук, профессора кафедры экологии Людмилы Алексеевны Жуковой.



Жукова Людмила Алексеевна – почетный профессор МарГУ

Людмила Алексеевна - известный ученый, внесший весомый вклад в развитие фундаментальных и прикладных аспектов популяционной экологии растений. На протяжении многих лет Людмила Алексеевна все свои усилия положила на продолжение, разработку и усовершенствование идей своих учителей, крупнейших ученых, основоположников эколого-морфологического и популяционно-онтогенетического направлений в экологии растений - докторов биологических наук, профессоров Т.И. Серебряковой, А.А. Уранова, И.Г. Серебрякова и Т.А. Работнова.

Увлечение удивительным миром растений у Людмилы Алексеевны появились в раннем детстве с первыми ботаническими экскурсиями, проводимыми бабушкой и дедушкой. Научная деятельность Л.А. Жуковой началась в студенческие годы в Московском государственном педагогическом институте им. В.И. Ленина, где Людмила Алексеевна прошла путь от ассистента до профессора. «...А я хотела стать учителем-биологом, в этом видела свое призвание...». В МГПИ им. В.И. Ленина, Л.А. Жукова читала курсы лекций для студентов биолого-химического и биолого-географического факультетов по морфологии и анатомии растений, систематике низших и высших растений, географии растений, фитоценологии, популяционной экологии и др., а также лекции для преподавателей пединститутов СССР на ФПК при кафедре ботаники. Ее лекции отличались высоким профессионализмом, логической завершенностью и четкостью изложения материала.

В 1989 г. ректор Марийского государственного университета профессор В.П. Ившин пригласил Л.А. Жукову заведовать кафедрой ботаники, экологии и физиологии растений. В 1990 году Людмила Алексеевна переехала в г. Йошкар-Олу. «...Мне хотелось создать новый центр для популяционно-онтогенетического направления, продолжить дело моих учителей...».

С первых дней приезда, реорганизуя кафедру, она всегда исходила из интересов дела - науки и образования, всегда находила подходы к людям, принимала участие в жизни сотрудников и студентов, никогда не ограничивалась работой на кафедре и в университете, принимая активное участие в жизни новой для нее земли - Марий Эл.

Людмила Алексеевна в течение 9 лет (с 1990 по 1999 гг.) успешно руководила кафедрой ботаники, экологии и физиологии растений и сумела превратить кафедру в Российский центр популяционно-онтогенетических исследований.

Людмила Алексеевна внедряла инновационные технологии в обучение студентов биолого-химического факультета, в частности, это рейтинговая система обучения студентов в курсах ботаники: систематика низших растений и грибов, систематика высших растений, анатомия и морфология, популяционная экология и др. Она стала организатором выставок научных и творческих работ студентов, развивающих их творческие инициативы и неформальные способы усвоения материала.

В сентябре 1991 г. при кафедре была открыта аспирантура по двум специальностям: «ботаника» и «экология». Большинство из окончивших аспирантуру и защитивших кандидатские диссертации стали сотрудниками кафедры экологии, а также ботаники, зоологии и других кафедр Марийского государственного университета. В 2001 году была открыта докторантура по данным специальностям. Под руководством Л.А. Жуковой были подготовлены и защищены 3 докторские (О.Л. Воскресенская*, Г.О. Османова*, Т.А. Полянская) и 21 кандидатские диссертационные работы (О.П. Ведерникова*, Н.В. Илюшечкина*, Ю.Г. Суетина*, Н.В. Ившин, Т.А. Полянская, Г.О. Османова*, Е.С. Закамская*, Е.А. Скочилова*, Е.А. Алябышева*, Н.В. Налимова, М.В. Бекмансуров*, Т.В. Иванова, Н.В. Турмухаметова*, Е.В. Акшешев, Ю.А. Дорогова*, Гаврилова М.Н.*, И.В. Шевцова, Забродин И.В.*, Зубкова Е.В. и др.) (* - преподаватели МарГУ).

Защиты проходили в диссертационных советах институтов РАН: Института биологии Коми НЦ (г. Сыктывкар), Центрального сибирский ботанический сад СО РАН (г. Новосибирск), Институт биологии растений и животных УрО РАН (г. Екатеринбург) и в Советах университетов: Казанского государственного университета, Московского педагогического государственного университета, Воронежского государственного университета и Марийского государственного технического университета.

За годы функционирования этой школы 25 научных работ сотрудников кафедры выиграли гранты, в том числе 1 международный - Tempus Tacis Programm «Interfaculty Environmental Studies» (1997), из них 15 работ осуществлялись под научным руководством Л.А. Жуковой.

Людмила Алексеевна является автором идеи и ответственным редактором периодического издания «Онтогенетический атлас лекарственных растений (с 1997 по 2013 гг. выпущено 7 томов этого периодического научного издания), которое используется ботаниками, экологами, ресурсоведами, сотрудниками особо охраняемых природных территорий, преподавателями, аспирантами, студентами и школьниками в классах с углубленным изучением биологии (Л.А. Жукова изучила онтогенез 43 видов луговых растений, а совместно с аспирантами и дипломниками – еще 27 видов лесных, опушечных и культивируемых растений).

По инициативе профессора Л.А. Жуковой на базе Марийского государственного университета был создан Популяционно-онтогенетический музей, который включен в Евразийскую ассоциацию университетских музеев. Музей включает 22 стенда с гербарными образцами и фотографиями онтогенетических состояний растений разных биоморф, гербарными материалами по морфологической поливариантности развития, плакатами, демонстрирующими онтогенетическую, пространственную структуру ценопопуляций, их динамику и т.д., который способствует интенсивному развитию популяционной экологии.

Л.А. Жукова была организатором научно-исследовательской лаборатории популяционной экологии растений НИЛ-1, которая занималась изучением онтогенеза и поливариантности развития растений разных жизненных форм, особенностей организации и гетерогенности популяций во времени и пространстве, биоразнообразия лекарственных растений и растительных сообществ в РМЭ.

«... С самого начала было ясно, что поднять уровень научных исследований и преподавания станет возможным, если наладить широкие контакты с университетами и академическими учреждениями...». Поэтому уже в 1991 г. была проведена 4-ая Урановскую конференция, в 1995 г. кафедра проводит совещание с заведующими кафедрами ботаники университетов, а в 1997 г. родилась новая традиция – Всероссийский популяционный семинар. Людмила Алексеевна является инициатором и организатором трех Всероссийских популяционных семинаров (1997, 2000, 2001) и двух Всероссийских конференций «Принципы и способы сохранения биоразнообразия» (2004, 2006).

Л.А. Жукова была членом Совета по защите докторских диссертаций ГБС РАН, диссертационных советов Казанского (Приволжского) федерального университета, Поволжского государственного технологического университета, членом экспертного совета Министерства экологии и рационального природопользования РМЭ, членом Ученого совета Марийского государственного университета и института медицины и естественных наук, председателем Марийского отделения Русского Ботанического общества, членом Московского отделения Русского Ботанического общества.

В 1994 г. по инициативе доц. О.Л. Воскресенской был создан Марийский центр экологического образования и воспитания школьников и студентов. Экологические лагеря на оз. Яльчик, организация городских и республиканских экологических олимпиад, подготовка школьников к Всероссийским олимпиа-

дам – это далеко не полный перечень направлений его деятельности. Первые годы Л.А. Жукова была научным руководителем этого центра.

Опираясь на обширный экспериментальный материал и опыт полевых исследований Л.А. Жукова разработала классификацию циклов воспроизведения растений и грибов (Общая биология, 1983), классификацию типов онтогенеза семенных растений (Онтогенез, 1985; Популяционная жизнь луговых растений, 1995), одна из первых классификаций нормальных ценопопуляций (автореферат, 1967; Биологические науки, 1967), которая была в дальнейшем усовершенствована А. А. Урановым и О.В. Смирновой (1969).

С целью количественной оценки самоподдержания ценопопуляций растений Людмилой Алексеевной были предложены индексы восстановления и замещения, формулы для экспресс-диагностики стабильности, скорости и специфической скорости развития ценопопуляций (1985, 1988, 1995), были разработаны методики построения обобщенной кривой сопряженности (Ценопопуляций растений, 1977), методология изучения пространственной структуры ценопопуляций растений (определение границы скопления особей, размеров минимальных фитогенных полей и мощности фитогенного поля) (Жукова, 2000; Жукова и др., 2006).

Сформулированная Людмилой Алексеевной концепция поливариантности онтогенеза растений в настоящее время нашла подтверждение в работах многих популяционных экологов. Тесные научные контакты и сотрудничество с коллективом лаборатории математического моделирования фитоценозов Пущинского биологического центра оказались плодотворными, были разработаны имитационные модели поливариантности темпов развития травянистых растений (Жукова, Комаров, 1990, 1991). Для количественной оценки самоподдержания ценопопуляций растений ею представлены формулы для экспресс-диагностики стабильности, скорости и специфической скорости развития ЦП (1995). В последние годы Л.А. Жукова занимается теоретическими обоснованиями поливариантности онтогенезов, популяционной жизни и взаимоотношений в разных царствах природы (Нотов, Жукова, 2013, 2015, 2016, 2017).

Созданная под руководством Л.А. Жуковой электронная база геоботанических описаний луговых и лесных фитоценозов используется для организации экологического мониторинга в национальном парке «Марий Чодра» и государственном заповеднике «Большая Кокшага». Людмиле Алексеевне принадлежит идея создания периодического издания «Биоразнообразия растений в экосистемах национального парка «Марий Чодра» и выпуск двух частей (2003, 2005).

Для использования диапазонных экологических шкал Л.А. Жуковой разработана методика расчета потенциальной и реализованной экологической валентности. Кроме того, для анализа экологических позиций ЦП растений разных жизненных форм ею предложено определять диапазоны каждого экологического фактора, что позволяет рассчитывать экологическую валентность, экологическую эффективность и толерантность видов с помощью диапазонных экологических шкал (2010). Л.А. Жукова сформулировала принципы выделения фракций стено-геми-мезо-гемиэври - и эвривалентных видов по каждому фактору и 5 групп стено-эврибионтных видов по совокупному воздействию нескольких факторов (Жукова и др., 2010).

Научная и педагогическая деятельность Л.А. Жуковой получила высокую оценку. Она была государственным научным стипендиатом РАН (1997-2000), Соросовским стипендиатом (1992-1993, 1998), награждена Почетной грамотой Министерства Просвещения СССР и ЦК профсоюзов работников Просвещения высшей школы и научных учреждений (1982), Почетной грамотой администрации г. Йошкар-Олы и Комитета экологии и природопользования (1995, 1997, 2006), Почетной грамотой Министерства экологии и природопользования РМЭ (1996), нагрудным знаком «Почетный работник высшего профессионального образования» (1999), Почетной грамотой МарГУ (2005), присуждены звания: «Заслуженный деятель науки Российской Федерации» (2003), «Почетный профессор МарГУ» (2005).

Высокий профессионализм, мудрость, талант, эрудиция, педагогичность, отзывчивость, доброжелательность, обаяние и удивительные душевные качества всегда служат образцом для подражания ее ученикам.

Глубокоуважаемая Людмила Алексеевна! Сердечно поздравляем Вас с Юбилеем и выражаем Вам свое уважение и искреннюю признательность! Искренне желаем Вам крепкого здоровья и дальнейших творческих успехов в научной и образовательной деятельности.

ОСНОВНЫЕ ТРУДЫ

Л.А. Жуковой

1. Восточно-европейские леса: история в голоцене и современность. Книга 1. М.: Наука, 2004. С. 256-270.
2. Жукова Л.А. Биол. флора Московской области. М.: МГУ, 1974. Т.1. С. 6-20; 1976. Т. 3. С. 62-75; 1980. Т.5. С. 46-57. 1983. Т.7. С. 188-209.
3. Жукова Л.А. Динамика ценопопуляций травянистых растений. Киев.: Наукова думка, 1987. С. 9-19.
4. Жукова Л.А. Жизненные формы в экологии и систематике растений. М.: Изд-во МГПИ им. В.И. Ленина, 1986. С. 104-114.
5. Жукова Л.А. Популяционная жизнь луговых растений. Йошкар-Ола, РИИК «Ланар», 1995. 225 с.

6. Жукова Л.А., Дорогова Ю.А., Турмухаметова Н.В. и др. Экологические шкалы и методы анализа экологического разнообразия растений: Мар. гос. ун-т. Йошкар-Ола, 2010. 368 с.
7. Жукова Людмила Алексеевна: биобиблиогр. указатель / Научная библиотека МарГУ; сост. Т. В. Архипова; ред. В. В. Изькин. Йошкар-Ола, 2006. 72 с.
8. Онтогенетический атлас лекарственных растений / Отв. ред. Л.А.Жукова. Йошкар-Ола, Т.1. 1997. 239 с.; Т.2. 2000. 267с.; Т.3. 2002. 279 с.; Т.4. 2004. 239 с; Т.5. 2007. 240 с. Т. 6. 2011. 336 с.; Т.7. 2013. 362 с.
9. Поливариантность развития организмов, популяций и сообществ: науч. издание. Йошкар-Ола, 2006. 326 с.
10. Популяционно-онтогенетическое направление в России и ближнем Зарубежье: справочное издание / отв. ред. Л. А. Жукова; сост.: Л. А. Жукова, Н. М. Державина, И. В. Шивцова. Тверь: Твер. гос. ун-т, 2018. 440 с.

ФАРМАЦИЯ

ВЛИЯНИЕ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР НА СОДЕРЖАНИЕ АНТОЦИАНОВ В ПЛОДАХ

Алябышева Ю.С.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
alyabyшева_1999@mail.ru

науч. рук-ль к.б.н., доц. Алябышева Е.А.

В настоящее время доказан терапевтический эффект антоцианов (200 мг антоцианов в сутки), они обладают антиканцергенным действием, уменьшают риск развития сердечно-сосудистых заболеваний, улучшают остроту зрения, а также проявляются антиоксидантную активность.

Антоцианы потенциальные колоранты для пищевой и медицинской промышленности благодаря высокой и разнообразной биологической активности этих соединений. На фоне растущей популярности лекарственных средств и БАД растительного происхождения перспективность антоцианов как объектов изучения не вызывает сомнения.

Антоцианы находятся в различных органах растения. Состав антоцианового комплекса для каждого растения индивидуален. Качественный состав, как правило, для растений одного и того же вида одинаков. Количественный состав антоцианов зависит от множества факторов [1-5, 7-8].

Объектами исследования были: арония черноплодная (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott, сем. *Rosaceae*), черника обыкновенная (*Vaccinium myrtillus* L., сем. *Ericaceae*), смородина черная (*Ribes nigrum* L., сем. *Grossulariaceae*).

Из литературных источников известно, что плоды аронии черноплодной содержат до 10% сахаров, а также яблочную и другие органические кислоты - 1,3%; пектиновые вещества - 0,75%; дубильные вещества - 0,6%, аскорбиновую кислоту (витамин Q -15 мг/%, цитрин (витамин P) - 2000 мг/%, каротин - 2 мг/%, рибофлавин - 0,13 мг/%, фолиевую кислоту - 0,1 мг/%, никотиновую кислоту (витамин PP) - 0,5 мг/%, витамин E, токоферолы - 1,5 мг/%, филлохинон - 0,8 мг/%, пиродоксин - 0,06 мг/%, ниацин - 0,3 мг/%, тиамин - 0,01 мг/%, а также амигдалин, кумарины, рутин, кверцетин, кверцитрин, гесперидин, катехины, цианидин и его гликозиды, сорбит, антоцианы, флавоноиды и другие соединения. Из макро- и микроэлементов особо выделяются железо -1,2 мг на 100 г мякоти, марганец - 0,5 мг, йод - 5-8 мкг на 100 г, а также соли молибдена, бора, марганца, меди.

Лечебное действие препаратов черники обыкновенной обусловлено комплексом биологически активных веществ, среди которых ведущей группой рассматриваются конденсированные дубильные вещества (галлокатехин, эпикатехин, эпигаллокатехин (до 12%). В плодах содержится более 14 антоцианов и их производных (от 300 до 700 мг%): 3-О-арабинозиды, 3-О-глюкозиды, 3-О-галактозиды, цианидин, дельфинидин, петунидин, пеонидин, мальвидин, иданин, миртиллин, пеонидин. Также обнаружены другие флавоноиды (рутин, гиперин, гиперозид, кверцетин, авикулярин, кверцитрин, изокверцитрин, кемпферол и др.), сахара (глюкоза, фруктоза, сахароза) (5-20%); органические кислоты (лимонная, щавелевая, яблочная, янтарная, хинная, молочная (5- 7%), витамины: аскорбиновая кислота (до 6 мг%), В₂ (до 0,04 мг%), каротин (до 1,6 мг%), каротиноиды (лютеин, зеаксантин), фенолы и их производные (гидрохинон, асперулозид, монотрепозид), фенолкарбоновые кислоты (кофейная, хлорогеновая, галловая, коричная, феруловая и др.), стероиды (β -ситостерин, кампестерин и др.), иридоиды (монотрепозид, асперулозид), жирные кислоты, пектиновые вещества, макро и микроэлементы (накапливает марганец, медь, хром, железо). В листьях присутствуют аналогичные плодам вещества, но значительно больше содержится С (до 250 мг%), также много конденсированных дубильных веществ (7-20%), содержатся гликозиды неомиртиллин (до 2%) и миртиллин (до 1%), имеются и другие фенольные соединения - арбутин, метиларбутин (1-2%), тритерпеновые сапонины (урсуловая и олеановая кислоты, β -амирин), алкалоиды (миртин), алифатические углеводороды.

Ягоды смородины содержат витамин С - до 400 мг/%, В - 0,06 мг/%, Р-1,2 -1,5%, каротин - 0,7 мг/%, различные сахара - от 4,5 до 16,8% (в основном глюкозу, фруктозу), органические кислоты - 2,5-4,5% (лимонная, яблочная), белки - 1%, пектиновые вещества - 0,2-0,8%, дубильные - 0,39-0,43%, антоциановые вещества (цианидин, дельфинидин) и гликозиды, эфирные масла. Минеральный состав ягод (в мг%): натрий - 32, калий - 372, кальций - 36, магний - 35, фосфор - 33, железо - 1,3. Плоды также накапливают селен, медь и цинк. Содержание аскорбиновой кислоты в других частях растения также очень высокое: в листьях (после сбора ягод) - до 470 мг/%, в почках - до 175 мг/%, в бутонах до 450 мг/%, в цветках до 270 мг/%. Листья содержат дубильные вещества, эфирное масло, рутин и другие флавоноиды, ситостерин, пентозаны, органические кислоты, витамин С, фермент эмульсин, минеральные соли. Накапливают цинк,

молибден и селен [7].

Цель работы – оценка содержания антоцианов в плодах трех видов цветковых растений.

Количественное определение суммы антоцианов в плодах проводили по методике, приведенной в Государственной фармакопее (ФС.2.5.0002.15). Содержание суммы антоцианов в пересчете на цианидин-3-О-глюкозид в абсолютно сухом сырье в процентах (X) вычисляли по формуле: $X = A * 30 * 25 * 100 / A^{1\%}_{1\text{см}} * a * 1 * (100 - W)$, где A – оптическая плотность раствора; a – навеска сырья, г; $A^{1\%}_{1\text{см}}$ – удельный показатель поглощения цианидин-3-О-глюкозида при длине волны 534 нм, равный 100; W – влажность сырья, %.

Как показали результаты наших исследований, в свежесобранных плодах аронии черноплодной содержание антоцианов составило: $4,35 \pm 0,22$ %, смородины черной – $3,73 \pm 0,13$ %, черники обыкновенной – $2,95 \pm 0,14$ %.

Таким образом, по содержанию антоцианов на первом месте были плоды аронии черноплодной, на втором – смородины черной и на третьем – черники обыкновенной. Сходные данные были получены Г. А. Хомич, Л. В. Капрельянц, Л. А. Осипова [9].

В дальнейшем плоды исследованных растений мы помещали в холодильник и хранили их в течение 60 дней при температуре -6°C .

В ходе работы было отмечено, что после 2 месяцев хранения в холодильнике содержание антоцианов в плодах снижалось: у аронии черноплодной на 20%, смородины черной на 16%, черники обыкновенной на 10%.

Результаты наших исследований согласуются с ранее полученными данными Е. В. Красниковой, В. И. Филипповым, М. И. Кременевской [6], ими было зафиксировано снижение содержания антоцианов в ягодах аронии черноплодной после двух месяцев хранения. Наибольшее снижение антоцианов (практически в два раза) наблюдалось в кожце после 3-4 месяцев хранения ягоды, и это было связано с резким снижением содержания органических кислот.

Замораживание относится к наиболее перспективным методам консервирования плодов, ягод, овощей. Следовательно, для получения концентрата красителя с высоким содержанием красящих веществ часть урожая ягод аронии черноплодной, смородины черной и черники обыкновенной следует хранить при низких положительных температурах не более 2-3 месяцев.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аббасова Т. Ю., Новрузов Э. Н., Мамедов Э. И. Антоцианы плодов некоторых видов *Crataegus* L. // Химия растительного сырья. 2012. № 3. С. 177–180.
2. Брежнева Т. А., Логвинова Е. Е., Сливкин А. И., Тарабрина В. И. Спектральные характеристики антоциановых соединений плодов рябины черноплодной // Вестник ВГУ. Серия: химия, биология, фармация. 2013. № 2. С. 169–172.
3. Бутенко Л. И., Подгорная Ж. В. Исследования антоцианового комплекса ягод, прошедших криобработку // Успехи современного естествознания. 2016. № 11. С. 14–17.
4. Журавлева Ю. А., Земцова М. Н. Исследование химического состава плодов черноплодной рябины, произрастающей в Приволжском регионе // Пищевая Промышленность. 2013. Т. 8. С. 20–21.
5. Колбас Н. Ю., Силва М. А., Молодов Э. И., Тэссэдр П. Л., Решетников В. Н. Антоцианы и антиоксидантная активность плодов некоторых представителей рода *Rubus* // Весці нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. 2012. № 1. С. 5–10.
6. Красникова Б. В., Филиппов В. И., Кременевская М. И. Совершенствование технологии получения пищевого красителя из ягод аронии. // Пищевые ингредиенты, сырье и добавки. 2002. № 1. С. 24–26.
7. Куркин В. А., Рязанова Г. К. Определение антоцианов в плодах черники обыкновенной // Фармацевтическая химия и фармакогнозия. 2012. № 2. С. 10–13.
8. Масленников П. В., Чупахина Г. Н., Скрыпник Л. Н., Федурев П. В. Содержание антоциановых и каротиноидных пигментов в лекарственных растениях // Вестник Московского государственного областного университета. 2013. № 1. С. 1–14.
9. Хомич Г. А., Капрельянц Л. В., Осипова Л. А. Экстракты из вторичных продуктов переработки плодово-ягодного дикорастущего сырья // Научни трудове на УХТ «Хранителна наука, техника и технологии». Т. LIX. 2012. С. 184–188.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА ASTERACEAE ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ СТАФИЛОКОККОВОЙ ИНФЕКЦИИ

Бабина Н.А., Юсупов Р.М.

ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет»,

г. Йошкар-Ола, ул. Осипенко, 62.

renat.yusupov.99@mail.ru

Научн. рук-ль: Закамская Е.С., канд. биол. наук, доц.

Одним из распространённых возбудителей широкого спектра инфекционных заболеваний является золотистый стафилококк (*Staphylococcus aureus* Rosenbach), условно-патогенный микроорганизм [1], встречающийся у 50% населения [2]. Он входит в состав естественной микрофлоры слизистых полостей организма, но при ослаблении иммунитета вызывает патологические процессы, обусловленные токсинами, ферментами плазмокоагулазой и коллагеназой. На ряду с этим данный микроорганизм трудно выявить и назначить соответствующее лечение вследствие схожести симптомов с другими гнойно-

воспалительными заболеваниями [3].

Staphylococcus aureus быстро формирует резистентность к антибиотикам, что усложняет борьбу с ним. Устойчивость к семейству бета-лактамовых антибиотиков является одной из бактериологических проблем, т.к. возникают трудности лечения таких инфекций. Из-за повышенной устойчивости *St. aureus* необходимы новые стратегии для борьбы с этим патогеном. Поэтому перед фармацевтической индустрией возникает проблема создания эффективного средства против этого микроорганизма с минимальными побочными и токсическими действиями [4].

Одним из таких подходов является использование лекарственных растений, которое привлекло многих исследователей в последнее десятилетие. Несколько исследований были проведены или разрабатываются с использованием различных трав, для того, чтобы найти активные ингредиенты для борьбы с этим видом бактерий [5-8]. В традиционной и народной медицине растения семейства *Asteraceae*, в основном, рекомендуются их использовать как желчегонное, мочегонное, повышающее аппетит, противоглистное средство за счёт содержания в них флавоноидов и горечей. Однако многие бактерии, в частности стафилококк, чувствительны к препаратам, изготовленных из сложноцветных, благодаря наличию в них сесквитерпеновых лактонов, фенольных кислот, терпеноидов. Например, экстракт дурнишника обыкновенного (*Xanthium strumarium* L.) показал значительное влияние на MSSA (25 мм) и MRSA (20 мм), которые оказали большее влияние на MSSA. Антибактериальная активность этого растения может быть обусловлена присутствием фенольных кислот, флавоноидов, дубильных веществ и терпеноидов в метанольных экстрактах. Антибактериальную активность против бактерий с множественной лекарственной устойчивостью (MDR), включая MRSA оказывает этанольный экстракт корня *Saussurea lappa* (Decne.) Sch. Bip. Различные экстракты растения крестовника эруколистного (*Senecio tenuifolius* L.) были оценены на MRSA и MSSA. Результаты показали, что метанольный экстракт этого растения значительно уменьшал рост этих бактерий. Была показана эффективность *S. tenuifolius* при лечении кожных инфекций. [9].

Российскими исследователями была показана антимикробная активность, в частности против *St. aureus*, включая MRSA, календулы лекарственной (*Calendula officinalis* L.), одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* Wigg.), бессмертника песчаного (*Helichrysum arenarium* (L.) Moench.), ромашки аптечной (*Chamomilla recutita* L.) [5-8]. В цветках календулы лекарственной содержатся каротиноиды, тритерпеновые гликозиды, слизистые и горькие вещества, смолы, органические кислоты (яблочная, пентадециловая, салициловая), аскорбиновая кислота. Соцветия бессмертника песчаного содержат эфирное масло, флавоноидные гликозиды (салипурпурозид, кемпферол и изосалипурпурозид), флавоноиды (нарингенин, апигенин), фталиды, ВМС спирты, стероидные соединения, эфирное масло, инозит, дубильные вещества, жирные кислоты. Корни одуванчика лекарственного содержат тритерпеновые соединения, стерины, холин, воск, смолы, никотиновая кислота, жирное масло, органические кислоты (олеаноловая, линолевая, пальмитиновая и др.), а также - горькое вещество лактукопикрин, разлагающееся на п-оксифенилуксусную кислоту и сесквитерпеновый лактон лактуцин. В химический состав цветков ромашки аптечной входят: эфирное масло, основным компонентом которого является хамозулен, другие сесквитерпеноиды, а также флавоноиды, кумарины, ситостерин, холин, каротин, витамин С, изовалериановую кислоту и др. органические вещества и полисахариды [10, 11].

Мы проанализировали химический состав растений, используемых в работах по изучению их противостафилококковой активности и выделили общие присутствующие в них биологические активные вещества. Это, прежде всего, терпеноиды, а также различные флавоноиды, гликозиды, фитостерины, сапонины, фенольные кислоты. Эти соединения в каждом исследуемом растении содержатся в разных количествах и соотношениях. Однако, как показали исследования, именно они определяют бактерицидность в отношении стафилококка.

Мы рассмотрели несколько представителей семейства *Asteraceae* (тысячелистник обыкновенный – *Achilea millefolium* L., пижму обыкновенную – *Tanacetum vulgare* L., полынь горькую – *Artemisium absinthium* L., золотарник обыкновенный – *Solidago virgaurea* L., девясил высокий – *Inula helenium* L.), произрастающих на территории Республики Марий Эл. Каждое из этих растений содержит в том или ином количестве биологически активные вещества, которые определяют их противомикробные свойства. Трава тысячелистника обыкновенного содержит эфирное масло, в состав которого входят сесквитерпеноиды (ахиллин, проазулен), монотерпеноиды (камфора, туйол, цинеол), а также флавоноиды, флавановые гликозиды (апигенин и люеолин), дубильные вещества. [12] Трава полыни горькой содержит до 2% эфирного масла, составными частями которого являются туйон, фелландрен, пинен, хамазуленоген; горькие гликозиды абсинтини и анабсинтин, расщепляющиеся до лактонов азуленового характера, органические кислоты (яблочная, салициловая), дубильные вещества, флавоноиды. [13] В траве золотарника обыкновенного содержатся флавоноиды (кверцетин, изораментин), кумарины, сапонины, тритерпеновые соединения, оксикоричные кислоты, дитерпены. [14] Корневища и корни девясила высокого содержат эфирное масло, состоящее из смеси сесквитерпеновых лактонов, сапонины, 20–40% инулина и др. полисахаридов, витамин Е, камедь, смолу, а также незначительное количество алкалоидов. [15]. В цветочных корзинках пиж-

мы обыкновенной содержится гликозид самбунигрин; алкалоид самбуцин; эфирное масло, главными компонентами которого являются бициклические терпеновые кетоны туйоны, флавоноиды; органические кислоты: хлорогеновая, кофейная, валериановая, яблочная и уксусная; витамины С и Е, дубильные и горькие вещества. [16]

Таким образом, целый ряд растений семейства Астровые, которые произрастают и широко распространены на территории республики Марий Эл имеют в своем составе биологически активные вещества, оказывающее бактерицидное действие на *Staphylococcus aureus*.

ЛИТЕРАТУРА

1. Carrel M., Schweizer M. L., Sarrazin M. V., Smith T. C., Perencevich E. N. Residential proximity to large numbers of swine in feeding operations is associated with increased risk of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* colonization at time of hospital admission in rural Iowa veterans // *Infect. Control Hosp. Epidemiol.* 2014. Vol. 35, № 2. P. 190-193.
2. Поздеев О.К. Грамположительные кокки // *Медицинская микробиология*. – Москва, 2002 С. 281-299.
3. *Медицинская микробиология, вирусология, иммунология: Учебник* // Л.Б. Борисов - М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2005. 736 с.
4. Науменко З. С., Розова Л. В. Устойчивость *Staphylococcus aureus* к антибактериальным препаратам // *Гений ортопедии*. 2007. №2. С. 36-38
5. Афанасьева П. В., Куркина А. В., Куркин В. А., Лямин А. В., Жестков А. В. Определение антимикробной активности извлечений цветков календулы лекарственной // *Фармация и фармакология*. 2016. Т. 4, № 2 (15). С. 60 - 70.
6. Комарова Е. Э., Пластун В. О., Райкова С. В., Дурнова Н. А. Изучение антимикробной активности водного раствора спиртового экстракта травы одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* Wigg.) // *Бюл. Бот. сада Саратов. гос. ун-та*. 2015. №13. С. 68 - 74.
7. Скворцова В. В., Наволокин Н. А., Полуконова Н. В., Манаенкова Е. В., Панкратова Л. Э., Курчатова М. А., Маслякова Г. Н., Дурнова Н. А. Противотуберкулезная активность экстракта бессмертника песчаного (*Helichrysum arenarium*) in vitro // *Экспериментальная и клиническая фармакология*. 2015. Т. 78, № 2. С. 30 - 33.
8. Шереметьева А.С., Дурнова Н.А., Райкова С.В. Сравнительный анализ антимикробной активности настоев календулы лекарственной (*Calendula officinalis* L.) и ромашки аптечной (*Chamomilla recutita* L.) // *Бюл. Бот. сада СГУ*. 2017. №3. С. 41-49
9. Askarinia Marzieh et al. A review on medicinal plant extracts and their active ingredients against methicillin-resistant and methicillin-sensitive *Staphylococcus aureus*. // *Journal of Herbmед Pharmacology*. 2019. N 8. P. 173-184. Doi: 10.15171/jhp.2019.27.
10. С.Я. Соколов // *Фитотерапия и фитотерапевтика: руководство для врачей* - М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2000. 976 с.
11. Е.И. Курочкин // *Лекарственные растения – Самара: «Самарский Дом печати»*, 1994, 448 с.
12. Kristina Bimbirite-Survilienė, Ona Ragazinskiene, Audrus Marushka // *Comparison of the chemical composition of four yarrow (*Achillea millefolium* L.) morphotypes* - *Biologija* 54(3) · January 2008
13. Chemical Composition and Antioxidant and Antimicrobial Activities of Wormwood (*Artemisia absinthium* L.) Essential Oils and Phenolics // Kamel Msaada, Olfa Bachrouh - *Journal of Chemistry: Copuright* 2015 – 12 с.
14. Chemical characteristics of European goldenrod (*Solidago virgaurea* L. subsp. *virgaurea*) from natural sites in central and eastern Poland // Wiesáawa Rosaon, Ewa Osieska, Katarzyna Mazur, Anna Geszprych - *Warsaw University of Life Sciences: Hortorum Cultus* 13(1) 2014, 55-65
15. Chemical constituents and pharmacological properties of *Radix Inulae* // Y. Huo, H. M. Shi, M. Y. Wang, X. B. Li - *Shanghai Jiao Tong University, Shanghai*, 2018
16. Essential Oil of *Tanacetum vulgare* L. of Canadian Origin // Guy Collin, Michel Gardon – Canada, 1993 – 5 с

КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ АРБУТИНА В ЛИСТЯХ *Vaccinium vitis-idaea* (L.)

Бердникова Х.И.¹, Шакиров М. И.¹, Закамская Е. С.¹, Колюхова О.М.²

¹ – Марийский государственный университет, Йошкар-Ола

² – Поволжский государственный технологический университет, Йошкар-Ола
hrisberdd@yandex.ru, russikoff2015@yandex.ru, zakamskay@mail.ru

На сегодняшний день люди все чаще используют лекарственное растительное сырье (ЛРС) в качестве профилактики и лечения некоторых заболеваний. Это особенно распространено в регионах, отдаленных от Центральной части России. По статистике в нашей стране 4,48 % людей страдают заболеваниями мочеполовой системы [1]. По количеству больных одно из первых мест в мире, по сравнению с другими уронефрологическими заболеваниями, занимает мочекаменная болезнь. В России этот показатель равен 34,2 % [1]. Частота рецидивов после удаления камней продолжает оставаться высокой, поэтому одним из осиночных звеньев профилактики камнеобразования на этапе амбулаторного лечения является фитотерапия [2]. Растительные препараты оказывают мягкое и эффективное лекарственное воздействие с минимальным количеством побочных реакций. Для лечения и профилактики мочеполовых заболеваний используются арбутинсодержащие лекарственные растения. Одним из наиболее часто используемых растений является брусника обыкновенная.

Цель исследования – сравнение методов количественного определения гликозида арбутина.

Объектом нашего исследования стала брусника обыкновенная (*Vaccinium vitis-idaea* (L.)) семейства Вересковые – *Ericaceae*. *V. vitis-idaea* произрастает в основном в сосновых и смешанных лесах, на известняковых и бедных почвах. Распространено это растение по всей европейской части России. В химический состав листьев входят гликозид арбутин, ликопин, гидрохинон, вакцинин; хинная, урсоловая, винная, эллаговая кислоты; танин, гиперозид, фенольный гликозид, меланпсорид, салидрозид, дубильные вещества,

аскорбиновая кислота, флавоноиды (авикулярин, кемпферол, идеинхлорид) [3]. Отвар листьев (1:10) оказывает противомикробное, противовоспалительное, диуретическое, вяжущее, желчегонное и деминерализующее действие, а так же повышает эффективность антибиотиков, стимулирует фагоцитоз и регулируют азотистый обмен.

Материалом для исследования послужили листья образцов *V. vitis-idaea*, собранные в фазе бутонизации. Сбор производили в смешанном сосново-березовом лесу в районе поселка Сурок, Республика Марий Эл. Сырье сушили в специально оборудованных сушилках с искусственным обогревом, при температуре 35 – 40°C. После высушивания провели первичную обработку сырья и удалили отмершие бурые и почерневшие листья, стебли, затем упаковали в бумажные мешки и хранили в сухом месте.

При предварительном фитохимическом изучении листьев было установлено, что одним из основных фенольных соединений является фенолгликозид арбутин. Известно, что арбутин обладает не только мочегонным, но и противовоспалительным, антиоксидантным, антимикробным свойствами, что дает ему преимущества перед синтетическими диуретиками. Общепринятым является мнение, что в организме арбутин гидролизуется до гидрохинона, который собственно и определяет фармакологические эффекты арбутинсодержащих растений [4].

В качестве исследуемых растворов использовались водные вытяжки, приготовленные в соответствии с Государственной фармакопеей (ГФ) XI изд. [5].

Количественное определение проводилось двумя методами: метод йодометрического титрования гидрохинона, полученного после извлечения и гидролиза арбутина [5], и методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) [6].

Водную вытяжку титровали из микробюретки раствором йода (0,1 моль/л) при встряхивании до появления синего окрашивания, не исчезающего в течение 1 мин (индикатор - крахмал). Содержание арбутина в пересчете на абсолютно сухое сырье (X, %) вычисляют по формуле:

$$X = \frac{a \cdot 0,01361 \cdot 2 \cdot 100 \cdot 100}{b \cdot (100 - W)}$$

Где a - объем 0,1 н. раствора йода, израсходованный на титрование, в миллилитрах; b - навеска в граммах; W - влага в процентах.

Условия хроматографического анализа. Подвижная фаза смесь 1,8 % тетрагидрофурана и 98,2 % воды (объем.), содержащая 0,5 % (объем.) фосфорной кислоты. Для разделения веществ использовалась колонка Pecoshere, C18, 33x4.6 мм, 3 мкм (PerkinElmer). Длина волны детектирования 270 нм. Поток подвижной фазы 1 мл/мин. Объем пробы, вводимой в хроматограф для анализа – 20 мкл. Воду, используемую для приготовления растворителя, подвергали предварительной очистке в системе Millipore Simplicity [6]. Содержание арбутина в листьях Брусники обыкновенной (P, %) вычисляли по формуле:

$$P = \frac{(a + S_1 \cdot b) \cdot D \cdot 100}{m}$$

Где D – фактор разбавления, мл; S_1 - площадь пика на хроматограмме анализируемой пробы, мкВ·с; a и b коэффициенты, равные -6,03 и 63,74 соответственно.

В соответствии с ГФ XIV изд. содержание арбутина в листья брусники должно быть не менее 4,5% [7]. В настоящее время существует несколько методов количественного определения арбутина. В Государственной фармакопее XI изд. количественное определение содержания арбутина в листьях брусники рекомендовалось проводить методом окислительно-восстановительного титрования йодом. Согласно ГФ XIV изд. это вещество определяется спектрофотометрическим методом с хроматографической очисткой извлечения. В настоящее время существуют хроматографические методы количественного определения арбутина в сырье, в т.ч. и высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ) [8, 9]. Н.Г. Селезневый и С.В. Добинной хроматоспектрофотометрическим методом на сырье ОАО «Красногорсклексредства» было установлено, что содержание арбутина в листьях брусники находится в пределах от 12,04 до 12,92% [10]. По данным А.А Рознятовской и др. в сырье этого же производителя методом капиллярного электрофореза содержание арбутина составило 6,21±0,27 %. Мы в своей работе использовали йодометрию и ВЭЖХ. Оба метода требуют сложных процедур очистки анализируемого экстракта. Исследования показали, что количество этого фенолгликозида в листьях брусники методом йодометрического титрования составило 11,2±0,31%; методом ВЭЖХ – 8,4±0,17 %. Более высокие значения, полученные при титровании по сравнению с методом ВЭЖХ могут быть связаны с тем, что при титриметрии определяется не только арбутин, но комплекс близких по химическим свойствам соединений [11].

Таким образом, на основании литературных источников, а также наших данных, можно сделать вывод, что метод йодометрического титрования дает завышенные результаты по сравнению с ВЭЖХ, вероятно связанные с ошибками установления конечной точки титрования из-за ее субъективной оценки, а также с погрешностью из-за многоступенчатой процедурой пробоподготовки и очистки извлечения.

1. Федеральная служба государственной статистики. Здравоохранение URL: <https://www.gks.ru/folder/13721> (дата обращения: 15.03.2020).
2. Черепанова Е.В., Дзеранов Н.К. Метафилактика мочекаменной болезни в амбулаторных условиях. // Экспериментальная и клиническая урология. — 2010. — № 3. — С. 33—39.
3. Реестр лекарственных средств России. Брусники листья (*Vitis idaeae folia*) URL: https://www.rlsnet.ru/mnn_index_id_5247.htm (дата обращения: 15.03.2020).
4. Волобой Н.И. Связь фармакологической активности арбутина с его электронным строением. Барнаул – 2013. 145 с.
5. Государственная фармакопея СССР. 11-е изд.– М., 1989. Вып. 2. 400 с.
6. Сервис публикации документов. ПАТЕНТ РФ 2391408 URL: <https://docme.su/doc/2703447/patent-2391408> (дата обращения: 15.03.2020).
7. Государственная Фармакопея XIV издание / Том IV // Брусники обыкновенной листья (*Vaccinium vitis-idaea folia*) URL: <http://femb.ru/femb/pharmacopea.php> (дата обращения 15.03.2020)
8. Загузова Е.В., Степанова Т.А., Цимбалест Н.А. Определение содержания арбутина в противоопухолевом сборе на основе лекарственных растений Дальнего Востока // Химия растительного сырья. 2015. №2. С. 127-133.
9. Thongchai W, Liawruangrath B, Liawruangrath S. High-performance liquid chromatographic determination of arbutin in skin-whitening creams and medicinal plant extracts.// J Cosmet Sci.2007. Jan-Feb;58(1). P. 35-44.
10. Селезнев Н.Г., Добина С. В. Хроматоспектрофотометрический метод определения арбутина в листьях брусники // Наука молодых – Eruditio Juvenium. 2013. №1. С. 33-35
11. Рознятовская А.А., Сенченко С.П., Харахашян А.А. Разработка и валидация методики количественного определения арбутина в брусники листьях и толокнянки листьях методом капиллярного электрофореза // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6.; URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=16982> (дата обращения: 16.03.2020).

ПРИМЕНЕНИЕ СУХОГО ЭКСТРАКТА ЛЕСБОХОЛА ПРИ ГАСТРОПАТИИ

Бобоев М.М., Мамадалиев Ш.И.

Андижанский государственный медицинский институт, Андижан, Узбекистан
Ayubshoh@mail.ru

Актуальность темы: Гастропатии, язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки (ЯБЖДК), гиперацидные и стрессовые гастриты широко распространены среди трудоспособного населения всего земного шара, что объясняет большую медицинскую и социальную значимость проблемы (1). Актуальность проблемы заключается в том, что, несмотря на применение эффективных методов лечения ЯБЖДК, возникновение рецидивов отмечается в 60-100% случаев. Базисная фармакотерапия гастропатий включает следующие группы лекарственных средств: блокаторы рецепторов гистамина и протонной помпы, антациды, антихеликобактерные препараты, гастропротекторы [2].

В связи с тем, что фармакотерапия ЯБЖДК представляет немалые трудности, поиски более совершенных по механизму действия и клиническим результатам лекарственных средств (ЛС) могут быть плодотворны только с учетом накопленных сведений о патогенетических механизмах заболевания, а также долговременного опыта использования препаратов в клинике. Идеальным решением является создание ЛС с системным и местным гастропротекторным действием, а также повышение резистентности слизистой оболочки желудка (СОЖ) и двенадцатиперстной кишки (СОДК) может быть достигнуто за счет активации антиоксидантной системы, нормализации психосоматического компонента, достаточной обеспеченности организма нутриентными факторами [1, 2, 3]. Важная роль отводится регуляции работы трёх жизненно важных и взаимосвязанных систем: нервной, иммунной и эндокринной. Также в медицинской практике возникло новое направление в терапии язвенно-эрозивных поражений ЖКТ природными (флаваноиды, фекальные соединения) и синтетические (пробукол и др.) антиоксидантами, что обусловлено их позитивным влиянием на “оксидативный” стресс [1, 2].

Цель исследования: Изучение и оценка эффективности назначаемого сухого экстракта условно названного сухого экстракта “Лесбохол”, выделенного из лекарственных растений местной флоры, при экспериментальной язве желудка крыс, вызванной стрессом, бутадионом и индометацином, при введении внутрь.

Материалы и методы исследования: Все эксперименты с животными выполняли в соответствии с этическими принципами и нормативными документами. Для выявления специфической активности лесбохол нами были использованы различные модели язв желудка, такие как:

- 1) язва желудка, вызванная насильственной иммобилизацией

- 2) язва желудка, вызванная внутрибрюшинным введением индометацином
- 3) язва желудка, вызванная внутрибрюшинным введением бутадиона

Язвы желудка изучали на 18 белых беспородных крысах-самцах массой 160-200 г. Язвы желудка вызывали с помощью "чрезвычайного" раздражителя. Таким стрессирующим раздражителем явилась насильственная иммобилизация животных. Крыс, голодавших в течение 48 часов, привязывали за лапки на 24 часа к доске животом кверху. После такого воздействия в слизистой части желудка крыс возникали множественные кровоизлияния с точечными и линейными изъязвлениями [1,4].

Исследуемые препараты вводили непосредственно перед иммобилизацией при помощи зонда в желудок: Лесбохол в дозе 50 мг/кг и глицирам в дозе 75 мг/кг, а животные контрольной группы получали равный объем дистиллированной воды. После иммобилизации животных забивали, вскрывали и их желудки подвергались макроскопическому исследованию. При этом особое внимание уделяли описанию деструктивных поражений в слизистой желудка. Определяли количество язв, степень и площадь изъязвления.

Исследуемые вещества вводят однократно внутрижелудочно крысам, лишенным пищи за 16 ч до опыта (животных помещают в клетки с сетчатым полом без подстилки, чтобы исключить поедание мусора и экскрементов). Через 3 ч животных забивают, извлекают желудки, рассекают их по малой кривизне и промывают в изотоническом растворе натрия хлорида для удаления содержимого.

Результаты: Повреждающее влияние НПВП на слизистую оболочку желудочно-кишечного тракта (ЖКТ), называемое также ulcerогенным действием, является характерным для этой группы препаратов побочным эффектом, связанным, по современным представлениям, преимущественно с основным механизмом их действия - тормозящим влиянием на активность фермента циклооксигеназы (ЦОГ). При этом важно отметить, что данный эффект, в целом коррелирующий с силой противовоспалительного действия, отражает неизбирательность действия большинства существующих НПВП в отношении изоформ этого фермента - конститутивной (ЦОГ-1) и индуцируемой (ЦОГ-2). Именно подавление НПВП активности ЦОГ-1 и связанное с этим уменьшение катализируемого данным ферментом синтеза ПГ₂, простагландинов и тромбоксанов, являющихся физиологическими регуляторами микроциркуляции в слизистой оболочке ЖКТ, рассматривают как основной механизм, лежащий в основе ulcerогенного эффекта данной группы лекарственных средств. В связи с этим изучение ulcerогенного эффекта у потенциального НПВП дает возможность, с одной стороны, выявить наличие и выраженность этого потенциально неблагоприятного эффекта, а с другой - косвенно судить о влиянии изучаемого вещества на биосинтез ПГ [2,3].

Методом индометациновой язвы вызывается язвы в желудке крыс по методу *Р. У. Хабриева*. Исследуемые вещества вводят однократно внутрижелудочно крысам, лишенным пищи за 16 ч до опыта (животных помещают в клетки с сетчатым полом без подстилки, чтобы исключить поедание мусора и экскрементов). Через 3 ч животных забивают, извлекают желудки, рассекают их по малой кривизне и промывают в изотоническом растворе натрия хлорида для удаления содержимого. Оценку ulcerогенного эффекта проводят по 4-балльной шкале: 0 - отсутствие повреждений, 0,5 - гиперемия, 1 - единичные незначительные повреждения (1 или 2 точечных кровоизлияния); 2 - множественные повреждения (эрозии, точечные кровоизлияния); 3 - значительные и множественные повреждения слизистой оболочки (эрозии, кровоизлияния); 4 - грубые повреждения, охватывающие всю поверхность слизистой оболочки (массивные кровоизлияния, эрозии, перфорации) [2,4].

Для эксперимента отбираются крысы, которые делятся на 3 группы по 6 штук с массой тела по 160-200г. Первая контрольная группа из 6 крыс была оставлена без питания на 16 часов. За три часа до декапитации при расчете 60мг/кг массы тела, были введены дистиллированная вода и индометацин. Второй контрольной группе крыс также была оставлена без питания на 16 часов. За три часа до декапитации были введены перорально индометацин на 60мг/кг и 50мг лесбохол. Третьей группе испытываемых крыс также были оставлены на 16 часов голодания и за три часа до декапитации, было введено глицирама при расчете массы тела животных 75мг/кг и индометацина 60мг/кг.

Определяются количества язв в желудке и их площадь мм². Полученные результаты статически интерпретированы. После прекращения иммобилизации животных забивали и их желудки подвергали тщательному обследованию с регистрацией всех обнаруженных изменений. Полученные результаты были статистически обработаны по критериям Стьюдента.

В зависимости от формы язв мы разделили их на 4 группы это:

- Мелкие точечные язвы.
- Крупные язвы.
- Полосовидные язвы
- Общее число язв

В первой контрольной группе общее число язв составила 29,5±1,18 и из них 11,7±0,84 мелкие точечные язвы, 9,3±0,61 крупные язвы и 10,2±0,7 полосовидные язвы. В второй экспериментальной группе общее число язв составила 17,5±0,5 и из них 6,5±0,43 мелкие точечные язвы, 6,7±0,42 крупные язвы

и $4,4 \pm 0,5$ полосовидные язвы. В третьей сравнительной группе общее число язв составила $21,7 \pm 0,6$ и из них $7,8 \pm 0,56$ мелкие точечные язвы, $8,3 \pm 0,58$ крупные язвы и $5,6 \pm 0,43$ полосовидные язвы. Из этого следует что во второй группе принимавшего лесбохолло савнению с первой контрольной группой уменьшилась на 59,3%, а по сравнению с третьей группой уменьшилось на 30% .

Выводы:

1. Лесбохол предупреждает образование язв желудка, вызванных иммобилизационным стрессом.
2. Лесбохол значительно ускоряет заживление язв желудка, вызванных индометацина и бутадиона
3. Вследствие опыта доказана что заживление язв вызванных стрессом составляет 60 %. Это связано с содержанием Зизифора в составе лесбохола, который в свою очередь оказывает успокаивающее действие.
4. Исходя из вышеизложенного можно сказать, что, новый отечественный препарат лесбохол в экспериментальных условиях проявляет выраженное защитное действие на слизистую желудка.
5. Лесбохол в качестве потенциального высоко эффективного противоязвенного средства, представляет практический интерес и может быть рекомендована для профилактики и лечения язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Влияние 2-пенто-фтор-бутионил-3-кетометилового эфира 18-дегидро-глицеретовой кислоты на развитие рефлексорных язв желудка у крыс Мамаджанова М.А., Мустанов Т.Б., Якубова Л.К. и др. Ўзбекистон фармацевтик хабарномаси - 2013. - № 1.- С.39-42.
2. Исmoilов С.Р., Аллаберганов М.Ю., Мустанов Т.Б./ Экспериментал меъда яраларида янги маҳаллий бензкетозон препаратининг липидлар пероксидли оксидланиш жараёнлари ҳамда антиоксидант ферментлар фаоллиги таъсири Ўзбекистон тиббиёт журналы, 2015, № 6, Б. 157-160.
3. Клиника, диагностика и лечение заболеваний органов пищеварения у детей. Методическое пособие. Под ред. Л.Ф.Казначеевой. - Новосибирск, 2013. - 64с.
4. Рекомендации Российской Гастроэнтерологической Ассоциации по диагностике и лечению инфекции *Helicobacter pylori* у взрослых. Росс.журн. гастроэнтерол., гепатол., колопроктол. – 2012. - №1. – С.87-89.

ДУБИЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА В ЛИСТЬЯХ ИВАН-ЧАЯ УЗКОЛИСТНОГО

Макарова А. Р., Никитина Е. Э., Закамская Е. С.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола

ma.anastasiya11@yandex.ru

Травяные чаи на основе иван-чая узколистного (*Chamerion angustifolium* (L.) Holub.) пользуются у населения популярностью. Иван-чай узколистный широко используется в народной медицине. *Chamerion angustifolium* – длиннокорневищное многолетнее травянистое растение семейства кипрейные (*Onagraceae*). Произрастает почти на всей территории европейской части России, Сибири и Дальнего Востока, образуя значительные заросли на вырубках и гарях, [1]. Химический состав этого растения изучен достаточно подробно [2,3]. В надземных органах обнаружено наличие 61 химического элемента [4], широкий спектр биологически активных веществ: флавоноиды, дубильные вещества, органические кислоты, алкалоиды 0,1 %, 3–20 %, фенолкарбоновые кислоты (галловая кислота), тритерпены, кумарины, алкалоиды [5]. Богатый состав биологически активных соединений обуславливает фармакотерапевтическое действие иван-чая. Флавоноиды оказывают сосудотонизирующее, спазмолитическое действие, кумарины – болеутоляющее, жаропонижающее, сосудорасширяющее, антимикробное действие [6]. В токсикологических и химиотерапевтических экспериментах установлена противоопухолевая активность [7]. По мнению одного из основоположников отечественной фармакогнозии М.И. Варлакова за счет высокого содержания дубильных веществ иван-чай по противовоспалительному действию превосходит многие танниносодержащие растения [5]. Кроме того, содержание танинов влияет на органолептические качества, а именно цвет и аромат.[8]

Целью работы являлось определение содержания дубильных веществ в листьях иван-чая узколистного при разных способах подготовки к ферментации.

Листья *C. angustifolium* были собраны 15 июля в сухую солнечную погоду на опушке березняка в Медведевском районе Республики Марий Эл. Перед ферментацией проводили подготовку листьев иван-чая узколистного тремя способами: 1) измельчались при помощи бытовой мясорубки; 2) предварительно замораживались при температуре -18 С в течение суток, затем скручивались; 3) прессовались. Листья после подготовки помещались в стеклянную или керамическую емкость, выдерживались в течение 2 дней при комнатной температуре, затем резались и высушивались при температуре 80° С. За контроль брались листья без ферментации. Определение дубильных веществ в растительном сырье проводили титриметрическим методом в пересчете на танин [9]. Экстракцию проводили в течение 30 мин. при кипячении с обратным холодильником, экстрагент – подготовленная вода.

По данным И.В. Полежаевой [10] в неферментированных листьях иван-чая содержание дубильных веществ составляло 6,12-8,00 %. Автором было установлено, что данный показатель зависит от условий

произрастания. Есть сведения о влиянии на содержание танинов погодных условий, в солнечную погоду их количество в растениях увеличивается, в дождливую уменьшается [8]. В наших исследованиях максимальное количество этих соединений было в ферментированных листьях – $6,53 \pm 0,013$ %, минимальное содержание дубильных веществ – в измельченных ферментированных листьях ($5,37 \pm 0,012$ %). При заморозке и прессовании содержание танинов составило $5,73 \pm 0,011$ и $5,63 \pm 0,011$ % соответственно, разница статистически не значима (табл. 2).

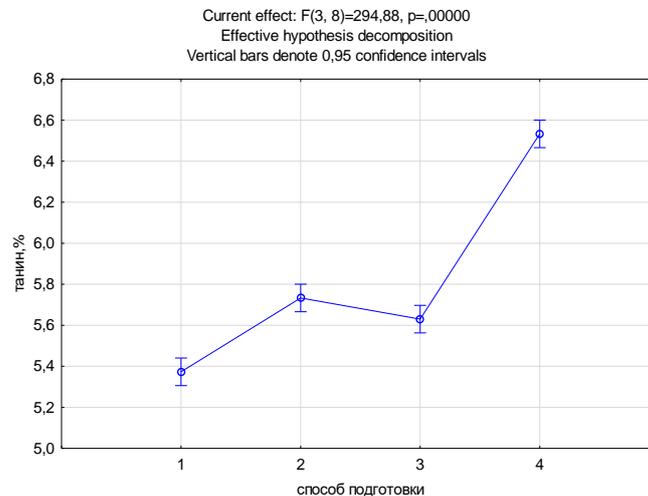


Рис. 1. Содержание танинов в листьях иван-чая узколистного.

Таблица 1

Зависимость содержания танинов в листьях иван-чая узколистного от способа подготовки к ферментации

	SS	Степени	MS	F	p
Св. член	406,1197	1	406,1197	159262,6	0,000001
Способ подготовки	2,2558	3	0,7519	294,9	0,000001
Ошибка	0,0204	8	0,0025		

Таблица 2

Множественные сравнения содержания танинов в листьях иван-чая узколистного

Scheffe test; variable танин,% (Spreadsheet1) Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,00255, df = 8,0000

	{1}	{2}	{3}	{4}
1		0,000192	0,001960	0,000001
2	0,000192		0,179445	0,000001
3	0,001960	0,179445		0,000001
4	0,000001	0,000001	0,000001	

Дисперсионный анализ показал зависимость содержания дубильных веществ от способа подготовки листьев иван-чая узколистного (рис. 1, табл. 1).

Таким образом, при изготовлении чайных напитков на основе *C. angustifolium* листья перед ферментацией следует замораживать или прессовать. Однако при заморозке настой получается более насыщенного цвета.

ЛИТЕРАТУРА

1. Минаева В.Г. Лекарственные растения Сибири. Новосибирск, 1991. 431 с.
2. Царёв В.Н., Базарнова Н.Г., Дубенский М.М. Кипрей узколистный (*Chamerion angustifolium* L.) химический состав, биологическая активность (обзор) // Химия растительного сырья. 2016. №4. С. 15-26.
3. Полежаева И.В., Полежаева Н.И., Меняйло Л.Н. Исследование минерального комплекса вегетативной части *Chamerion angustifolium* (L.) Holub // Химия растительного сырья. 2005. №4. С. 67-70.
4. Валов Р. И., Ханина М. А., Родин А. П. Элементный состав *Chamerion angustifolium* (L.) holub // Сибирское медицинское обозрение. 2010. №5. С. 44-47
5. Русский иван-чай / В.Ф. Корсун, В.К. Викторов, Е.В. Корсун, Е.А. Даньшин - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Русские, 2016. - 214 с.
6. Махов А.А. Зеленая аптека: Лекарственные растения Красноярского края. Красноярск, 1986. 352 с.
7. Корсун В.Ф., Корсун Е.В., Трескунов К.А. Об истории «ненаучности» фитотерапии в онкологии [Электронный ресурс] URL: <http://rep.bsmu.by/bitstream/handle/BSMU/11743/12.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (дата обращения: 15.03.2020).
8. Лёшина Э.А. Аспекты идентификации некоторых видов чая // Уч. Зап. СПб им. В.Б. Бобкова филиала РТА. 2007. №2 (28). С. 45-63
9. ОФС.1.5.3.0008.18 Определение содержания дубильных веществ в лекарственном растительном сырье и лекарственных

растительных препаратах [Электронный ресурс] // Государственная фармакопея РФ XIV изд. Т. 2. М.: 2018. С. 2365-2369 URL: http://resource.rucml.ru/feml/pharmacopia/14_2/HTML/555/index.html#zoom=z (дата обращения: 15.03.2020).

10. Полежаева И.В. Эколого-географические особенности накопления биологически активных веществ кипрея узколистного (*Chamerion angustifolium* (L.) Holub), произрастающего на территории Красноярского края: дисс. ... канд. биол. наук: 03.00.16 Красноярск, 2007 116 с.

СОДЕРЖАНИЕ ВИТАМИНОВ В ЛИСТЬЯХ РАСТЕНИЙ РОДА ЗЕМЛЯНИКА

Николаева Ю.М., Воскресенская О.Л.
Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
yuiya2511-1990@mail.ru

Витамины – это низкомолекулярные органические вещества разнообразной химической природы, необходимые для нормального функционирования организма. В жизнедеятельности растений витамины выполняют разнообразные функции: входят состав многих ферментов, участвуют в таких важных процессах как фотосинтез, дыхание, а также выполняют антиоксидантную функцию [3].

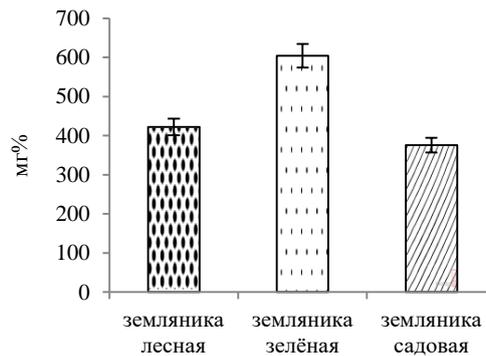
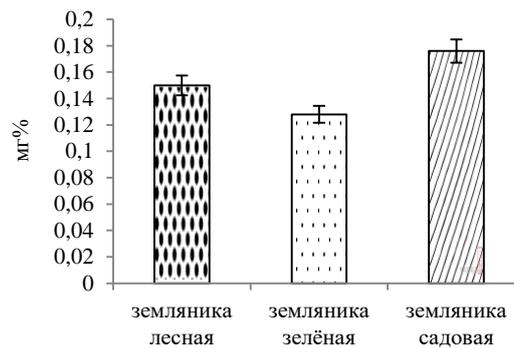
Одним из витаминов, выполняющих антиоксидантную функцию является витамин С или аскорбиновая кислота. Аскорбиновая кислота представляет собой белое кристаллическое вещество, обладающее хорошей растворимостью в воде. Этот витамин обладает способностью препятствовать развитию процессов свободнорадикального окисления, приводящих к негативным последствиям. Витамин С в ходит в систему защиты растений благодаря своей способности обратимо окисляться и восстанавливаться [2]. Аскорбиновая кислота взаимосвязана с другим витамином – рутином (витамин Р). Благодаря действию рутина больше усваивается организмом аскорбиновой кислоты и увеличивается продолжительность его действия [3].

Источниками витаминов для людей и животных, как правило, являются продукты растительного происхождения, так как именно в растениях они образуются. По содержанию витаминов и других биологически активных веществ представляет интерес род земляника (*Fragaria* L.). Самым распространенным представителем этого рода является земляника лесная (*Fragaria vesca* L.). Земляника лесная – многолетнее поликарпическое наземно-столонообразующее короткорневищное растение, высотой до 30см. Ценность земляники лесной представляют не только плоды, но и листья, которые используются в медицинских целях [2]. Настои и отвары листьев земляники лесной применяются при авитаминозе, простуде, гипертонии, заболеваниях кожи и т.д.[1]. Земляника зеленая (*Fragaria viridis* Weston) отличается от земляники лесной более короткими «усами», опушенными снизу овальными листьями, шаровидной формы плодами. Самая возделываемая в производственных масштабах, но при этом не встречающейся в диком виде ягодой является земляника садовая (*Fragaria ananassa*). Земляника садовая – это многолетнее травянистое растение с крупными тройчатыми листьями с разросшимся сочным цветоложем и мелкими плодами.

Целью исследования являлось изучения содержания аскорбиновой кислоты и рутина в листьях некоторых представителей рода земляника.

Сбор и анализ растительного материала проводили в мае 2019 года. Объектами исследования служили листья земляники лесной, земляники зелёной и земляники садовой сорта царица. Содержание аскорбиновой кислоты определяли титриметрическим методом, рутина с использованием перманганата калия с применением индикатора индигокармина [4]. Статистическую обработку полученных результатов проводили с помощью программы STATISTICA 6.0. Для комплексной оценки полученных результатов использовали однофакторный дисперсионный анализ. Достоверность различий обсуждалась при 5% уровне значимости.

Как показали результаты нашей работы, накопление аскорбиновой кислоты у представителей рода земляника имеет видовые особенности (рис. 1). В землянике зелёной наблюдалось наибольшее содержание витамина С и составляло 604,33 мг%. В листьях земляники лесной содержание аскорбиновой кислоты была несколько ниже (422,18 мг%). Наименьшим содержанием аскорбиновой кислоты характеризовались листья земляники садовой (375,51 мг%).

Рисунок 1 – Содержание аскорбиновой кислоты в листьях растений р. *Fragaria*Рисунок 2 – Содержание рутина в листьях растений р. *Fragaria*

Статистические значимые различия в содержании аскорбиновой кислоты в листьях обнаружены между земляникой зеленой и земляникой лесной, а так же между земляникой зеленой и земляникой садовой ($p < 0,05$). Разница по содержанию аскорбиновой кислоты в листьях земляники лесной и земляники садовой статистически не значима ($p > 0,05$).

При изучении содержания рутина наибольшее его количество наблюдалось в листьях земляники садовой и составляло 0,176 мг% (рис. 2). В листьях земляники лесной содержание рутина было ниже в 1,2 раза. Наименьшим содержанием рутина характеризовались листья земляники зелёной, где этот показатель был ниже в 1,4 раза. Статистически значимые различия наблюдались между земляникой садовой и земляникой зелёной ($p < 0,05$).

Таким образом, в результате проделанной работы было выявлено, что аскорбиновая кислота и рутин в листьях представителей рода *Fragaria* взаимодополняют друг друга. Под влиянием аскорбиновой кислоты усиливается биологическое действие рутина, и наоборот. Так в листьях земляники зелёной низкое содержание рутина компенсируется высоким содержанием аскорбиновой кислоты. А в землянике садовой аскорбиновой кислоты накапливается мало, но повышается содержание рутина. Земляника лесная отличается содержанием аскорбиновой кислоты и рутина на высоком уровне.

С учетом одновременного наличия витамина С и рутина в достаточном количественном соотношении, наиболее оптимальным источником витаминов может служить земляника лесная. Высокое содержание рутина и аскорбиновой кислоты и их взаимоусиливающее действие в землянике лесной дает наибольший биологический и лечебный эффект.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кьосев, П.А. Полный справочник лекарственных растений / П.А. Кьосев–М.: ЭКСМО, 2005. – 992 с.
2. Лукьянчук И.В., Е.В. Жбанова Биологически активный комплекс плодов земляники // Плодоводство. – Т. 29. – 2017. – С. 150-159.
3. Смирнова М.И. Витамины / Под ред. М.И. Смирнова. М.: Медицина. 1974. – 496с.
4. Шапиро Д.К. Практикум по биологической химии. Минск: Высш. шк., 1976. – 288 с.

ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТА С ГЕПАТОПРОТЕКТОРНОЙ АКТИВНОСТЬЮ «ГЕПАТОН» НА ВЫЖИВАЕМОСТЬ, МАССУ ТЕЛА, ПОТРЕБЛЕНИЕ КОРМА И ВОДЫ У ПОДОПЫТНЫХ ЖИВОТНЫХ

Пономарёв В.С., Андреева Н.Л., Королёва Е.С., Кострова А.В.

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины», Черниговская ул., 5

e-mail: Kostrova999as@gmail.com

В настоящее время болезни печени широко распространены и среди сельскохозяйственных животных, и среди мелких домашних животных, но диагностика данных патологий по-прежнему затруднена. Кроме того разные авторы предлагают различные схемы терапии. Перечисленные выше факторы в совокупности свидетельствуют о недостаточной изученности данной проблемы. [1]

Печень принимает активное участие в поддержании гомеостаза организма, что так необходимо для корректного протекания всех биохимических процессов и поддержания жизнедеятельности клеток, тканей, органов и их систем. Поступление токсических веществ различными путями в организм неизбежно сказывается на состоянии печени, поскольку именно этот орган обезвреживает больше половины экзогенных соединений, в том числе гепатотоксичных. Повреждение печени названными выше веществами приводит к нарушениям в работе данного органа и расстройству его многочисленных функций. При этом снижается активность систем, обеспечивающих неспецифическую резистентность и антиоксидантную защиту. На данный момент известно множество соединений с описанными гепатотоксичными свойствами, с которыми регулярно контактирует человек и животные даже в повседневной жизни. [1]

Именно из этого проистекает высокая необходимость в создании новых и усовершенствовании имеющихся гепатопротекторных средств, которые могли бы повысить устойчивость печени к неблагоприятным условиям внешней среды. Данные препараты, необходимые для лечения хронических заболеваний печени, должны быть доступными, и хорошо переноситься животными. Всем описанным выше требованиям соответствует лекарственный препарат «Гепатон».

При проведении описанных ниже доклинических испытаний препарата «Гепатон» нами были использованы лабораторные нелинейные крысы обоих полов, имевшие массу от 180 до 200г. Препарат вводился перорально. Одна доза составляла 0,5 мл/кг (рассчитанная терапевтическая доза для крысы). Максимальная доза составляла 10 мл/кг, ввести большую дозу технически невозможно. Частота введения – 1 раз в день ежедневно, на протяжении 180 дней. Нами были созданы 4 группы лабораторных животных: 1 группа содержала в себе 30 самцов и 30 самок; 2 группа — также 30 самцов и 30 самок – это интактные животные; 3 группа — 30 самцов и 30 самок – контрольная группа; 4 группа — 30 самцов, 30 самок. Общее количество животных — 240. Общая продолжительность наблюдения — 180 дней. [2]

В ходе эксперимента нами не наблюдалась гибель подопытных животных. Это свидетельствует о низкой способности препарата «Гепатон» к кумуляции и развитию привыкания. В течение 180 дней перорального однократного введения препарата было изучено его влияние на динамику массы тела белых крыс, потребление ими корма и воды. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1. Влияние введения внутрь препарата «Гепатон» на массу тела белых крыс (г, М ± m)

Сроки исследования (дни)	Экспериментальная группа и пол							
	Интактные		Контроль		0.5 мл/кг		10мл/кг	
	М	F	М	F	М	F	М	F
До начала исследования	144±2	143±1	152±2	139±1	152±2	139±2	135±2	143±1
7 день	154±3	152±2	156±2	155±3	148±3	167±2	155±2	150±2
30 день	191±3	185±3	182±4	169±2	207±2	201±2	172±3	175±3
60 день	201±4	189±2	188±3	174±3	216±3	196±3	180±4	182±4
90 день	225±5	209±4	206±4	211±3	216±5	211±2	231±3	190±4
120 день	239±4	223±4	222±3	218±4	238±4	214±3	235±4	230±4
150 день	254±3	239±3	257±4	238±3	234±4	236±5	240±4	231±5
180 день	258±4	240±3	253±3	241±3	245±3	255±5	236±5	231±5

По данным таблицы 1, вес животных, которые получали препарат, возрастал равномерно в течении всего срока проводимого исследования, в динамике, аналогичной весу животных контрольной группы. При этом не наблюдалось половых различий.

Для учета влияние приёма препарата на аппетит и жажду животных крысы в аналогичные временные сроки через 2 часа после введения препарата помещались в обменные клетки фирмы «Теснипласт Gazzada» на сутки. Результаты учетов при этом были занесены в таблицу 2, из данных которой видно, что животные всех групп (интактной, контрольной и опытных) потребляли корм с одинаковой интенсивностью в течение всего периода исследований, в том числе в восстановительный период. В данном опыте, как и в предыдущем половых различий или различий, связанных с задаваемой дозой, не наблюдалось. В течение экспериментов было отмечено, что у животных опытной группы несколько возрастало потребление воды, что отражено в таблице 3. Но не было отмечено существенной разницы в показателях между группой испытуемых животных и контрольной группой.

Таблица 2. Влияние введения внутрь препарата «Гепатон» на потребление корма белыми крысами

Сроки исследования (дни)	Экспериментальная группа и пол							
	Интактные		Контроль		0.5 мл/кг		10 мл/кг	
	М	F	М	F	М	F	М	F
До начала исследования	20.3±0.3	20.7±0.2	19.5±0.5	21.2±0.3	21.3±0.3	20.0±1.1	22.0±0.1	21.0±1.1
7 день	20.5±1.2	20.4±1.3	20.9±1.5	20.7±2.0	19.7±1.1	20.3±1.2	19.2±1.3	19.1±1.5
30 день	32.5±1.5	30.5±1.1	28.9±1.5	30.5±1.1	29.8±1.5	28.0±1.9	33.1±2.6	32.8±2.0
60 день	30.2±2.1	32.4±1.9	30.2±1.5	31.2±1.7	29.2±1.9	30.6±2.9	31.0±1.4	31.6±2.0
90 день	30.3±2.2	30.1±1.4	29.1±1.9	28.9±1.4	28.4±3.1	28.9±2.8	28.4±2.5	32.3±0.6
120 день	31.6±1.7	32.2±1.5	31.3±1.9	31.1±1.1	30.5±1.7	29.1±1.2	30.5±1.1	30.5±1.9
150 день	31.6±2.2	30.4±2.1	28.6±1.4	29.9±2.4	31.0±1.8	29.3±1.6	32.8±2.6	31.4±2.4
180 день	31.1±1.3	29.8±1.4	32.3±1.4	29.2±1.4	29.4±1.9	30.3±2.0	29.6±1.6	30.1±2.7

Таблица 3. Влияние введения внутрь препарата «Гепатон» на потребление воды белыми крысами (мл/сут, М ± m)

Сроки исследования (дни)	Экспериментальная группа и пол							
	Интактные		Контроль		0.5 мл/кг		10 мл/кг	
	М	F	М	F	М	F	М	F
До начала исследования	21±1	19±2	20±1	21±2	21±4	18±3	20±1	20±2
7 день	20±1	19±1	19±2	18±1	20±2	19±1	22±2	19±2
30 день	19±2	21±1	20±4	22±1	23±2	21±3	21±2	22±1
60 день	28±1	27±1	27±1	26±1	29±2	30±3	30±3	29±2
90 день	28±2	28±2	30±1	27±2	27±2	27±2	28±1	27±3
120 день	28±2	27±2	29±2	28±2	25±2	27±2	27±1	29±2
150 день	26±4	25±1	25±4	24±1	24±2	25±3	26±3	26±2
180 день	24±1	24±2	26±1	25±3	25±2	23±1	25±3	24±3

Таким образом, исходя из данных, представленных выше, мы делаем вывод о том, что препарат «Гепатон» при введении внутрь в разовой дозе и её превышениях не вызывает у крыс летального исхода. Кроме того, принятие животными препарата не оказывает влияния на динамику роста массы и интенсивность приёма корма. Среди лабораторных крыс контрольной группы было отмечено некоторое повышение потребления воды, которое, однако, не существенно отличалось от потребления воды контрольной группой животных.

Перечисленные выше факты свидетельствуют об успешном прохождении лекарственным препаратом «Гепатон» данного этапа доклинических испытаний.

ЛИТЕРАТУРА

1. Оценка клинического состояния животных и применение лекарственных препаратов при болезнях пищеварительного аппарата / А.В. Яшин, Г.В. Куляков, Г.Г. Щербаков, А.М. Луногов, В.А. Барышев, И.И. Калужный. – СПб.; Саратов, 2019. – 160 с.;
2. Приказ Министерства сельского хозяйства РФ N101 от 06.03.2018 «Об утверждении правил проведения доклинического исследования лекарственного средства для ветеринарного применения, клинического исследования лекарственного препарата для ветеринарного применения, исследования биоэквивалентности лекарственного препарата для ветеринарного применения.»;

ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТА «ГЕПАТОН» НА ПАРАМЕТРЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧЕК

Пономарёв В.С., Андреева Н.Л., Королёва Е.С., Кострова А.В.

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины», г. Санкт-Петербург, Черниговская ул., 5

e-mail: Kostrova999as@gmail.com

Печень является одним из основных органов, поддерживающих гомеостаз организма, в том числе она выполняет важную детоксикационную функцию, обезвреживая около двух третей поступающих из внешней среды токсических веществ, многие из которых имеют, в том числе, гепатотоксический эффект. В настоящее время заболевания печени встречаются всё чаще, хотя их диагностика и эффективное лечение до сих пор затруднены. Во многом, увеличение частоты развития поражений печени связано с неблагоприятными условиями среды, с которыми регулярно контактируют и люди, и сельскохозяйственные и мелкие домашние животные. Именно поэтому улучшение имеющихся и создание новых препаратов, обладающих гепатопротекторным эффектом, остаётся актуальной в настоящее время задачей. [1]

Одной из функций печени является выделительная. Таким образом, при поражении почек, то есть основного органа выделительной системы, печень, выполняя механизмы дружественной компенсации, берёт на себя часть их функций, что неизбежно приводит к истощению гепатоцитов и в дальнейшем

нарушению и других функций печени. Исходя из этих данных, гепатопротекторы не должны оказывать существенного негативного влияния на функцию почек.

Данная работа посвящена изучению влияния гепатопротектора «Гепатон» на выделительную функцию почек.

При проведении описанных ниже доклинических испытаний препарата «Гепатон» нами были использованы лабораторные нелинейные крысы обоих полов, имевшие массу от 180 до 200г. Препарат вводился перорально. Одна доза составляла 0,5 мл/кг (рассчитанная терапевтическая доза для крысы). Максимальная доза составляла 10 мл/кг, ввести большую дозу технически невозможно. Частота введения – 1 раз в день ежедневно, на протяжении 180 дней. Нами были созданы 4 группы лабораторных животных: 1 группа содержала в себе 30 самцов и 30 самок; 2 группа — также 30 самцов и 30 самок – это интактные животные; 3 группа — 30 самцов и 30 самок – контрольная группа; 4 группа — 30 самцов, 30 самок. Общее количество животных — 240. Общая продолжительность наблюдения — 180 дней.

Для изучения влияния исследуемого препарата на выделительную функцию почек нами использовалась проба с феноловым красным, которая подразумевает оценку секреторной активности извитых канальцев почек по количеству выведенной краски. Животным энтерально вводят воду из расчета 5 мл/100г живого веса, а затем проводят внутримышечную инъекцию 0,2 мл раствора красителя фенолрот. После манипуляций крыса помещается на 2 часа в обменную клетку, где проводятся измерения диуреза. 1 мл мочи переносят в мерную пробирку, добавляют 0.2 мл 10% р-ра КОН и доводят до объема 10 мл водой. Измеряют оптическую плотность полученного раствора при 540 нм. Концентрацию фенолового красного в моче определяют по калибровочной кривой. [2]

Анализ мочи и оценка функциональной активности почек по секреции фенолкрасного проведены в фоне и через 90 и 180 дней после начала введения препарата. Полученные данные представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1. Результаты анализа мочи у белых крыс при исследовании хронической токсичности препарата «Гепатон» ($M \pm m$)

Показатели	Экспериментальная группа и пол							
	Интактные		Контроль		0.5 мл/кг		10 мл/кг	
	M	F	M	F	M	F	M	F
1	2	3	4	5	6	7	8	9
До начала исследования								
рН	5.7±0.08	5.9±0.1	5.8±0.1	6.0±0.1	5.6±0.1	5.7±0.1	6.4±0.1	5.6±0.1
Удельный вес, г/мл	1.03±0.001	1.02±0.003	1.01±0.001	1.02±0.002	1.02±0.002	1.02±0.001	1.09±0.002	1.09±0.003
Глюкоза, г/мл	-	-	-	-	-	-	-	-
Билирубин	-	-	-	-	-	-	-	-
Кетоновые тела	-	-	-	-	-	-	-	-
Белок, г/л	2.9±0.1	3.0±0.1	3.1±0.1	3.1±0.1	2.9±0.2	3.0±0.3	3.1±0.1	3.1±0.1
Лейкоциты, кол-во в поле зрения	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1
Эритроциты, кол-во в поле зрения	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Цвет	От светло-желтого до желтого							
Прозрачность	В основном прозрачная							
90 дней								
рН	5.8±0.07	6.2±0.08	5.6±0.08	6.5±0.1	6.1±0.1	5.6±0.1	6.6±0.1	6.2±0.07
Удельный вес, г/мл	1.02±0.004	1.01±0.003	1.01±0.005	1.01±0.002	1.02±0.004	1.01±0.002	1.02±0.001	1.02±0.003
Глюкоза, г/мл	-	-	-	-	-	-	-	-
Билирубин	-	-	-	-	-	-	-	-
Кетоновые тела	-	-	-	-	-	-	-	-
Белок, г/л	3.1±0.1	3.3±0.1	3.0±0.1	3.4±0.1	3.2±0.1	2.8±0.1	3.4±0.1	3.1±0.2
Лейкоциты, кол-во в поле зрения	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	1-2	0-1	1-2
Эритроциты, кол-во в поле зрения	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1
Цвет	От светло-желтого до темно-желтого							
Прозрачность	В основном прозрачная							
180 дней								
рН	6.2±0.2	6.0±0.3	6.3±0.6	5.9±0.1	6.4±0.1	6.1±0.3	6.0±0.2	6.3±0.1

Удельный вес, г/мл	1.0±0.002	1.01±0.003	1.01±0.003	1.0±0.004	0.99±0.003	1.01±0.001	1.02±0.001	1.01±0.003
Глюкоза, г/мл	-	-	-	-	-	-	-	-
Билирубин	-	-	-	-	-	-	-	-
Кетоновые тела	-	-	-	-	-	-	-	-
Белок, г/л	3.1±0.1	3.0±0.2	3.3±0.1	2.9±0.2	3.2±0.1	3.4±0.2	3.3±0.1	2.9±0.1
Лейкоциты, кол-во в поле зрения	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1
Эритроциты, кол-во в поле зрения	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1
Цвет	От светло-желтого до желтого							
Прозрачность	В основном прозрачная							

Таблица 2. Влияние препарата «Гепатон» на секреторную функцию почек белых крыс (количество выделенной краски в мг/100 г веса, $M \pm m$)

Сроки исследования (дни)	Экспериментальная группа и пол							
	Интактные		Контроль		0,5 мл/кг		10 мл/кг	
	М	Ф	М	Ф	М	Ф	М	Ф
До начала исследования	0.14±0.005	0.10±0.003	0.16±0.004	0.12±0.004	0.089±0.01	0.089±0.006	0.15±0.005	0.12±0.005
90 день	0.089±0.004	0.11±0.004	0.076±0.006	0.14±0.005	0.084±0.005	0.104±0.001	0.100±0.004	0.082±0.002
180 день	0.18±0.005	0.105±0.004	0.103±0.004	0.105±0.01	0.105±0.010	0.18±0.005	0.114±0.010	0.117±0.005

По данным таблиц, введение исследуемого нами препарата «Гепатон» белым крысам не оказало существенного влияния на выделительную функцию почек.

ЛИТЕРАТУРА

1. Оценка клинического состояния животных и применение лекарственных препаратов при болезнях пищеварительного аппарата / А.В. Яшин, Г.В. Куляков, Г.Г. Щербаков, А.М. Лунегов, В.А. Барышев, И.И. Калужный. – СПб.; Саратов, 2019. – 160 с.;
2. Приказ Министерства сельского хозяйства РФ N101 от 06.03.2018 «Об утверждении правил проведения доклинического исследования лекарственного средства для ветеринарного применения, клинического исследования лекарственного препарата для ветеринарного применения, исследования биоэквивалентности лекарственного препарата для ветеринарного применения».

ЛАТИНСКИЕ НАЗВАНИЯ РАСТЕНИЙ В ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ТЕРМИНОЛОГИИ

Суетина Ю.Г.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
suetina@inbox.ru

Студенты специальности «Фармация» в своей учебной деятельности изучают латинские названия лекарственных растений и их частей в курсах латинского языка, ботаники, фармакогнозии и других профессиональных дисциплин. Международная научная ботаническая номенклатура требует бинарного названия растений. Номенклатура лекарственных средств определяет латинские названия растений и их частей в фармацевтической терминологии, которые могут как совпадать, так и сильно отличаться от научных ботанических названий. Большое число названий растений подлежит заучиванию. Изучение происхождения латинских названий растений может помочь в их запоминании.

Происхождение родовых и видовых названий растений. О значении этимологии названий растений писал в 1753 г. Карл Линней: «Nomina si nescis, perit et cognitio rerum» – «Если не знаешь названий, теряется познание вещей».

Родовое название обычно представлено *существительным в именительном падеже единственного числа*. Как правило, родовые названия растений заимствованы из латинского и древнегреческого языков. Многие из них являются древними народными названиями растений, которые дошли до нас со времен Античности, например, *Triticum* и др. Однако основная часть научных биологических названий появилась в более поздние эпохи, главным образом в линнеевскую и послелинеевскую эпохи. Эти слова создавались и создаются в настоящее время при помощи греческих и латинских словообразовательных элементов (корней, суффиксов, приставок, окончаний). Родовые названия заимствуются также из неклассических языков (арабского, китайского и др.). Примеры [1]: 1. Собственно латинские слова: а) простые слова. Например, *Salix, icis f* – ива. б) сложные слова: например, *Sanguisorba* – кровохлебка (*sanguis, inis m* – кровь; *sorbere* – поглощать); *Passiflora, ae f* – страстоцвет (*passio, ionis* – страсть; *flos, floris, m* – цветок). 2. Латинизированные греческие слова: а) простые слова. Например, *Chelidonium, i m* – чистотел. б) сложные слова: например, *Helianthus, i m* – подсолнечник (*helios, i m* – солнце; *anthos, i m* – цветок). 3. Слова, заимствованные из неклассических языков: например, *Nuphar, aris n* – кубышка (арабск.); *Kalanchoë, ès f* – каланхоэ (кит.).

При расшифровке латинских названий родов лекарственных растений необходимо, учитывать ряд факторов, среди них [2, 3]: 1) особенности терапевтического эффекта; 2) цвет, вкус, запах; 3) морфологические особенности растения; 4) связь с древнегреческой мифологией; 5) местообитание; 7) ассоциации с кажущимся внешним видом или схожесть; 8) связь с древними эффектами применения; 9) состав, содержание; 10) калькирование (точный перевод); 11) исторические реалии; 12) особенности размножения и распространения растения; 13) особенности цветения; 14) фамилия исследователя; 15) географическое распространение.

Видовой эпитет может быть представлен [4]: а) прилагательным (согласованное определение). Например, *Viola canina* – фиалка собачья; б) существительным в родительном падеже (несогласованное определение); такому латинскому эпитету в русском наименовании обычно соответствует прилагательное. Например, *Primula veris* – первоцвет весенний (букв. первоцвет весны). Если видовой эпитет состоит из двух слов, они пишутся через дефис, образуя как бы единое целое: *Capsella bursa-pastoris* – пастушья сумка (букв. сумка пастуха). В ботанике видовые названия принято писать курсивом.

Названия растениям даются в зависимости от многих факторов и причин. Видовой эпитет, выраженный определением, может указывать на различные отличительные признаки [2, 4, 5], например: 1) географическое распространение; 2) экологические условия произрастания; 3) морфологические особенности (строение, внешний вид); 4) цвет, вкус, запах растения; 5) сходства с другими растениями или предметами; 6) терапевтический эффект; 7) фамилия ученого; 8) периоды вегетации или цветения; 9) токсическое действие.

При возникновении проблем с постановкой ударений в латинских названиях родов и видов растений можно обратиться к работе П. Ф. Маевского «Флора средней полосы европейской части СССР», где приведены ударения в названиях растений [6].

Названия растений в составе фармацевтических терминов. В номенклатуре лекарственных средств могут встречаться: 1) только родовые названия; 2) только видовые названия; 3) полные ботанические названия; 4) полностью отличающиеся от современных ботанических названий [2, 4].

Растения, которые употребляются как лекарственное растительное сырье, большей частью имеют только одно название – родовое или видовое. Случаи частичного расхождения между латинскими названиями одного и того же растения связаны с различием подходов к обозначению растений в Международной ботанической номенклатуре и в номенклатуре лекарственных средств.

1. Только родовые названия применяются: а) в тех случаях, если лечебный эффект имеет только один вид данного рода, например, *Herba Ephedrae* – трава эфедры; б) если применяемые 2-3 вида, принадлежащие к одному и тому же роду, обладают одинаковыми лечебными свойствами (например, сырье растений *Arnica montana* и *Arnica foliosa* в номенклатуре лекарственных средств называется *Flores Arnicae* – цветки арники).

2. Только видовой эпитет применяется в тех случаях, если он выражен именем существительным и если несколько видов, принадлежащих к одному и тому же роду, оказывают различное лечебное действие. Например, *Artemisia absinthium* – полынь горькая, используются для возбуждения аппетита и *Artemisia cina* – полынь цитварная, применяется как противоглистное средство. Поэтому в номенклатуре лекарственных средств указывается только видовой эпитет: *Herba Absinthii* – трава полыни горькой, *Flores Cinae* – цветки полыни цитварной.

3. Полные ботанические названия. Используются: а) если требуется определить, из какого вида растения изготовлено лекарственное средство. Например, *Oleum Menthae piperitae* – масло мяты перечной; б) если растение ядовито и препараты, полученные из него, обладают токсичностью. Например, *Herba Ledi palustris* – трава багульника болотного.

4. Полностью отличающиеся от современных ботанических названий. Обычно такое несовпадение объясняется тем, что в номенклатуре лекарственных средств сохраняется ботаническое название, которое употреблялось раньше, в то время как в современной ботанической номенклатуре появилось и стало официально признанным новое название. Например, ботаническое название *Brassica nigra* – горчица черная, название в номенклатуре лекарственных средств – *Sināpis*.

Названия частей растений (некоторые из них в ботанике принято называть органами) в словарной форме оформляют с маленькой буквы, а если это слово располагается в начале фармацевтического термина, то с большой буквы. В составе фармацевтических терминов названия растений чаще всего выполняют роль несогласованного определения, на русский язык могут переводиться прилагательным: *Succus Plantaginīs* – подорожниковый сок (сок подорожника), *Oleum Menthae* – мятное масло (масло мяты).

В рецептах названия растений записываются в единственном числе, части растений – в единственном или множественном числе. В единственном числе – существительные *cornus*, *i m* – побег, *cortex*, *icis m* – кора; *herba*, *ae f* – трава, например: *Cornus Camphorae* – побег камфоры, *Cortex Quercus* – кора дуба, *Herba Millefolii* – трава тысячелистника. Во множественном числе – существительные *alabastrum*, *i n* – бутон, *bacca*, *ae f* – ягода, *flos*, *floris m* – цветок, *fructus*, *us m* – плод, *folium*, *i n* – лист, *gemma*, *ae f* – почка,

radix, īcis f – корень, rhizōma, ātis n – корневище, semen, inis n – семя, например: Alabastra Sophōrae rachycarpaе – бутоны софоры толстоплодной, Baccae Rubi idaei – ягоды малины, Flores Centaureae cyāni – цветки василька синего, Fructus Crataegi – плоды боярышника, Folia Uvae ursi – листья толокнянки, gemmae Betulae – почки берёзы, Radīces Althaeae – корни алтея, Rhizomāta Calāmi – корневища аира, Semīna Cucurbītae – семена тыквы.

Таким образом, латинские названия растений в фармацевтической терминологии определяются номенклатурой лекарственных средств, которая тесно связана с ботанической номенклатурой. Знание фармацевтических эквивалентов ботанических названий растений необходимо для правильного составления фармацевтических терминов в рецептах. Этимология названий лекарственных растений способствует более глубокому пониманию фармацевтической терминологии, повышению профессиональной грамотности, развитию общекультурного уровня.

ЛИТЕРАТУРА

1. Купчинаус Н. Э., Зубцовский Н. Е. Введение в латинский язык и биологическую терминологию: учеб. пособие для биол. фак-тов ун-тов. Ижевск: Удмурт. ун-т. 2001. 199 с.
2. Светличная, Е.И., Толок И.А. Этимологический словарь латинских ботанических названий лекарственных растений. Харьков, 2003. Изд-во НФаУ: Золотые страницы. 2003. 288 с.
3. Агапов Е.Н. С.Е. Жиембаева, А.А. Жугунусова, З.Б. Молдашева О происхождении латинских названий лекарственных растений // Актуальные научные исследования в современном мире. 2016. № 10-5 (18). С. 67-70.
4. Чернявский, М.Н. Латинский язык и основы фармацевтической терминологии: учебник. 5-е изд., испр. и доп. М: ГЭОТАР-Медиа, 2014. 400 с.
5. Каден Н. Н., Терентьева Н. Н. Этимологический словарь латинских названий растений, встречающихся в окрестностях агробиостанции МГУ «Чашниково». М., 1975. 203.
6. Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. 11-е изд. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2014. 635 с.

КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ АРБУТИНА В ЛИСТЬЯХ *Arctostaphylos uvae-ursi* Spreng.

Шакиров М.И.¹, Бердникова Х.И.¹, Закамская Е.С.¹, Колюхова О.М.²

¹ – Марийский государственный университет, Йошкар-Ола

² – Поволжский государственный технологический университет, Йошкар-Ола

hrisberdd@yandex.ru, russikoff2015@yandex.ru, zakamskay@mail.ru

Лекарственные препараты, изготовленные из растительного сырья, широко распространены в медицинской практике [1]. Причиной тому является то, что растения являются источниками многих БАВ, таких как эфирные масла, флавоноиды, горечи, витамины и пр. [2].

Согласно статистическим данным данным Роспотребнадзора по Республике Марий Эл за 2017 год, заболевания мочеполовой системы широко распространены среди населения [3]. Это, в свою очередь, достаточно остро ставит вопрос нахождения новых перспективных источников лекарственного растительного сырья для производства лекарственных препаратов. Одним из таких источников являются листья толокнянки обыкновенной. Листья толокнянки содержат комплекс биологически активных веществ, которые обладают мочегонным, противовоспалительным и противомикробным действием. Фармакологическое действие основано на мочегонном действии гидрохинона, образующегося из арбутина и метиларбутина при ферментативном гидролизе [4].

Объектом исследования послужили листья толокнянки обыкновенной (*Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng.) семейства вересковые – *Ericaceae*. Толокнянка – сильноветвистый кустарничек, длиной до 2 м. Листья очередные, темно-зеленые, кожистые, обратно-яйцевидные, в основании клиновидные, короткочерешковые. Растение широко распространено в лесной зоне европейской части СНГ, Сибири, Дальнего Востока России [5,6]. Основным действующим веществом является арбутин. Растение также содержит фенологликозиды арбутин, метиларбутин, гидрохинон, 2-О и 6-О-галлоиларбутин, флавоноиды – гиперозид, мирицетин и их гликозиды, катехины, кислоту урсоловую, галловую и эллаговую кислоты. Листья богаты дубильными веществами гидролизуемой природы [2].

Листья для исследования были собраны в период цветения в июне. Сырье сушили в специально оборудованных сушилках с искусственным обогревом, температура которых не превышала 35 – 40° С. После высушивания была проведена первичная обработка сырья, включающая в себя удаление побегов, изменивших окраску листьев, органической и минеральной примесей. Затем сырье упаковали в бумажные мешки и хранили в сухом месте.

Для определения достоверности получаемых результатов было решено использовать несколько методов количественного определения арбутина: фармакопейный метод йодометрического титрования [7] и метод высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).

В качестве экстракционных препаратов из сырья использовали водные вытяжки, полученные в соответствии с Государственной Фармакопеей XI изд. [7].

Полученные результаты титрования вычислялись по формуле:

$$X = \frac{a \cdot 0,01361 \cdot 2 \cdot 100 \cdot 100}{b \cdot (100 - W)}$$

где 0,01361 – количество арбутина, соответствующее 1 мл раствора йода (0,1 моль/л), г;

a – объём 0,1 моль/л раствора йода, пошедшего на титрование, мл;

b – навеска сырья, г;

W – потеря в массе при высушивании сырья, %.

Условия хроматографического анализа. Подвижная фаза смесь 1,8 % тетрагидрофурана и 98,2 % воды (объем.), содержащая 0,5 % (объем.) фосфорной кислоты. Для разделения веществ использовалась колонка Pecoshere, C18, 33x4.6 мм, 3 мкм (PerkinElmer). Длина волны детектирования 270 нм. Поток подвижной фазы 1 мл/мин. Объем пробы, вводимой в хроматограф для анализа – 20 мкл. Воду. Используемую для приготовления растворителя, подвергали предварительной очистке в системе Millipore Simplicity [8]. Содержание арбутина в листьях Брусники обыкновенной (P, %) вычисляли по формуле:

$$P = \frac{(a + S_1 \cdot b) \cdot D \cdot 100}{m}$$

где D – фактор разбавления, мл;

S₁ – площадь пика на хроматограмме анализируемой пробы, мкВ·с;

a и b коэффициенты, равные -6,03 и 63,74 соответственно.

Существует несколько методов количественного определения арбутина в листьях толокнянки. Государственная фармакопея XI изд. рекомендует использовать метод йодометрического титрования. В последнем издании Государственной фармакопеи регламентирован спектрофотометрический метод с хроматографической очисткой извлечения, в европейской и американской фармакопеях определение этого вещества проводят методом высокоэффективной жидкостной хроматографии [9]. Согласно ФС.2.5.0099.18 ГФ XIV содержание арбутина в листьях толокнянки должно быть не менее 6% [10]. В.А. Куркин с соавторами в листьях толокнянки обыкновенной, заготовленных в Республике Марий Эл в 2013 г определяли исследуемое соединение вышеперечисленными методами и установили, что содержание арбутина методом йодометрического титрования составило 10,59±0,70%, спектрофотометрическим методом – 15,70±0,40% и методом ВЭЖХ – варьирует от 10,85±0,24% до 11,16±0,35%. [9] В результате проведенного нами анализа количественного определения арбутина в исследуемом сырье титриметрическим методом составило 11,2±0,27%, методом ВЭЖХ 12,11±0,1%.

Таким образом, использование разных методов определения количественного содержания арбутина в листьях *A. uva-ursi*, дает сопоставимые результаты. Для произрастающего на территории Республики Марий Эл лекарственного растительного сырья *Arctostaphylos uva-ursi folia* характерно высокое содержание этого биологически активного вещества, превышающего минимальное нормативное значение в два раза.

Литература:

1. Машковский М.Д. Лекарственные средства. – 16- изд. – М.: Новая волна, 2012. – 1216 с.
2. Самылина, И. А. Фармакогнозия: учебник/ И. А. Самылина, Г.П. Яковлев. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. – 976 с.
3. Управление Роспотребнадзора По Республике Марий Эл URL: http://12.rosпотребнадзор.ru/dinamika_zabolevaemosti (дата обращения 17.03.2020)
4. Справочник лекарственных препаратов Видаль URL <https://www.vidal.ru/drugs/molecule/1102> (дата обращения 17.03.2020)
5. Губанов И. А. и др. 1005. *Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng. – Толокнянка обыкновенная // Иллюстрированный определитель растений Средней России. В 3 т. – М.: Т-во науч. изд. КМК, Ин-т технолог. иссл., 2004. – Т. 3. Покрытосеменные (двудольные: раздельнолепестные). – С. 19. – ISBN 5-87317-163-7.
6. Мазуренко М. Т. Толокнянка обыкновенная, Медвежья ягода // Вересковые кустарнички Дальнего Востока (структура и морфогенез) / Отв. ред. А. П. Хохряков. – М.: Наука, 1982. – С. 103–107. – 184 с.
7. Государственная фармакопея СССР. 11-е изд.– М., 1989. Вып. 2. 400 с.
8. Сервис публикации документов. ПАТЕНТ РФ 2391408 URL: <https://docme.su/doc/2703447/patent-rf-2391408> (дата обращения: 17.03.2020)
9. Куркин В.А., Рязанова Т. К., Платонов И. А, Павлова Л В Количественное определение арбутина в листьях толокнянки обыкновенной // Химия растительного сырья. 2015. №1. С. 95-100
10. Государственная Фармакопея XIV издание / Том IV // Толокнянки обыкновенной листья (*Arctostaphylos uva-ursi folia*) URL http://resource.rucml.ru/feml/pharmacopia/14_4/HTML/1303/index.html# (дата обращения 24.11.2019)

ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИБАКТЕРИАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ЭТАНОЛЬНЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ ЭКСТРАКТОВ В ОТНОШЕНИИ РОСТА ЗОЛОТИСТОГО СТАФИЛОКОККА

Юсупов Р.М., Гажеева Т.П.

ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет»,

г. Йошкар-Ола, ул. Осипенко, 62.

renat.yusupov.99@mail.ru

Золотистый стафилококк относится к микроорганизмам, которые быстро формируют резистентность к антибиотикам. Такое свойство делает заболевания, вызываемые им, трудноизлечимыми [9]. Перед медициной и фармацией возникает проблема постоянного поиска более мощных антибиотиков против *St.*

aureus. Однако эти вещества негативно влияют на микрофлору кишечника и клетки печени. Отличной альтернативой антибиотиков являются фитопрепараты. Они также обладают бактерицидным действием и в то же время менее токсичны для человека [10]. Поэтому сейчас ведется активный поиск лекарств растительного происхождения, фармацевтический эффект которых направлен на лечение заболеваний, вызываемых микроорганизмами, в частности золотистым стафилококком [5], [6]. Растения содержат множество биологически активных веществ: флавоноиды, кумарины, дубильные вещества, терпены, гликозиды, сапонины, алкалоиды, фенолкарбоновые кислоты и др. Их процентное соотношение относительно друг друга определяет бактерицидность лекарственных растений и изготовленных из них препаратов [11]. Наибольший интерес для фармацевтической промышленности и фармакогнозии представляют растения семейства *Asteraceae*. В их траве и соцветиях содержатся большое количество сапонинов, сесквитерпеновых лактонов, фенольных кислот, терпеноидов, флавоноидов, по отношению к которым *St. aureus* не устойчив [4]. Несмотря на то, что бактерицидность растительных препаратов давно известна, в отношении стафилококка изучена недостаточно.

Целью нашего исследования явилось изучение антибактериальных свойств спиртовой настойки календулы по отношению к золотистому стафилококку (*St. aureus*).

Материалы и методы. В работе использовали музейный штамм золотистого стафилококка *St. aureus* 209P. В предварительных опытах изучили его патогенные свойства (образование жёлтого пигмента на ЖСА, наличие ферментов лецитиластеразы и коагулазы, гемолиз на кровяном агаре). Определили устойчивость, взятого в опыт стафилококка к антибиотикам, используя диско-диффузионный метод (устойчив к бензилпенициллину, неустойчив к эритромицину и ципрофлоксацину, промежуточно устойчив к левофлоксацину). В качестве исследуемого препарата мы выбрали спиртовую настойку календулы (*Calendulae tinctura Calendulae spirituosa*), сведений об её эффективности к данному возбудителю в доступной литературе нами не найдено, что и явилось основанием для данного исследования. Для проведения исследования использовали метод серийных разведений в бульоне с последующим пересевом на агар (с авторской модификацией) [1], [3].

Суточную культуру *St. aureus* (музейный штамм 209P) микробиологической петлёй переносили в стерильную пробирку с физ. раствором в количестве, необходимом для получения мутности по 5 стандарту МакФарланда. Полученный инокулом разбавляли в 10000 раз. Таким образом, концентрация микроорганизма составила 3×10^2 клеток/мл. Инкубацию проводили в течение 20-24 часов в термостате при температуре 37°C.

Описание опыта. Подготовили 15 пробирок. В них разлили МПБ по 5 мл и простерилизовали в автоклаве при 1,5 атм. 30 минут. Из них отобрали 12 пробирок, в которых приготовили разведения физ. раствора, этилового спирта (70%) и настойки календулы (70%). Таким образом, мы получили три пробирки с неразбавленным бульоном (основной контроль); 4 пробирки с бульоном, разбавленным физ. раствором (0,5, 0,25, 0,125, 0,0625 – отношение физ. раствора к бульону); 4 пробирки с этиловым спиртом, концентрация которого в каждой соответственно 35%, 17,5%, 8,75%, 4,37%; 4 пробирки с настойкой календулы, концентрация спирта которой в каждой соответственно 35%, 17,5%, 8,75%, 4,37%.

Затем из опытных пробирок отобрали последние две пробирки, так как среди опытных пробирок помутнение было заметно только в последней. Из них произвели посев микробиологической петлёй на МПБ в чашки Петри, заранее разделённые маркером на 5 секторов. Чашки инкубировали в термостате 24 часа при температуре 37°C.

После инкубации проводили подсчёт выросших колоний в каждом секторе. Об эффективности исследуемого препарата судили по коэффициенту, равному десятичному логарифму числа КОЕ/мл. Статистическая обработка данных проводилась в программе STATISTICA_8. Низкие показатели стандартного отклонения, дисперсии и коэффициента осцилляции говорят об однородности выборки в значительной степени для каждого эксперимента.

Результаты и их обсуждение. В чашках, на которые производился посев из пробирок с настойкой календулы (Н3 и Н4), колонии не образовались либо встречались в единичном количестве.

В чашках, на которые производился посев из пробирок с концентрацией спирта 8,75% (С3), образовались колонии в количестве от 2 до 112 КОЕ/мл. Коэффициент 1.

В чашках, на которые производился посев из пробирок с концентрацией спирта 4,37% (С4), наблюдался множественный рост колоний, местами сплошной, который оценивался согласно методике, используемой для оценки роста микробов в баллах, в 1500-2700 КОЕ/мл. Коэффициент 3,4.

В чашках, на которые производился посев из пробирок с разбавленным бульоном (В3 и В4) и контрольной пробирки (основной контроль К), наблюдался сплошной множественный рост, который оценивался согласно той же методике в 12200-16200 КОЕ/мл. Коэффициенты 4,1; 4,18; 4,12 соответственно.

На основе полученных данных была составлена гистограмма (рис.), которая наглядно отражает эффективность настойки календулы в сравнении со спиртом 70% (контроль 1). В гистограмме не указаны результаты, полученные после пересева на агар из пробирок с разбавленным физ. раствором бульоном,

так как они не сильно отличаются от значений основного контроля.

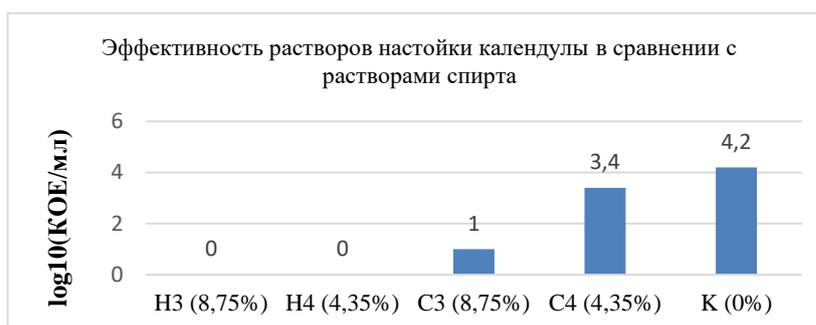


Рис. H3, H4 – разбавления настойки календулы, C3, C4 – разбавления спирта (контроль 1), K – основной контроль. В процентах указано содержание спирта в растворе. Дисперсия по выборке: 3,27288E-05 - 0,521405.

Заключение. В эксперименте использовался 70% спирт. При концентрации спирта 8,75% он обладает бактерицидным действием в отношении стафилококка, но при следующем разбавлении в два раза теряет это свойство. При том же разведении (концентрация спирта в бульоне 4,35%) настойка календулы обладает выраженным бактерицидным действием. Таким образом, можно сделать вывод, что данный препарат эффективен главным образом благодаря содержащимся в нём биологически активным веществам, а не спирта. Высокая антимикробная активность препарата «Настойка календулы» (*tinctura Calendulae spirituosae*) представляет интерес и препарат может быть использован при лечении стафилококковых инфекций и стафилококконосительства.

ЛИТЕРАТУРА

1. МУК 4.2.1890-04 Определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам. Методические указания / Центральный научно-исследовательский институт эпидемиологии (Н.А. Семина, С.В. Сидоренко), 2004. – 121 с.
2. Определение антимикробной активности антибиотиков методом диффузии в агар / ОФС. 1.2.4.0010.18 взамен ОФС 1.2.4.0010.15 – Государственная фармакопея Российской Федерации, 14 издание, том I, 2018 – 1272 с.
3. Фармацевтическая микробиология / Галынкин В.А., Кочеровец В.И., Габидова А.Э. – 2-е издание, дополненное и переработанное. - М.: Арнебия, 2015 – 240 с.
4. A review on medicinal plant extracts and their active ingredients against methicillin-resistant and methicillin-sensitive *Staphylococcus aureus* / Marzieh Askarina, Ali Ganji, Farhad Jadidi-Niaragh, Sajad Hasanzadeh, Bahram Mohammadi, Farideh Ghalamfarsa, Ghasem Ghalamfarsa, Hassan Mahmoudi - *Journal of Herbmед Pharmacology*, 2019;(8)3: x-x – 12 с.
5. Screening methods to determine antibacterial activity of natural products / Cleidson Valgas; Simone Machado de Souza; Elza F A Smânia; Artur Smânia Jr. - *Brazilian Journal of Microbiology* (2007) 38:369-380 – 12 с/
6. Antibacterial activity of some herbal extracts against *Staphylococcus aureus* isolated from Bovine Mastitis / H. Muhamed Mubarak, A. Doss, M.Vijayasanthi and R. Venkataswamy - *Journal of Pharmacy Research* 2012,5(5),2428-2430 – 3 с.
7. Определение эффективности антимикробных консервантов / ОФС. 1.2.4.0011.15 – Государственная фармакопея Российской Федерации, 14 издание, том I, 2018 – 1304с.
8. Антибиотики: учебное пособие / О.П. Клец, Л.Н. Минакина – Иркутск: ГБОУ ВПО ИГМУ Минздрава России, 2013 – 72.
9. Устойчивость *Staphylococcus aureus* к антибактериальным препаратам / З.С. Науменко, Л.В. Розова; ФГУ «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. академика Г.А. Илизарова Росмедтехнологий» - Курган : 2007 – 3 с.
10. Перспективы использования фитопрепаратов в современной фармакологии / Т.В. Самбуков, Б.В. Овчинников, В.П. Ганапольский, А.Н. Ятманов, П.Д. Шабанов – ФГБОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ, Санкт-Петербург, 2017 – 8 с.
11. Фитотерапия. Традиции российского травничества / Корсун В.Ф., Корсун Е.В. – М: «Издательство «Эксмо», 2010. – 880 с.

БИОЛОГИЯ

РАЗРАБОТКА АТЛАСА-ОПРЕДЕЛИТЕЛЯ НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫХ ЛИШАЙНИКОВ ЮЖНОЙ ОКРАИНЫ ГОРНОГО МАССИВА ХИБИНЫ

Архипова С.В.¹, Бабурина Н.А.¹, Белоусова Э.Е.²

1 — Санкт-Петербургская Государственная Академия Ветеринарной Медицины ФГБОУ ВО СПбГАВМ Черниговская ул., 5, Санкт-Петербург

2 — Государственное Бюджетное Общеобразовательное Учреждение школа № 331 Невского района Санкт-Петербурга *secretary@spbgavm.ru*

При исследованиях лишайникового покрова исследователю требуется удобное наглядное пособие позволяющее провести систематическое определение видового разнообразия с информацией актуальной для конкретной территории. Обычно подобные атласы отличаются большим объемом, избыточностью признаков для определения и слабой визуализацией. В то время как исследователю для работы требуется легкое и удобное наглядное пособие с информацией актуальной для конкретной территории.

Хибины отличаются преобладанием лишайникового покрова, биомасса которого значительно превышает показатели других компонентов горных экосистем, что делает наличие такого атласа для проведения исследований крайне необходимым.

Цель исследования: разработать удобный атлас-определитель наиболее распространенных видов лишайников долины Умптек горного массива Хибин для широкого круга любителей природы, педагогов и учащихся.

Методика исследования

Во время двух экспедиций производился сбор полевого материала, методом визуального отбора по пути следования полевым маршрутом.

Применяемые правила сбора:

1. сбор осуществлялся в заранее подготовленные полиэтиленовые пакеты;
2. перед сбором образца производилось его фотографирование;
3. на пакете фиксировались данные сбора:
 1. номер образца;
 2. название местности;
 3. высота сбора;
 4. выбирался образец лучшего качества (по визуальным признакам).
 5. при наличии плодоношений брали слоевище с апотециями, что позволяет более быстро и точно определить лишайник.

Собранный полевой материал сортировался по внешним особенностям в группы для определения их систематики. Проведено определение родовой и видовой принадлежности путем сравнения морфологических признаков образцов с признаками указанными в специальных атласах и определителях. [1, 2, 3, 4]

Для составления атласа-определителя из групп образцов полученных в естественных условиях сбора (после их систематической идентификации) были выбраны отдельные веточки лишайника для фотографирования. Затем проведено совмещение полученных фотографий с фотографией лишайника в естественной среде, информацией о месте произрастания и видовой принадлежности.

Также проведён сравнительный анализ имеющихся атласов-определителей лишайников России с целью выявить необходимые диагностические признаки (ключи) и определить оптимальное визуальное оформление атласа. [5].

Результаты исследований

На территории долины Умптек горного массива Хибин исследовано 8 наиболее доступных территорий, на которых обнаружено 35 видов лишайников, относящихся к 16 родам: *Cetraria* (4 вида), *Cladonia* (11 видов), *Umblicaria* (3 вида), *Alectoria* (2 вида), *Peltigera* (2 вида), *Bacidia* (2 вида), *Physcia* (1 вид), *Arctoparmelia* (1 вид), *Solorina* (1 вид), *Nephroma* (1 вид), *Rhizocarpon* (1 вид), *Thamnolia* (1 вид), *Ochrolechia* (1 вид), *Stereocaulon* (2 вида), *Sphaerophorus* (1 вид), *Melanelia* (1 вид).

По литературным источникам [2] видовое разнообразие лишайников Хибин составляет около 400 видов. Следовательно, в ходе исследования было обнаружено 9%, являющихся наиболее распространенными и типичными для данной территории, что соответствует требованиям, предъявляемым к составляемому атласу.

Разработанный атлас-определитель включает в себя наиболее распространенные виды лишайников исследуемой территории и является наглядным пособием для любителей природы, педагогов и учащихся. Предназначен для оперативного и простого определения научных названий лишайников школьниками и юными натуралистами.

Атлас представляет собой набор из 35 двусторонних определительных карточек.

На лицевой стороне размещено фото лишайника в естественной среде (макросъемка). На оборотной — номер, видовое название, фото образца и диагностические признаки.

Приложением к работе, является коллекция лишайников представленных в атласе.

Использовать составленный атлас возможно и удобно при проведении полевых работ, на уроках и для самостоятельного изучения лишайников.



ЛИТЕРАТУРА

1. Водоросли, лишайники и мохообразные СССР. Отв. ред. М.В. Горленко. М., "Мысль", 1978.
2. Голубкова Н.С. Определитель лишайников средней полосы Европейской части СССР. М.-Л., 1966.
3. Определитель лишайников СССР. Вып. 1-5. – Л., 1975.
4. Определитель лишайников России, вып. 6-9, СПб., 1996-2004.
5. Свиридов А.В. Ключи в биологической систематике. - М.: МГУ. 1994.

ВЛИЯНИЕ ДЕФЛАЗАКОРТА НА ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ МИТОХОНДРИЙ ПРИ ДИСТРОФИИ ДЮШЕННА

Дубинин М.В.¹, Таланов Е.Ю.², Старинец В.С.¹, Теньков К.С.¹, Белослудцева Н.В.², Белослудцев К.Н.^{1,2}

1 — Марийский государственный университет, Йошкар-Ола

2 — Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН, Пущино
dubinin1989@gmail.com

Нервно-мышечные заболевания, в частности, обусловленные генетическими дефектами миопатии, являются наиболее частыми и нередко фатальными наследственными заболеваниями человека. Одной из таких патологий является прогрессирующая мышечная дистрофия Дюшенна (МДД). МДД представляет собой наследственное X-сцепленное заболевание, вызванное мутациями в гене дистрофина, расположенного в локусе Хр21.2. Такие мутации приводят к тяжелому отсутствию (<5%) дистрофина, белка мембраны мышечных клеток, который соединяет цитоскелет и внеклеточный матрикс в мышечном волокне и обеспечивает его стабильность при сокращении. Это приводит к развитию симптомов, затрагивающих экспрессирующие данный белок ткани: прогрессирующей мышечной слабости, кардиомиопатии и умственной отсталости. Установлено, что развитие МДД на уровне клетки сопровождается нарушением стабильности клеточной мембраны и организации цитоскелета, что, в первую очередь, связывают с повышением концентрации свободных ионов кальция в цитозоле [1]. Это, в свою очередь, приводит к активации кальпаина, деградации клеточных белков, развитию окислительного стресса и, в конце концов приводит к смерти клетки, индуцирующей развитие воспалительных процессов в мышечной ткани [2]. Считается, что развитие всех этих внутриклеточных патологических процессов связано с дисфункцией митохондрий [3].

Одним путей коррекции МДД является глюкокортикоидная терапия, в частности, с применением преднизона и его производного дефлазакорта. Дефлазакорт - первый кортикостероид, одобренный FDA для лечения МДД. Известно, что дефлазакорт способен ингибировать высвобождение цитокинов путем ингибирования пролиферации CD4+ лимфоцитов и общего увеличения количества CD8+ клеток, которые усиливают иммунный ответ и воспалительные процессы в мышечной ткани [4]. Терапия с применением дефлазакорта продлевает двигательную активность пациентов на 2-5 лет и улучшает показатели мышечной силы и сердечно-легочную функцию [4], но зачастую связана со значительными побочными эффектами [5].

В настоящей работе нами проведено сравнительное исследование влияния дефлазакорта на функциональную активность митохондрий скелетных мышц дистрофин-дефицитных мышей линии C57BL/10ScSn-Dmdmdx (*mdx* мыши) и мышей C57BL/10 «дикого типа», использованных в качестве контрольных живот-

ных. Установлено, что митохондрии дистрофин-дефицитных мышечных характеризуются достоверным снижением скорости ADP-стимулированного дыхания и параметра дыхательного контроля по сравнению с животными «дикого типа» того же возраста (табл. 1). При этом терапия с применением глюкокортикоида дефлазакорта достоверно увеличивает скорость дыхания митохондрий *mdx* мышечных в состоянии V_3 , не оказывая влияния на другие параметры дыхания и окислительного фосфорилирования митохондрий как мышечных «дикого типа», так и дистрофин-дефицитных животных.

Таблица

Влияние дефлазакорта (ДФК) на показатели дыхания и окислительного фосфорилирования митохондрий скелетных мышечных *mdx* мышечных и мышечных «дикого типа», окисляющих глутамат/малат

Животные (n=4)	V_2	V_3	V_4	V_{DNP}	ДК	ADP/O
	нмоль O_2 / мин на 1 мг белка				относительные единицы	
контроль	15.9 ± 1.6	156.3 ± 9.4	26.3 ± 1.5	214.1 ± 18.5	5.9 ± 0.3	2.95 ± 0.03
контроль+ДФК	17.7 ± 1.7	142.6 ± 5.8	26.4 ± 1.8	220.5 ± 15.2	5.4 ± 0.2	2.94 ± 0.04
<i>mdx</i>	16.6 ± 1.8	124.0 ± 2.4*	27.4 ± 0.9	200.8 ± 17.2	4.6 ± 0.2 [#] ‡	2.92 ± 0.04
<i>mdx</i> +ДФК	17.0 ± 1.8	152.1 ± 6.5 ^γ	32.3 ± 1.0	223.2 ± 14.6	4.7 ± 0.1 [#] ‡	2.95 ± 0.06

Примечание. Среда инкубации: 120 мМ KCl, 5 мМ NaH_2PO_4 , 2.5 мМ глутамат, 2.5 мМ малат, 10 мМ Hepes/KOH, pH 7.4. ДК-коэффициент дыхательного контроля (V_3/V_4). Приведены средние значения ± стандартная ошибка среднего. Сравнение средних значений проведено с помощью однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) с последующими множественными сравнениями с помощью критерия Тьюки (Tukey test). * $p < 0.05$ по сравнению с контролем; ^γ $p < 0.05$ по сравнению с *mdx* мышечными; [#] $p < 0.01$ по сравнению с контролем; [‡] $p < 0.05$ по сравнению с группой контроль+ДФК.

Показано, что угнетение митохондриального дыхания *mdx* мышечных может быть обусловлено снижением уровня комплекса III дыхательной цепи органелл и АТФ-синтазы (рис. 1). В этом случае действие дефлазакорта приводит к восстановлению уровня комплекса III и АТФ-синтазы в митохондриях *mdx* мышечных до уровня животных «дикого типа». Кроме того, применение дефлазакорта сопровождается достоверным увеличением уровня комплекса IV дыхательной цепи в митохондриях *mdx* мышечных по сравнению с контрольными дистрофин-дефицитными мышечными.

Выяснено, что митохондриальная дисфункция может вносить значительный вклад в снижение уровня АТФ в скелетных мышцах *mdx* мышечных по сравнению с мышечными «дикого типа» (рис. 2). При этом введение дефлазакорта *mdx* мышечным приводит к достоверному увеличению уровня АТФ по сравнению с контрольными дистрофин-дефицитными животными. Предполагается, что индуцированное дефлазакортом увеличение функциональной активности органелл может также обуславливать тенденцию к восстановлению уровня АТФ в скелетной мускулатуре *mdx* животных.

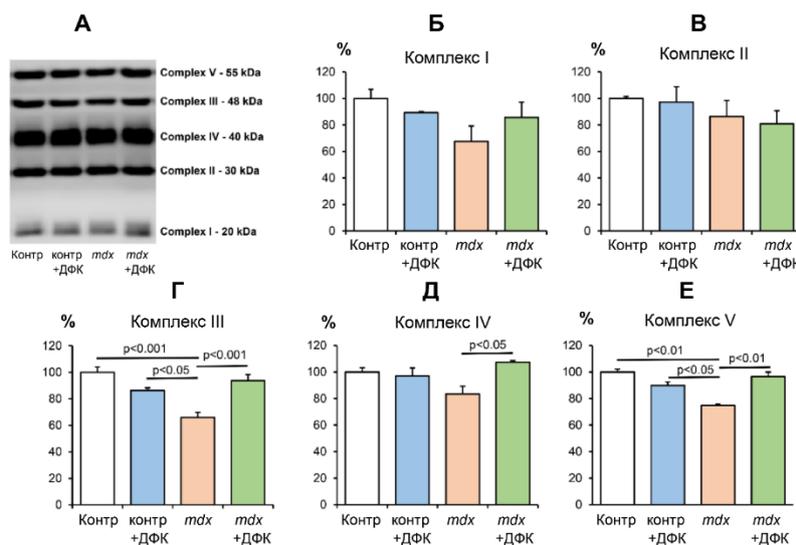


Рис. 1. Уровень белков комплексов дыхательной цепи митохондрий скелетных мышечных исследуемых групп мышечных. Данные western-blot анализа (А). Относительный уровень комплекса I (Б), комплекса II (В), комплекса III (Г), комплекса IV (Д) и АТФ-синтазы (комплекс V, Е). Приведены средние значения ± стандартная ошибка среднего (n=3). Сравнение средних значений проведено с помощью однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) с последующими множественными сравнениями с помощью критерия Тьюки (Tukey test).

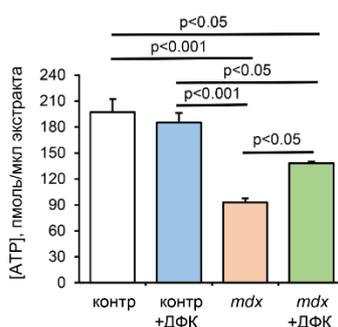


Рис. 2. Уровень АТР в скелетных мышцах исследуемых групп мышей. Приведены средние значения \pm стандартная ошибка среднего ($n=3$). Сравнение средних значений проведено с помощью однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) с последующими множественными сравнениями с помощью критерия Тьюки (Tukey test).

Таким образом, по результатам работы установлено, что дефлазакорт-индуцированные молекулярные перестройки в митохондриальном аппарате могут способствовать улучшению функционирования оргanelл. Необходимо дальнейшее изучение молекулярных механизмов действия этого глюкокортикоида для выяснения оптимальной дозы и режимов применения препарата для коррекции мышечной дистрофии Дюшенна.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РНФ в рамках научного проекта № 18-75-00011.

ЛИТЕРАТУРА

1. Allen D.G., Whitehead N.P., Froehner S.C. Absence of dystrophin disrupts skeletal muscle signaling: roles of Ca²⁺, reactive oxygen species, and nitric oxide in the development of muscular dystrophy // *Physiol. Rev.* 2016. Vol. 96(1). P. 253–305.
2. Disatnik M-H., Dhawan J, Yu Y., Beal M.F., Whirl M.M., Franco A.A., Rando T.A. Evidence of oxidative stress in mdx mouse muscle: studies of the pre-necrotic state // *J. Neurol. Sci.* 1998. Vol. 161(1). P. 77–84.
3. Hughes M.C., Ramos S.V., Turnbull P.C., Edgett B.A., Huber J.S., Polidovitch N., Schlattner U., Backx P.H., Simpson J.A., Perry C.G.R. Impairments in left ventricular mitochondrial bioenergetics precede overt cardiac dysfunction and remodelling in Duchenne muscular dystrophy // *J Physiol.* 2019. 10.1113/JP277306.
4. Bylo M., Farewell R., Coppentrath V.A., Yogarathnam D. A review of deflazacort for patients with Duchenne muscular dystrophy // *Ann. Pharmacother.* 2020. 1060028019900500.
5. McDonald C.M., Henricson E.K., Abresch R.T., Duong T., Joyce N.C., Hu F., Clemens P.R., Hoffman E.P., Cnaan A., Gordish-Dressman H. Long-term effects of glucocorticoids on function, quality of life, and survival in patients with Duchenne muscular dystrophy: a prospective cohort study // *Lancet.* 2018. Vol. 391(10119). P. 451-461.

ВЛИЯНИЕ СВЕТА НА ОНТОГЕНЕЗ ЖАБЫ СЕРОЙ (*BUFO BUFO*)

Атиков А.С., Тарасова А.Ю., Бабурина Н.А.

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины»
baburinaevgenia@yandex.ru

Жаба серая является удобным объектом для биомониторинга и является важным звеном в цепях питания водных биоценозов. Особенно это проявляется при нарушении экологического равновесия, например, при массовом размножении сельскохозяйственных вредителей. Амфибии всеядны и неприхотливы, они лучше, чем птицы, приспособлены к питанию ядовитыми насекомыми и гусеницами. Кроме того, серая жаба может питаться в вечернее и ночное время, уничтожая таким образом насекомых, ведущих преимущественно ночной образ жизни. Жабы являются наиболее активными потребителями слизи, которые наносят огромный вред во время созревания урожая, во время которого нельзя проводить химическую обработку растений. В США экономия средств благодаря использованию жаб в фермерском и лесном хозяйстве оценивается в 6 миллиардов долларов в год. Экологическое значение амфибий, несомненно, велико, а изучение механизмов их развития может иметь большое значение для познания структуры и динамики популяций [1; 4; 5]. Однако в Ленинградской области популяция серой жабы малочисленна, нуждается в восстановлении, в связи с чем предпринят ряд попыток разведения её в неволе с последующей реинтродукцией. Выращенные в условиях аквариума головастики не всегда жизнеспособны, поэтому уточнение особенностей онтогенеза данного вида остаётся актуальным [2; 3].

Цель данной работы – изучить влияние воздействия естественного освещения на онтогенез серой жабы (*Bufo bufo*). В задачи работы входит оценка влияния освещения на вес, размеры, скорость метаморфоза и смертность головастика.

Материалом послужили результаты собственного эксперимента, проводимого в течение двух месяцев (май-июнь) 2019 года. Оплодотворенная икра серой жабы была взята из пруда в г. Луга, Ленинградская область. Появившихся из нее головастиковразделили на две группы, по 20 личинок каждой. Первая

группа находилась в аквариуме при естественном освещении, вторая группа находилась в аквариуме в шкафу, без доступа света. Измерение веса личинок и внешний осмотр проводились раз в две недели. Взвешивание личинок производилось на школьных весах. Обе группы получали одинаковый корм, кислород в воду подавался через компрессор.

Результаты эксперимента приведены в таблице 1. Анализ результатов показал, что в первой группе личинок («свет»), находящейся при естественном освещении, личинки закончили метаморфоз раньше, чем во второй группе («тьма»), находящейся без доступа света, при этом размер и вес личинок в группе «тьма» на протяжении всех трех измерений был выше, чем в группе «свет». При первом измерении разница в весе была наиболее значительна и составляла 39.1 мг в первой группе и 156.9 мг во второй. Метаморфоз во второй группе к концу эксперимента завершила только одна личинка. Смертность личинок в группе без доступа света составила 90%, в группе с естественным освещением – 35%.

В результате проведенного исследования было выявлено следующее: 1. При полном отсутствии освещения наблюдается повышенная смертность особей. 2. Головастики, развивавшиеся без света, быстрее набирали вес. Полученные данные, вероятно, можно объяснить большими затратами энергии у более активных личинок из группы «свет», вследствие чего у них наблюдалось отставание в размерах. Результаты наших исследований дополняют ранее опубликованные данные о хвостатых амфибиях, личинки которых в условиях повышенной плотности развивались медленнее, но отличались более крупными размерами.

Таблица 1

Дата	Вес личинок, мг		Количество личинок, шт		Отход личинок до метаморфоза, в %	
	Группа «свет»	Группа «тьма»	Группа «свет»	Группа «тьма»	Группа «свет»	Группа «тьма»
02.06.2019	39.1	156.9	19	13	5	35
15.06.2019	158.1	178.9	18	9	10	55
29.06.2019	146.9	170.0	13	2	35	90

ЛИТЕРАТУРА

1. Бескровный М.А. Зависимость некоторых эколого-физиологических особенностей лягушки озерной (*Rana ridibunda* Pall.) от температуры и света // Зоолог. журн. 1952. Т. 31. Вып.3. С. 413-418.
2. Ручин А.Б. Влияние фотопериода на личиночное развитие и рост земноводных // Вестник ОГУ. 2013. №6 (155). С.159-163.
3. Иванова Н.Л. Сравнительное изучение роста и развития личинок некоторых видов амфибий в контролируемых условиях: Автореф... дис. кан. наук. г. Свердловск. 1975. С.22.
4. Дмитриева Е.В. Влияние плотности икры на темпы развития и смертность серой жабы (*Bufo bufo*) в лабораторных условиях // Зоолог. журн. 2007. Т.86. №2. С. 229-235.
5. Сурова Г.С.. Изменение абиотических условий при содержании головастика с разной плотностью (на примере личинок травяной лягушки – *Rana temporaria* и серой жабы – *Bufo bufo*) // Современная герпетология. 2010. Т.10. Вып.1/2. С.26-39.

СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАКРОЗООБЕНТОСА РЕКИ ПЕРША

Бедова П.В., Бушуева И.В.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
bedova@marsu.ru

В настоящее время большое значение приобретает использование зообентоса в целях биоиндикации качества вод малых рек, формирующих до 50% суммарного речного стока и 94,7% гидрографической сети России и находящихся в неблагоприятном экологическом состоянии [1].

Речные экосистемы в Республике Марий Эл изучались П.В. Бедовой, А.А. Михеевой, О.В. Ивановой, Е.Э. Егошиной [2, 3, 4].

Фаунистические исследования необходимы для изучения биоразнообразия и всех закономерностей, связанных с этим научным понятием современной экологии.

Целью данной работы было изучение структурных характеристик макрозообентоса реки Перша Юринского района Республики Марий Эл. Для реализации цели были поставлены следующие основные задачи: установить видовой состав донных беспозвоночных реки Перша; выявить доминирующие виды по частоте встречаемости; определить количественные характеристики макрозообентоса реки Перша.

Исследования проводились в Юринском районе, на левобережье реки Ветлуга. Река Перша протекает по территории Воротынского района Нижегородской области и Юринского района Республики Марий Эл. Устье реки находится в 19 км по правому берегу реки Люнда. Длина реки составляет 24 км, площадь водосборного бассейна 132 км. Исток реки находится в болотах, окружающих озеро Большое Плотова. По территории Нижегородской области река течёт первые несколько сот метров, прочее течение находится в Республике Марий Эл. Река течёт на северо-восток.

Отбор гидробиологического материала на исследуемом водоеме проводился в летний период 2019 года по стандартным методикам [5].

В результате проведенных исследований выяснилось, что макрозообентос реки Перша представлен 65 видами, относящимися к 3 типам, 7 классам, 15 отрядам, 36 семействами 57 родам. Зарегистрированные виды, отнесены к классам: Малощетинковые черви (Oligocheta), Пиявки (Hirudinea), Ракообразные (Crustacea), Насекомые (Insecta), Паукообразные (Arachnidae), Двустворчатые моллюски (Bivalvia), Брюхоногие моллюски (Gastropoda).

Наибольший вклад в общее видовое разнообразие внесли представители класса Насекомые, которые составляют 61,5% от общего списка видов (таблица 1).

Таблица 1

Доля отдельных классов макрозообентоса реки Перша в общем видовом разнообразии.

Таксономическая группа	% от общего числа видов
Класс Олигохеты Oligocheta	4.6
Класс Пиявки Hirudinea	6.2
Класс Ракообразные Crustacea	1.5
Класс Паукообразные Arachnidae	4.6
Класс Брюхоногие моллюски Gastropoda	15.4
Класс Двустворчатые моллюски Bivalvia	6.2
Класс Насекомые Insecta	61.5

В классе Насекомые по количеству видов доминировал отряд Odonata. Его представители составляли 25.0%, от всех зарегистрированных в водоеме насекомых. Представители этого отряда типичные амфибионты. Все личики стрекоз являются хищниками. Отряд представлен 10 видами: *Erithoromma najas* (Hansemann, 1832), *Coenagrion vernale* (Hagen, 1839), *Enallagma cyathigerum* (Charpentier, 1840), *Lestes sponsa* (Hausemann, 1832), *Sympecna fusca* (Vander Linder, 1823), *Aeschna juncea* (Linnaeus, 1758), *Ephiteca bimaculata* (Linnaeus, 1758), *Cordulia aeneaturfosa* (Forster, 1902), *Orthetrum cancellatum* (Linnaeus, 1758) и *Libellula quadrimaculata* (Linnaeus, 1758).

Кроме того, были обнаружены, представители отрядов Ephemeroptera (7.5%), Diptera (22.5%), Coleoptera (17.5%), Trichoptera (10.0%), Heteroptera (15.0%), Megaloptera (2.5%).

В реке Перша обнаружено обитание редкого водного клопа *Ranatra linearis* (Linnaeus, 1758), занесенного в Красную книгу РМЭ.

Среди всех видов макрозообентоса реки Перша, по частоте встречаемости доминировали два вида: равноногий рак *Asellus aquaticus* (Linnaeus, 1758) (встречаемость 75.0%) и мелкий двустворчатый моллюск *Pisidium amnicum* (O.F. Muller, 1774) (встречаемость 62.5%).

В период наших исследований численность макрозообентоса реки Перша варьировала по станциям от 64 экз/м² до 147 экз/м². Однофакторный дисперсионный анализ показал, что станции на реке Перша различаются между собой по численности макрозообентоса ($p=0.012336$). При сравнении станции №8 с другими станциями получено, что значение $p<0.05$, станция №8 на реке Перша характеризуется самой маленькой численностью макрозообентоса. Общая численность макрозообентоса, на исследуемом участке реки Перша, составила 741 экз. Средняя численность составила 92.63 ± 10.13 экз/м².

Наибольшую долю в общей численности составляют представители отряда Diptera – 15.2%. Значительный вклад в общую численность внесли представители класса Bivalvia, которые составили 14.8% от общей численности. Представители класса Gastropoda составили 12.7%, представители класса Crustacea – 9.2%, представители класса Oligocheta – 8.8%, представители отряда Trichoptera – 8.6%. Остальные группы гидробионтов составляли от 1.2% до 7.8% от общей численности донных беспозвоночных.

Биомасса донных беспозвоночных была максимальна на станции № 3, которая составила 9.87 г/м².

Общая биомасса макрозообентоса исследуемого участка реки Перша составила 58.78 г. Биомасса варьировала по станциям от 5.01 г/м² до 9.87 г/м². Однофакторный дисперсионный анализ показал, что станции на реке Перша по биомассе макрозообентоса не различаются между собой ($p=0.712105$). Средняя биомасса макрозообентоса по исследуемому участку реки Перша составляла 7.35 ± 0.75 г/м².

Наибольший вклад в общую биомассу внесли представители класса Gastropoda, которые составили 23.5% от общей биомассы. Также значительный процент составляют представители класса Bivalvia – 17.2% и представители отряда Trichoptera – 15.0%. Наименьшую долю в общей биомассе имеют представители класса Arachnidae, которые составили 0.1% от общей биомассы донных беспозвоночных на исследуемом участке реки Перша.

Таким образом, в результате проведенных исследований на реке Перша Юринского района Республики Марий Эл в летний период 2019 года были сделаны следующие выводы: в макрозообентосе реки Перша отмечено 65 видов беспозвоночных животных, относящихся к 3 типам и 7 классам; наибольшее видовое разнообразие имеет класс Насекомые – 40 видов (61.5%); доминирующими видами по встречаемости являются *A. aquaticus* с встречаемостью 75.0% и *P. amnicum* с частотой встречаемости 62.5%; средняя численность донных беспозвоночных реки Перша составляет 92.63 ± 10.13 экз/м², средняя биомасса 7.35 ± 0.75 г/м²; наибольший вклад в общую численность внесли представители отряда Diptera, которые составляли 15.2% от общей численности макрозообентоса; по биомассе доминировали представители класса Gastropoda, которые составили 23.5%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ткачев Б.П., Булатов В.И. Малые реки: современное состояние и экологические проблемы: аналит. обзор; ГПНТБ СО РАН. Новосибирск. 2002. 114 с.
2. Михеева А.А., Бедова П.В. Современное экологическое состояние реки Немда в районе поселка Куженер Республики Марий Эл // Актуальные проблемы состояния и рационального использования водных ресурсов. Йошкар-Ола. 2015. С.185-190.
3. Егорова Е.Э., Бедова П.В. Современное состояние макрозообентоса реки Шабана // Современные проблемы медицины и естественных наук. Вып. 7. Йошкар-Ола. 2018. С. 215-218.
4. Иванова О.В., Бедова П.В. Фауна беспозвоночных животных реки ПичаНовоторьяльского района Республики Марий Эл // Современные проблемы медицины и естественных наук. Вып. 6. Йошкар-Ола. 2017. С.151-155.
5. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов / Под ред. Ф.Д. Мордухай-Болтовского. Москва. Наука. 1975. 240 с.

МИТОХОНДРИАЛЬНЫЕ ЭФФЕКТЫ БЕТУЛИНА И БЕТУЛОНОВОЙ КИСЛОТЫ

Дубинин М.В.¹, Семенова А.А.¹, Выдрина В.А.², Теньков К.С.¹, Шаранов В.А.¹, Хорошавина Е.И.¹, Белослудцев К.Н.^{1,3}

1 — Марийский государственный университет, Йошкар-Ола

2 — Уфимский Институт химии УФИЦ РАН, Уфа

3 — Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН, Пущино

dubinin1989@gmail.com

Актуальной задачей современной биологии и медицины является поиск новых лекарственных молекул, обладающих высокой эффективностью. К соединениям, сочетающим доступность и высокую биологическую активность, относятся растительные тритерпеноиды. Одними из наиболее перспективных соединений являются тритерпеноиды лупанового ряда: бетулин и его производные [1]. Ранее для таких соединений были выявлены митохондриально-направленные эффекты, связанные с их влиянием на проницаемость мембран этих органелл и экспрессию ряда белков [2]. В настоящей работе нами изучено влияние бетулина и его производного – бетулоновой кислоты (рис. 1) на функциональную активность митохондрий печени крыс.

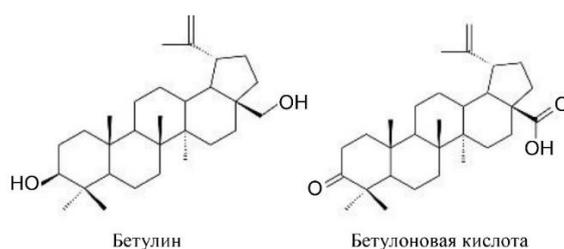


Рис. 1. Структуры соединений, эффекты которых изучались в работе.

В таблицах 1 и 2 представлены результаты, характеризующие влияние бетулина и бетулоновой кислоты на дыхание митохондрий печени крыс в разных функциональных состояниях в присутствии глутамат/малата (субстраты комплекса I дыхательной цепи) и сукцината (субстрат комплекса II) в присутствии ротенона. Как видно из таблиц, бетулин в концентрациях 10-50 мкМ оказывает слабое влияние (изменение менее чем на 10-15%) как на сукцинат, так и глутамат-малат зависимое дыхание митохондрий печени крыс. В то же время бетулоновая кислота уже в концентрации 5 мкМ активирует сукцинат-зависимое дыхание митохондрий в состояниях V₂ и V₄ (на 57 и 52% соответственно) и при этом ингибирует скорость дыхания в состояниях V₃ (ADP-стимулированное) и максимальную скорость дыхания (V_{днф}), индуцированную добавлением разобщителя 2,4-динитрофенола (на 16 и 8% соответственно). В этом случае также отмечается существенное снижение параметра дыхательного контроля (на 46%) и ADP/O. Максимальный эффект бетулоновой кислоты наблюдался уже в концентрации 20 мкМ (снижение дыхательного контроля и параметра ADP/O на 71 и 40% соответственно). В случае применения субстратов комплекса I дыхатель-

ной цепи бетулоновая кислота была менее эффективна (снижение дыхательного контроля и ADP/O на 43 и 16% соответственно).

Таблица 1
Влияние бетулина и бетулоновой кислоты на показатели дыхания и окислительного фосфорилирования митохондрий печени крыс, окисляющих сукцинат

Добавки	V ₂	V ₃	V ₄	V _{днф}	ДК	ADP/O
Контроль	12.28±0.27	67.37±0.43	15.40±0.42	72.7±0.54	4.41±0.19	1.93±0.05
Бетулин						
10 мкМ	12.53±0.21	68.96±0.41	15.54±0.19	73.11±0.18	4.45±0.10	1.95±0.01
20 мкМ	13.41±0.11*	71.68±0.29*	15.79±0.12	73.45±0.38	4.54±0.14	1.95±0.01
50 мкМ	13.73±0.14*	70.30±0.05*	17.01±0.04*	69.12±0.09*	4.13±0.09	1.87±0.02
Бетулоновая кислота						
5 мкМ	19.30±0.47*	56.48±0.17*	23.47±0.43*	67.17±0.20*	2.40±0.09*	1.57±0.15
10 мкМ	23.89±0.75*	55.07±0.01*	27.71±0.52*	63.67±0.52*	1.99±0.15*	1.39±0.11*
20 мкМ	26.73±0.02*	44.94±0.07*	35.56±1.00*	49.10±1.10*	1.28±0.21*	1.15±0.06*

Примечание. Среда инкубации: 200 мМ сахараза, 20 мМ КСl, 0.5 мМ ЭГТА, 5 мМ КН₂РO₄, 5 мМ сукцинат, и 10 мМ Нерес/КОН, рН 7.4. Дыхание митохондрий в состоянии 3 инициировано добавлением 200 мкМ ADP. Скорость разобщенного дыхания оценена в присутствии 50 мкМ ДНФ. ДК-коэффициент дыхательного контроля (V₃/V₄). Приведены средние значения ± стандартная ошибка среднего (n=3). *Разница между контролем (без добавок) и экспериментом (в присутствии бетулина или бетулоновой кислоты) является статистически значимой (p < 0.05, t-тест).

Таблица 2
Влияние бетулина и бетулоновой кислоты на показатели дыхания и окислительного фосфорилирования митохондрий печени крыс, окисляющих глутамат/малат

Добавки	V ₂	V ₃	V ₄	V _{днф}	ДК	ADP/O
Контроль	5.46±0.15	32.82±0.98	8.73±0.21	32.96±1.71	3.77±0.08	2.68±0.03
Бетулин						
10 мкМ	4.95±0.16	32.15±0.86	8.54±0.28	30.60±0.45	3.78±0.05	2.70±0.05
20 мкМ	5.19±0.11	29.69±0.60	8.63±0.09	28.59±0.25*	3.44±0.09	2.58±0.02
50 мкМ	5.66±0.11	31.28±0.82	9.14±0.03	27.36±0.83*	3.35±0.18	2.60±0.08
Бетулоновая кислота						
5 мкМ	5.19±0.19	28.31±0.70*	8.87±0.12	27.21±0.88*	3.19±0.07*	2.60±0.02
10 мкМ	5.40±0.18	26.33±0.43*	9.92±0.08*	26.34±0.71*	2.66±0.04*	2.42±0.06*
20 мкМ	6.36±0.11*	23.52±0.40*	10.98±0.09*	23.70±0.22*	2.15±0.08*	2.24±0.06*

Примечание. Среда инкубации: 200 мМ сахараза, 20 мМ КСl, 0.5 мМ ЭГТА, 5 мМ КН₂РO₄, 2.5 мМ глутамат, 2.5 мМ малат и 10 мМ Нерес/КОН, рН 7.4. Дыхание митохондрий в состоянии 3 инициировано добавлением 200 мкМ ADP. Скорость разобщенного дыхания оценена в присутствии 50 мкМ ДНФ. ДК-коэффициент дыхательного контроля (V₃/V₄). Приведены средние значения ± стандартная ошибка среднего (n=3). *Разница между контролем (без добавок) и экспериментом (в присутствии бетулина или бетулоновой кислоты) является статистически значимой (p < 0.05, t-тест).

В следующей части работы нами изучено влияние указанных соединений на активность комплексов дыхательной цепи митохондрий, чтобы определить, что лежит в основе его действия. Как видно из табл. 3, бетулин не влиял на активность дыхательных комплексов I, II и III и в то же время ингибировал активность комплекса IV и суммарную активность комплексов II и III дыхательной цепи митохондрий печени (на 8 и 15% соответственно). Бетулоновая кислота также не оказывала влияния на активность комплексов I и II, но значительно ингибировала активность комплексов III и IV (на 31 и 22% соответственно). При этом эффект бетулоновой кислоты был наиболее выражен при измерении суммарной активности комплексов II и III дыхательной цепи (ингибирование на 92%).

Таблица 3
Активность комплексов дыхательной цепи митохондрий печени крыс в присутствии 30 мкМ бетулина или бетулоновой кислоты (в % от контроля)

Комплекс I	Комплекс II	Комплекс III	Комплекс IV	Комплекс I+III	Комплекс II+III
Бетулин					
95.4 ± 1.4	97.9 ± 5.2	99.5 ± 5.7	92.3 ± 1.2*	101.4 ± 0.7	85.3 ± 2.2*
Бетулоновая кислота					
104.3 ± 1.9	105.5 ± 2.9	69.0 ± 1.9*	77.8 ± 2.7*	103.7 ± 0.3	8.0 ± 0.5*

Примечание. Активность комплексов в отсутствие добавок принята за 100%. Приведены средние значения ± ошибка среднего (n=3). *Разница между контролем (без добавок) и экспериментом (в присутствии бетулина или бетулоновой кислоты) является статистически значимой (p < 0.05, t-тест).

Таким образом, полученные нами данные позволяют говорить, что бетулоновая кислота и, в меньшей степени бетулин, способны индуцировать митохондриальную дисфункцию. В основе такого эффекта этих соединений может лежать ингибирование активности комплексов дыхательной цепи митохондрий. Можно полагать, что подобные процессы способны приводить к коллапсу мембранного потенциала и усиленной продукции активных форм кислорода и, как следствие этого, к гибели клетки. Это стоит учитывать при разработке новых высокоэффективных лекарственных агентов на основе бетулина.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (№20-015-00124) и гранта президента РФ для поддержки молодых ученых (МК-61.2019.4).

ЛИТЕРАТУРА

1. Толстиков Г.А., Флехтер О.Б., Шульц Э.Э., Балтина Л.А., Толстиков А.Г. Бетулин и его производные. химия и биологическая активность // Химия в интересах устойчивого развития. 2005. Т. 13. С. 1–30.
2. Hordyjewska A., Ostapiuk A., Horecka A., Kurzepa J. Betulin and betulinic acid: triterpenoids derivatives with a powerful biological potential // Phytochemistry Reviews. 2019. Vol. 18. С. 929-951.

ПЕРВАЯ НАХОДКА ВЕСНЯНКИ *NEMOURA CINEREA* (RETZIUS, 1783) В ФАУНЕ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

Бедова П.В.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
bedova@marsu.ru

Проведение фаунистических исследований на малых реках и ручьях Республики Марий Эл очень важно, так как в результате могут быть зарегистрированы виды, ранее не отмеченные для фауны нашей республики. В реке Пича Новоторьяльского района при проведении исследований были зарегистрированы новые для нашей республики виды ручейников [1].

В весенний период 2019 года при проведении гидробиологических работ на реке Козловец Юринского района была определена личинка веснянки серой или желтоногой *Nemoura cinerea* (Retzius, 1783). Данный вид относится к семейству Nemouridae отряда Веснянки Plecoptera классу Насекомые Insecta. Этот вид веснянок обитает по всей Европе и в Азии до Забайкалья. Однако, в Республике Марий Эл, этот вид до настоящего времени не был зарегистрирован.

Река Козловец является притоком реки Люнда, которая в свою очередь, является правым притоком реки Ветлуга.

В реке Козловец частота встречаемости личинки веснянки *N. cinerea* составляла 83.3%. Только на одной из шести станций отбора гидробиологических проб на реке Козловец личинки веснянки не обнаружены. Средняя численность вида в исследуемой реке составляла 12.80 ± 1.31 экз/м². По станциям отбора проб численность варьировала от 8 экз/м² до 15 экз/м². Общая численность личинок веснянки серой на исследуемом участке реки составляла 64 экз (табл.1).

Таблица 1

Численность и биомасса *N. cinerea* в реке Козловец
по станциям отбора гидробиологических проб (июль 2019 год)

№ станции	Характеристика станций	Численность (экз/м ²)	Биомасса (г/м ²)
1	Песчаный грунт. Растительность отсутствует. Немного веток в воде. Глубина 0.2 м.	15	0.043
2	Илисто-песчаный грунт. Растительность умеренная. Глубина 0.4 м.	12	0.096
3	Илистый грунт с остатками разлагающейся растительности. Растительность обильная. Глубина 0,6 м.	0	0
4	Мост через реку. Плотик местных жителей. Илисто-песчаный грунт. Растительность слабо развита, опад листвы. Глубина – 0.6 м.	14	0.045
5	Песчаный грунт. Растительность слабо развита. В воде ветки, палки, опад листвы. Глубина – 0.3 м.	15	0.067

6	Илисто-песчаный грунт. Растительность умеренная. Глубина – 0.6 м.	8	0.067
Итого		64	0.318

Средняя биомасса вида в исследуемой реке составляла 0.06 ± 0.01 г/м². По станциям отбора проб биомасса варьировала от 0.043 г/м² до 0.096 г/м². Общая биомасса личинок веснянки серой составляла 0.318 г (табл.1).

Личинки серой веснянки обитают в ручьях и небольших речках, иногда встречаются в лужах и болотцах. Держатся на любых субстратах. Вылупление взрослых особей происходит ранней весной, часто когда еще не закончился ледоход на реках. Веснянки встречаются и позже, летом и осенью, но в гораздо меньших количествах[2].



Рис.1. Личинка веснянки серой *Nemoura cinerea* (Retzius, 1783)

Фото и описание вида приводится из компьютерного цифрового атласа-определителя пресноводных беспозвоночных России [2].

Взрослые серые веснянки ведут наземный образ жизни и встречаются с апреля по сентябрь. Они держатся преимущественно около воды, где сидят на окружающих предметах, редко взлетая. Продолжительность жизни имаго составляет 2-3 месяца. В этот период они питаются околотоводным детритом и гифами плесневых грибов. Брачный лёт веснянок бывает недолгим, спаривание происходит обычно в самое тёплое время дня, чаще всего после полудня. Яйца веснянок очень мелкие, тёмные, по форме овальные или грушевидные, с плотными, гранулированными стенками. Через пять недель после откладки яиц начинается вылупление личинок. Личинка начинает питаться со второй стадии. Переход от водного к наземному образу жизни происходит во время последней линьки. За 2 – 3 дня перед последней линькой личинка веснянки кажется как бы встревоженной. Время от времени она выходит из воды и остаётся неподвижной на 1 – 2 часа. Перед окончательным превращением в имаго личинка выбирается на надводные предметы – камни, стволы деревьев, стебли тростника. Зимовка происходит в стадии нимфы, имеющей уже явственные зачатки крыльев [2].

Отряд Веснянки Plecoptera – это насекомые с неполным превращением. Взрослые особи ведут наземный образ жизни и встречаются, главным образом, весной. Удлиненное мягкое тело несёт четыре прозрачных крыла, которые в спокойном состоянии насекомое плоско складывает на спинной стороне. На заднем конце тела имеется большей частью пара длинных хвостовых нитей. В настоящее время учёными описано 3 833 вида [2].

Данный отряд насекомых в настоящее время в Республике Марий Эл практически не изучен. Поэтому полученные нами, результаты вносят существенный вклад в изучение фауны беспозвоночных животных республики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bedova P., Bogdanov G., Anichkin A., Vorobeva I., Turmuhametova N. Experience in establishing specially protected natural areas in case of small scale landscapes – objective criteria and arguments to justify // 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2018, www.sgem.org, SGEM2018 Conference Proceedings. ISBN 978-619-7408-47-8 / ISSN 1314-2704. 2 July - 8 July, 2018. Vol. 18. Issue 5.2. P. 429-435.

2. Боголюбов А.С., Кравченко М.В. Компьютерный цифровой атлас-определитель пресноводных беспозвоночных России. Москва. Экосистема. 2018.

ВЛИЯНИЕ ИНГИБИТОРА МИТОХОНДРИАЛЬНОГО Ca^{2+} УНИПОРТЕРА DS16570511 НА МИТОХОНДРИИ МОЗГА МЫШЕЙ

Белослудцева Н.В.¹, Дубинин М.В.², Белослудцев К. Н.^{1,2}

1 — Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН, Пущино

2 — Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
 bekonik@gmail.com

Митохондрии играют важнейшую роль в регуляции внутриклеточной концентрации ионов кальция, являясь основной буферной системой при избыточном увеличении этих ионов в цитоплазме. Обычно в митохондрии поглощается кальций, вышедший из эндоплазматического ретикулума через IP₃ и рианодинового рецепторы, которые локализованы в МАМ контактах (mitochondria-associated membranes). Ионы Ca^{2+} , поглощенные митохондриями, играют важную роль в регуляции энергетического метаболизма в результате активации ряда матриксных ферментов (пируватдегидрогеназа, цитратдегидрогеназа, альфакетоглутарат дегидрогеназа) и некоторых комплексов дыхательной цепи. Активация этих систем приводит к увеличению продукции АТФ в митохондриях. Помимо этого, митохондрии также участвуют в индукции гибели клеток, когда при различных патологиях (например, ишемия тканей) избыточное увеличение кальция в этих органеллах приводит к их дисфункции, опосредованной открытием во внутренней мембране органелл Ca^{2+} -зависимой поры (МРТ поры), и запуску программы клеточной гибели [1].

Поглощение ионов Ca^{2+} митохондриями преимущественно обеспечивается электрофоретическим митохондриальным Ca^{2+} унипортером – комплексом белков внутренней мембраны митохондрий, включающим каналные субъединицы MCU и MCUb, воротные MiCU1 и 2, а также регуляторные MCUR1 и EMRE. Генетическая модификация различных субъединиц приводит к драматическим изменениям внутриклеточного Ca^{2+} гомеостаза. Нокаут субъединиц MiCU вызывает увеличение базального уровня ионов Ca^{2+} в митохондриях, что приводит к драматическим повреждениям мозговых и мышечных клеток. В свою очередь, нокаут канальной субъединицы MCU приводит к протекторному действию при ишемических повреждениях тканей, что связано с предотвращением образования митохондриальной поры вследствие отсутствия Ca^{2+} перегрузки митохондрий [1].

В связи с важностью митохондриального Ca^{2+} унипортера в регуляции Ca^{2+} гомеостаза клетки, его фармакологическая модуляция может являться хорошим способом коррекции патологий, связанных с дисфункцией митохондрий, Ca^{2+} дисрегуляцией и образованием МРТ поры. В последнее время было синтезировано несколько новых проникающих соединений, которые подавляют активность унипортера и вместе с этим препятствуют развитию Ca^{2+} -индуцированной дисфункции митохондрий при различных патологиях [2,3]. К таким соединениям относится и DS16570511 – новый проникающий ингибитор унипортера [3]. Было показано, что он дозозависимо подавляет поглощение ионов Ca^{2+} не только изолированными митохондриями, но также и митохондриями в клеточных культурах. С другой стороны, также было сообщено о его возможном неспецифическом воздействии [4]. Поэтому необходимо проведение комплексных исследований, чтобы понять, как данное соединение будет проявлять себя при различных патологиях и насколько специфическим являются его эффекты на митохондрии.

В настоящей работе мы исследовали влияние DS16570511 на функционирование изолированных митохондрий мозга. Можно видеть, что DS16570511 ингибирует электрофоретический вход ионов Ca^{2+} в митохондрии мозга крыс (рис. 1).

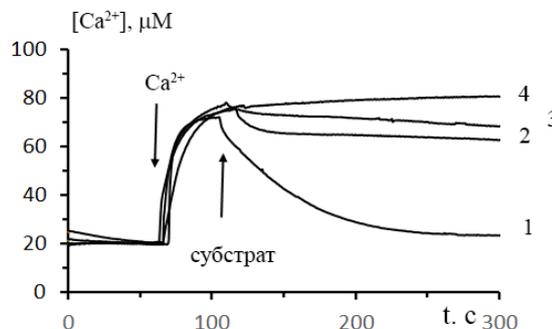


Рис. 1. Зависимость электрофоретического поглощения ионов 50 мкМ Ca^{2+} митохондриями мозга крыс от концентрации DS16570511. В качестве субстрата дыхания использовали 2.5 мМ глутамат и малат. 1 – 0 мкМ; 2 – 15 мкМ; 3 – 30 мкМ; 4 – 60 мкМ DS16570511

В следующей части работы было исследовано, как DS16570511 влияет на параметры дыхания и окислительного фосфорилирования митохондрий мозга, окисляющих субстраты I комплекса дыхательной це-

пи – глутамат и малат. Удивительно, но 30 мкМ DS16570511 подавлял стимулированное АДФ дыхание митохондрий мозга крыс (данные не приведены). (рис. 6 А-В). Стоит отметить, что DS16570511 подавлял и АДФ-индуцированную деполяризацию внутренней мембраны митохондрий (рис. 2). Ингибирование синтеза АТФ в митохондриях может быть определено 2 механизмами: ингибирование АТФ-синтазы и аденилаттранслокатора (переносчика адениновых нуклеотидов). Помимо этого, проведенное исследование показало, что в используемой концентрации DS16570511 не влияет на активность комплексов I, III, IV, но подавляет активность комплекса II (на 40%).

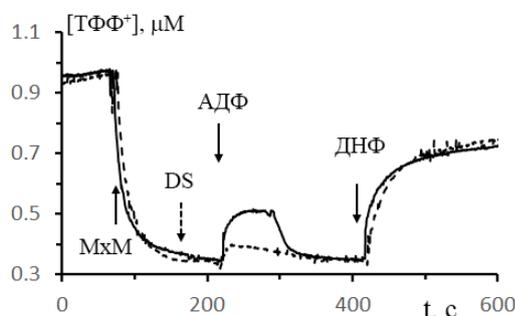


Рис. 2. Влияние DS16570511 на изменения мембранного потенциала митохондрий мозга крыс, вызванные добавками 200 мкМ АДФ и 50 мкМ ДНФ в качестве субстрата дыхания использовали 2.5 мМ глутамат и малат. Пунктирная линия – в присутствии 30 мкМ DS16570511

Таким образом, исходя из полученных данных можно сделать вывод о неспецифическом механизме действия DS16570511 на митохондрии мозга крыс.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-315-20011 мол_а_вед.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белослудцев К. Н., Дубинин М. В., Белослудцева Н. В., Миронова Г. Д. Транспорт ионов Ca^{2+} митохондриями: механизмы, молекулярные структуры и значение для клетки // Биохимия. 2019. Т. 84. С. 1115-1123.
2. Novorolsky R.J., Nichols M., Kim J.S., Pavlov E.V., J Woods J., Wilson J.J., Robertson G.S. The cell-permeable mitochondrial calcium uniporter inhibitor Ru265 preserves cortical neuron respiration after lethal oxygen glucose deprivation and reduces hypoxic/ischemic brain injury // J Cereb Blood Flow Metab. 2020. 271678X20908523.
3. Kon N., Murakoshi M., Isobe A., Kagechika K., Miyoshi N., Nagayama T. DS16570511 is a small-molecule inhibitor of the mitochondrial calcium uniporter // Cell Death Dis. 2017. 3. 17045.
4. Payne R., Li C., Fernandez-Garcia E., Vais H., Foskett K. The MCU inhibitor DS16570511 has off-target effects on mitochondrial membrane potential // Biophys J. 2019. 116. 270a.

ВЛИЯНИЕ АНТИДИАБЕТИЧЕСКОГО ПРЕПАРАТА ДАПАГЛИФЛОЗИНА НА ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ МИТОХОНДРИЙ ПЕЧЕНИ МЫШЕЙ ПРИ ИНДУКЦИИ САХАРНОГО ДИАБЕТА II ТИПА

Белослудцев К. Н.^{1,2}, Старинец В.С.², Теньков К.С.², Дубинин М.В.², Белослудцева Н.В.¹

1 — Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН, Пущино

2 — Марийский государственный университет, Йошкар-Ола

bekonik@gmail.com

Сахарный диабет II типа – одно из самых распространенных заболеваний, которое в настоящее время представляет собой важнейшую медико-социальную проблему, обусловленную хроническим течением, высокой инвалидизацией больных и смертностью из-за сопутствующих осложнений [1]. В основе развития данной патологии лежит резистентность клеток организма человека и животных к гормону инсулину, что приводит к увеличению уровня глюкозы в плазме крови (гипергликемии) и сопутствующим нарушениям липидного и белкового обмена. В свою очередь, это вызывает патологические изменения структуры и функции многих органов и систем организма, в том числе может привести к развитию сердечно-сосудистых заболеваний, нефропатии, ретинопатии и других тяжелых патологий [2].

Известно, что на внутриклеточном уровне, одной из основных мишеней сахарного диабета II типа являются митохондрии. Более того, нарушение митохондриального биогенеза является одной из причин возникновения инсулинорезистентности клеток. Развитию сахарного диабета II типа также способствуют нарушения работы системы окислительного фосфорилирования митохондрий, гиперпродукция активных форм кислорода, изменение систем регуляции Ca^{2+} гомеостаза и ремоделирование митохондриальной сети и др. Таким образом, можно предположить, что фармакологическая коррекция этих процессов будет при-

водить к клеточному перепрограммированию и ослаблению патологических последствий сахарного диабета и связанных с ним осложнений [3].

Известно, что ряд антидиабетических агентов улучшают функционирование митохондрий. Также стоит отметить, что препараты, мишенью которых являются митохондрии, с разной степенью эффективности обладают антидиабетическими свойствами. В настоящей работе мы исследовали влияние антидиабетического препарата дапаглифлозина (ингибитор Na^+ -зависимого котранспортера глюкозы 2-го типа (SGLT2)) на функционирование митохондрий печени мышей при индукции сахарного диабета II типа.

Индукцию сахарного диабета II типа проводили у самцов мышей линии C57BL/6. Сахарный диабет II типа будет смоделирован при использовании высокожирового питания (60% калорийности: стандартизированные корма Envigo) с последующим многократным внутривентральным введением малых доз стрептозоцина в дозе 35 мг/кг в течение 5 дней. После этого животные употребляли в пищу корм обычной калорийности (10%) в течение 3 недель. 2 группам животных в течение этого времени вводили дапаглифлозин в дозе 1 мг/кг веса. Таким образом, животные были разделены на 4 группы: 1) контрольные мыши; 2) опытные мыши с индуцированным сахарным диабетом II типа; 3) контрольные мыши, получающие дапаглифлозин; 4) животные с диабетом II типа, получающие в качестве терапии дапаглифлозин.

Как следует из результатов работы при развитии сахарного диабета наблюдалось значительное увеличение уровня глюкозы при проведении глюкозотолератного теста и инсулинчувствительного теста. Введение дапаглифлозина диабетическим животным приводило к достоверному снижению уровня глюкозы при проведении обоих тестов. То есть в нашей модели дапаглифлозин проявлял антидиабетические свойства.

В соответствии с поставленными в работе задачами мы исследовали влияние дапаглифлозина на функционирование митохондрий печени диабетических мышей. Показано, что при развитии сахарного диабета II типа наблюдалось снижение параметра дыхательного контроля (с 4.2 до 3.5), что являлось следствием увеличения дыхания митохондрий в состоянии 4. Введение дапаглифлозина диабетическим животным приводило к восстановлению параметра дыхательного контроля (до значения 4.1).

Показано, что у диабетических животных наблюдается увеличение перекисного окисления липидов (рис. 1). Введение животным дапаглифлозина приводило к снижению продукции малонового диальдегида митохондриями до значений контрольных животных.

Продемонстрировано, что при индукции сахарного диабета II типа у мышей наблюдается увеличение параметра Ca^{2+} емкости митохондрий печени. Это свидетельствует об увеличении устойчивости митохондрий печени диабетических животных к индукции митохондриальной поры. Ранее подобный результат был получен нами при индукции сахарного диабета I типа [4]. Введение животным дапаглифлозина не приводило к достоверному изменению данного параметра.

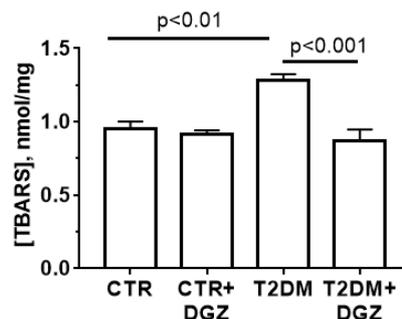


Рис. 1. Дапаглифлозин(DGZ) подавляет T2DM-стимулированное перекисное окисление липидов в митохондриях печени мышей. Перекисное окисление липидов оценивалось по концентрации TBARS (малоновый диальдегид и другие минорные альдегиды) в митохондриях печени 4 экспериментальных групп животных.

Таким образом, можно заключить, что введение диабетическим животным дапаглифлозина приводит к улучшению параметров дыхания и окислительного фосфорилирования митохондрий и подавлению развития окислительного стресса. Это свидетельствует о восстановлении функционального состояния митохондрий печени мышей.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-015-00117 а.

ЛИТЕРАТУРА

1. Информационный бюллетень ВОЗ. 2016. № 312.
2. D'Souza D.M., Al-Sajee D., Hawke T.J. Diabetic myopathy: Impact of diabetes mellitus on skeletal muscle progenitor cells // Front. Physiol. 2013. 4. 379.
3. Montgomery M.K., Turner N. Mitochondrial dysfunction and insulin resistance: an update // Endocr Connect. 2015. 4(1). R1-R15.

4. Belosludtsev K.N., Talanov E.Y., Starinets V.S., Agafonov A.V., Dubinin M.V., Belosludtseva N.V. Transport of Ca^{2+} and Ca^{2+} -Dependent Permeability Transition in Rat Liver Mitochondria under the Streptozotocin-Induced Type I Diabetes // Cells. 2019. 8(9). pii: E1014.

ВЛИЯНИЕ ИЕРАРХИЧЕСКОГО ПОЛОЖЕНИЯ ДЕГУ В ЗАМКНУТОЙ ГРУППЕ НА ПРОЦЕССЫ ГРУМИНГА

Дендобренко Д.К.¹, Бабури А.К.²

1-Санкт-Петербургская академия ветеринарной медицины, Санкт-Петербург

2 - ГОУ СОШ № 543, Санкт-Петербург

den_darija@mail.ru

Группа из 6 самок *Octodon degus* содержится в домашних условиях, возраст 2-3 лет, вместе содержатся более года. Наблюдения проводились в домашней обстановке при искусственном освещении в вечернее время в течение 30 минут ежедневно. Групповая жизнь дегу подразумевает налаженную систему слежения и оповещения своих сородичей о приближении хищника. Главным органом чувств дегу является обоняние, по этой причине грумингтак необходим животным для выживания.

Одной из важнейших поведенческих характеристик, является груминг, служащий для поддержания личной гигиены, поддержания качества меха, уменьшения уровня заболеваний в группе, а также к выделению альфы.

Груминг (от англ. groom — чистить, ухаживать, холить) — форма врожденного стереотипного поведения млекопитающих и выражается в уходе за мехом. Груминг особенно характерен для видов, образующих колониальные поселения или мобильные замкнутые группы и связан также с взаимными чистками (аллогруминг), что служит механизмом поддержания иерархических отношений в группе.

Исследователи колоний дегу обнаружили, что они любят купаться в пыли, делая при этом для себя специальную лунку. Было замечено, что статус дегу можно определить по размерам этой лунки: чем она больше, тем выше стоит зверек на иерархической лестнице среди своих соплеменников. В неволе пыль заменяется песочной ванной.

У домашних животных, в отличие от диких существуют определенные поведенческие стратегии, связанные с построением социальных взаимоотношений с другими животными и с хозяином.

В ходе наблюдений за тем, как дегу едят и используют беговое колесо, были выявлены 2 доминантные дегу и 4 подчинённые. Активность бодрствующих дегу в период наблюдения распределялась по времени следующим образом: груминг 20%, деятельность по постройке гнёзд 15%, бег в колесе 15%, приём пищи и погрызание чурбачков 15%, лежание 15%, хождение 10%, другое 10%. Высокая доля чисток среди прочих видов активности отражает биологическую значимость чистой неповрежденной поверхности тела для животного.

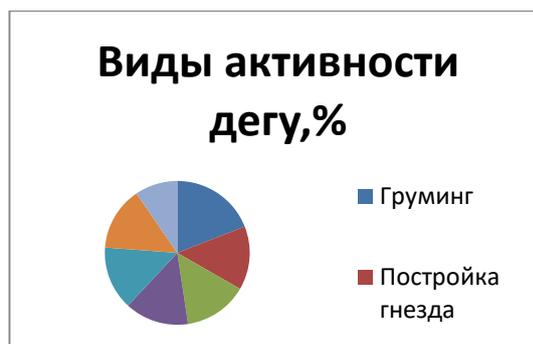


Рис. 1. Виды активности дегу.

Анализ показателей грумингавывявил различия в поведении дегу разных групп. В частности, аллогруминг практически не проявлялся у доминантных особей, напротив, подчинённые дегу чистили доминантов часто, что, несомненно, является демонстрацией подчинения им.

В ходе купания в песке животные соблюдали иерархическую последовательность. Особи группы подчинённых допускали совместное купание друг с другом, доминантные особи купались только в одиночку. Также доминантные особи не ждут своей очереди при купании в песке, а проходят немедленно.

Наибольшее время при чистке животные уделяют голове, что, несомненно, связано с расположением на ней важнейших органов чувств, и их значимостью для успешной жизнедеятельности животного. Наибольшие показатели чисток головы у доминантных особей (более 25%), при низких показателях общей частоты и времени чисток. Наименьшие — у подчинённых дегу (около 12%), при высокой общей ча-

стоте и длительности чисток. Возможно, особенности груминга могут являться невербальными сигналами превосходства.

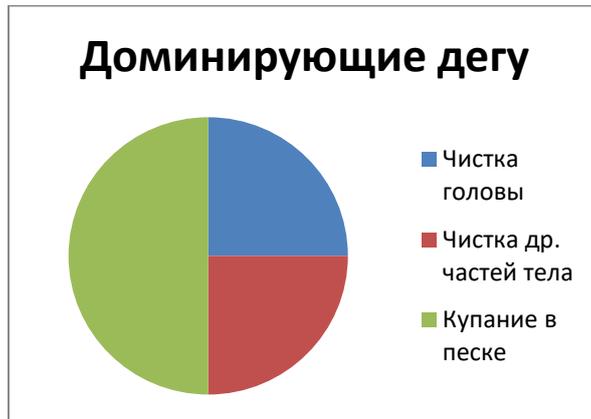


Рис.2 Особенности груминга дегу доминирующей группы

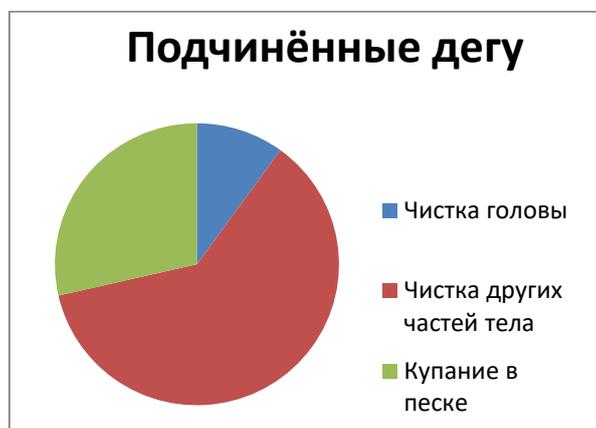


Рис.3. Особенности груминга дегу подчинённой группы

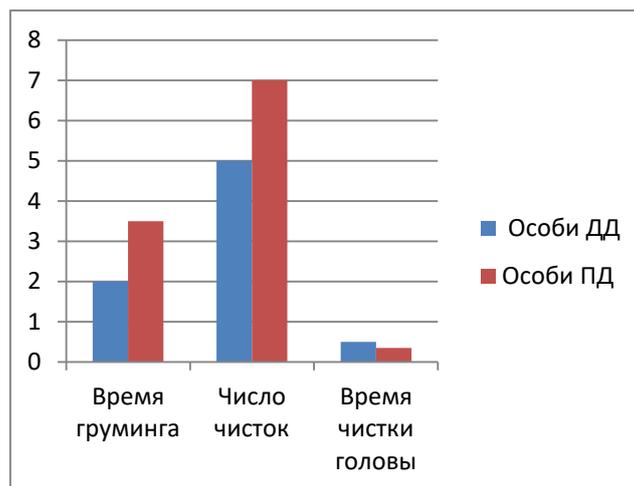


Рис.4 Время чистки головы при груминге у дегу разных групп.

ЛИТЕРАТУРА

1. Власов Н.А., Голикова Е.В., Савельев М.А. Социальное поведение домашних животных в условиях построения иерархии // Научное сообщество студентов: междисциплинарные исследования: сб. ст. по мат. X междунар. студ. науч.-практ. конф. № 7(10). URL: [https://sibac.info/archive/meghdis/7\(10\).pdf](https://sibac.info/archive/meghdis/7(10).pdf) (дата обращения: 05.01.2020).

2. Потапов М.А., Задубровский П.А., Задубровская И.В., Потапова О.Ф., Евсиков В.И. Мирнолюбивое и агрессивное поведение как факторы формирования видоспецифических семейно-групповых отношений у грызунов // Доклады Академии наук. 2014. Т. 454. № 4. С. 491.

3. Задубровский П.А. Изменчивость социального поведения мышевидных грызунов с разной пространственно-экологической структурой популяции, диссертация кандидата биологических наук: 03.02.04 / Институт систематики и экологии животных Сибирского отделения Российской академии наук. Новосибирск. 2013.

МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ФАУНЫ И НАСЕЛЕНИЯ ВОРОБЬИНООБРАЗНЫХ (PASSERIFORMES) В ЛЕСНЫХ БИОТОПАХ ЗАПОВЕДНИКА «БОЛЬШАЯ КОКШАГА»

Дробот В.И., Ярдухина М.А.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
drobot58@gmail.com

Материалом для работы послужили результаты учетов птиц на постоянном маршруте: п. Шушеры – урочище Расширение. Протяженность маршрута составляла 3.5 км. Использовалась методика маршрутных учетов без ограничения ширины полосы обнаружения [1]. Каждый сезон учеты проводились в одно и тоже время (май) в пятикратной повторности. При камеральной обработке использовались максимальные значения обилия из каждой серии учетов. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Динамика населения птиц на постоянном маршруте в заповеднике «Большая Кокшага»

№	Виды	2017 год		2018 год		2019 год	
		осо-би/км2	%	осо-би/км2	%	осо-би/км2	%
	Отряд: Charadriiformes Ржанкообразные Семейство: Scolopacidae Бекасовые						
1	Черныш <i>Tringa ochropus</i> Linnaeus, 1758	5.7	1.1	6.7	1.2	0	0
2	Бекас <i>Gallinago gallinago</i> Linnaeus, 1758	5.7	1.1	16.7	2.9	0	0
	Отряд: Galliformes Курообразные Семейство: Tetraonidae Тетеревиные						
3	Рябчик <i>Tetrastes bonasia</i> (Linnaeus, 1758)	11.4	2.3	3.3	0.6	0	0
4	Глухарь <i>Tetrao urogallus</i> Linnaeus, 1758	0	0	6.7	1.2	0	0
	Отряд: Columbiformes Голубеобразные Семейство: Columbidae Голубиные						
5	Вяхрь <i>Columba palumbus</i> Linnaeus, 1758	1.8	0.4	0	0	1.9	0.3
	Отряд: Cuculiformes Кукушкообразные Семейство: Cuculidae Кукушковые						
6	Кукушка обыкновенная <i>Cuculus canorus</i> Linnaeus, 1758	8.0	1.6	16.2	2.8	6.1	1.0
	Отряд: Piciformes Дятлообразные Семейство: Picidae Дятловые						
7	Дятел пестрый <i>Dendrocopos major</i> (Linnaeus, 1758)	11.9	2.4	4.4	0.8	5.7	0.9
8	Дятел седоголовый <i>Picus canus</i> Gmelin, 1788	0		0	0	5.7	0.9
	Отряд: Passeriformes Воробьинообразные Семейство: Motacillidae Трясогузковые						
9	Конек лесной <i>Anthus trivialis</i> (Linnaeus, 1758)	11.4	2.3	20.0	3.5	85.7	14.1
	Семейство: Aegithalidae Длиннохвостые синицы						
10	Синица длиннохвостая <i>Aegithalos caudatus</i> (Linnaeus, 1758)	22.9	4.6	0	0	11.4	1.9
	Семейство: Corvidae Врановые						
11	Ворон <i>Corvus corax</i> Linnaeus, 1758	11.9	2.4	13.3	2.3	0	0
	Семейство: Prunellidae Завирушковые						
12	Завирушка лесная <i>Prunella modularis</i> (Linnaeus, 1758)	11.4	2.3	33.3	5.7	11.4	1.9
	Семейство: Sylviidae Славковые						
13	Пеночка-весничка <i>Phylloscopus trochilus</i> (Linnaeus, 1758)	45.7	9.2	60.0	10.4	41.9	6.9
14	Пеночка-теньковка <i>Phylloscopus collybita</i> (Vieillot, 1817)	40.0	8.0	66.7	11.5	22.9	3.8
15	Пеночка-трещотка <i>Phylloscopus sibilatrix</i> (Bechstein, 1793)	11.4	2.3	13.3	2.3	34.3	5.7

16	Пеночка зеленая <i>Phylloscopus trochiloides</i> (Sundevall, 1837)	22.9	4.6	0	0	62.9	10.4
17	Славка черноголовая <i>Sylvia atricapilla</i> (Linnaeus, 1758)	11.4	2.3	0	0	11.4	1.9
	Семейство: Muscicapidae Мухоловковые						
18	Мухоловка-пеструшка <i>Ficedula hypoleuca</i> (Pallas, 1764)	45.7	9.2	96.9	16.7	97.1	16.0
	Семейство: Turdidae Дроздовые						
19	Дрозд певчий <i>Turdus philomelos</i> C. L. Brehm, 1831	11.4	2.3	13.3	2.3	0	0
20	Дрозд черный <i>Turdus merula</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	0	0	1.9	0.3
21	Деряба <i>Turdus viscivorus</i> Linnaeus, 1758	11.4	2.3	28.9	5.0	17.1	2.8
22	Зарянка <i>Erithacus rubecula</i> (Linnaeus, 1758)	28.6	5.7	20.0	3.5	51.4	8.5
	Семейство: Sittidae Поползневые						
23	Поползень обыкновенный <i>Sitta europaea</i> Linnaeus, 1758	1.9	0.4	0	0	0	0
	Семейство: Paridae Синицевые						
24	Гаичкабуроголовая <i>Parus montanus</i> Baldenstein, 1827	11.4	2.3	0	0	0	0
25	Синица большая <i>Parus major</i> Linnaeus, 1758	11.4	2.3	20.0	3.5	45.7	7.5
26	Синицаохлатая <i>Parus cristatus</i> Linnaeus, 1758	0	0	0	0	5.7	0.9
	Семейство: Fringillidae Вьюрковые						
27	Зяблик <i>Fringilla coelebs</i> Linnaeus, 1758	137.1	27.5	140.0	24.2	85.7	14.1
28	Снегирь обыкновенный <i>Pyrrhula pyrrhula</i> (Linnaeus, 1758)	5.7	1.1	10.0	1.7	0	0
	ИТОГО	498.1	100.0	579.7	100.0	605.9	100.0

За три года исследований на учетном маршруте было встречено 28 видов птиц. Фауна Воробьинообразных представлена 20 видами из 10 семейств: Трясогузковые, Длиннохвостые синицы, Врановые, Завирушковые, Славковые, Мухоловковые, Дроздовые, Поползневые, Синицевые, Вьюрковые. В видовом отношении наиболее разнообразна фауна представителей двух семейств: Славковые (пеночка-весничка, пеночка-теньковка, пеночка-трещотка, пеночка зеленая, славка черноголовая) и Дроздовые (дрозд певчий, дрозд черный, деряба, зарянка). Изменения в видовой структуре орнитоценоза преимущественно отмечались среди малочисленных видов. Однако следует отметить, что случаи элиминации в отдельные годы касались и фоновых видов. Например, пеночка зеленая, и славка черноголовая отсутствовали в учетах 2018 года, в то время как в 2017 и 2019 годах это были относительно многочисленные виды. Подобного рода ситуации в отношении этих двух видов отмечались и в предыдущих исследованиях [2]. Значительных изменений видового состава сообщества с момента исследований 2014-2016 г.г. не произошло. Из существенного следует отметить отсутствие в учетах иволги обыкновенной начиная с 2016 года. Кроме того, перестали встречаться трясогузка белая скворец обыкновенный, зеленушка обыкновенная, чечевица обыкновенная, овсянка обыкновенная, тяготеющие к открытым пространствам. Это вероятно связано с постепенным зарастанием древостоем таких участков. Такие виды как сойка, сорока в весенних учетах встречались спорадически.

По обилию воробьинообразные представляли основную долю орнитоценоза (от 91.1 до 96.8%). Плотность населения воробьиных птиц имела высокие значения и колебалась от 453.6 особи/км² до 586.5 особи/км². С 2017 года значения обилия росли и к 2019 году достигли показателей 2014 года. В тот период на протяжении трех лет до 2016 года на учетном маршруте отмечался спад численности птиц [2]. Группу доминантов в разные годы формировали преимущественно одни и те же виды – зяблик, конек лесной, пеночка-весничка, пеночка-теньковка, пеночка зеленая, мухоловка-пеструшка. Самым многочисленным видом сообщества являлся зяблик. В 2017 и 2018 г.г. этот вид составлял до четверти и более всего населения орнитоценоза (обилие 137.1 и 140.0 особи/км² соответственно). В отдельные годы лидирующее положение занимала мухоловка-пеструшка (2019 г. – 16.0%, 97.1 особи/км²). В 2018 году отмечалась высокая численность пеночки-веснички и пеночки-теньковки (60.0 особи/км², 10.4%; 66.7 особи/км², 11.5% соответственно). В прежние годы эти виды хотя и имели высокие показатели численности, но относились к группе субдоминантов. Отдельно следует отметить конька лесного. Этот вид обычно имел невысокие показатели обилия (11.4 – 20.0 особи/км²), его доля в сообществе составляла 2.3 – 3.5%, и, как правило, он входил в группу субдоминантов. В 2019 году численность конька лесного возросла до 85.7, доля участия достигла 14.1%.

Большинство видов сообщества формировали группу субдоминантов с долей участия от 1.0 до 9.9%. Стабильно на протяжении трех лет в нее входили завирушка лесная, пеночка-трещотка, деряба, зарянка, синица большая. В отдельные годы к субдоминантам относились конек лесной, синица длиннохво-

стая, ворон, пеночка-весничка, пеночка-теньковка, пеночка зеленая, славка черноголовая, дрозд певчий, гаичка буроголовая, снегирь обыкновенный. Группа второстепенных видов с долей участия от 0.1 до 0.9% немногочисленна и стабильна. Все эти годы в нее входили дрозд черный, поползень обыкновенный, синица хохлатая.

Таким образом в пределах обследованного участка заповедника на протяжении шести лет отмечена относительная стабильность видовой структуры сообщества птиц. Сформировался стабильный состав видов в различных группах доминирования. Воробьинообразные птицы составляют основу данного орнитоценоза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Равкин Ю.С. К методике учета птиц в лесных ландшафтах // Природа очагов клещевого энцефалита на Алтае (Северо-Восточная часть). Новосибирск. Наука. 1967. С. 66-75.
2. Дробот В.И. Мониторинг населения птиц на модельных маршрутах заповедника / Научные труды Государственного природного заповедника «Большая Кокшага». Вып. 8. Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет. 2017. С.370-384.

НАСЕЛЕНИЕ ПТИЦ В ЛЕСНЫХ БИОТОПАХ СОВЕТСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

Дрангой А.В., Дробот В.И., Ярдухина М.А.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
drobot58@gmail.com

Материал для данной работы собирался в окрестностях поселка Советский Советского района Республики Марий Эл. В биотопе смешанного леса был заложен постоянный маршрут протяженностью 3 км. Использовалась методика маршрутных учетов без ограничения ширины полосы обнаружения [1]. Учеты птиц проводились в апреле-октябре 2017 года с интервалом 10-14 суток. Сезон учетов был условно разделен на периоды: гнездовой (апрель-июнь), постгнездовой (июль-август), осенний (сентябрь-октябрь). При камеральной обработке в гнездовой период учитывались максимальные значения обилия из серии проведенных учетов, в остальные периоды – средние значения.

Видовой состав орнитоценоза относительно беден, представлен 19 видами из четырех отрядов: Ржанкообразные, Кукушкообразные, Дятлообразные, Воробьинообразные (рис.1). Наибольшее видовое разнообразие отмечено в гнездовой (16 видов) и постгнездовой (14 видов) периоды. В осенний период зарегистрировано наличие только 10 видов. Причем ряд из них: снегирь, сорока и галка были отмечены только осенью.

В целом плотность населения птиц в орнитоценозе низкая. Относительно высоких значений достигала только в гнездовой период (352.8 особи/км²). В остальные сроки: 185.8 особи/км² – в постгнездовой период и 103.1 особи/км² – в осенний период. Таких низких значений обилия ранее не отмечалось ни в одном из обследованных орнитоценозов республики. Например, в лесных биотопах заповедника «Большая Кокшага» обилие птиц в гнездовой период редко опускалось ниже 500.0 особей/км² [2]. В окрестностях г. Йошкар-Ола в эти же сроки плотность населения птиц составляла 1820,1 особи/км² [3], в заказнике «Марийское Присурье» – 566.2 особи/км² [4].

Среди отдельных видов по обилию следует выделить зяблика. Численность этого вида во все периоды была выше прочих: 86.6 особи/км² – в гнездовой период, 50.0 особи/км² – в постгнездовой, 16.6 особи/км² – в осенний. Относительно высокой на протяжении гнездового периода была плотность населения у пеночки-веснички (40.0 особи/км²), пеночки-теньковки (33.3 особи/км²), зарянки (26.6 особи/км²), конька лесного (20.0 особи/км²), вертишейки (20.0 особи/км²). Постгнездовой период характеризовался закономерным снижением обилия у большинства видов. Однако у некоторых (поползень, дрозд певчий, завирушка лесная) эти показатели оставались на уровне гнездового периода. В осенний период в орнитоценозе преимущественно фиксировались оседлые и зимующие виды (пищуха, поползень, ворона серая, дятел большой пестрый). В сентябре еще можно было наблюдать зарянку, пеночку-теньковку, кочующие стайки зябликов. В октябре появились снегири, биотоп стали посещать сорока и галка. Численность многих видов (галка, пеночка-теньковка, зарянка, поползень, пищуха) была сопоставима с постгнездовым периодом (13.3 особи/км²).

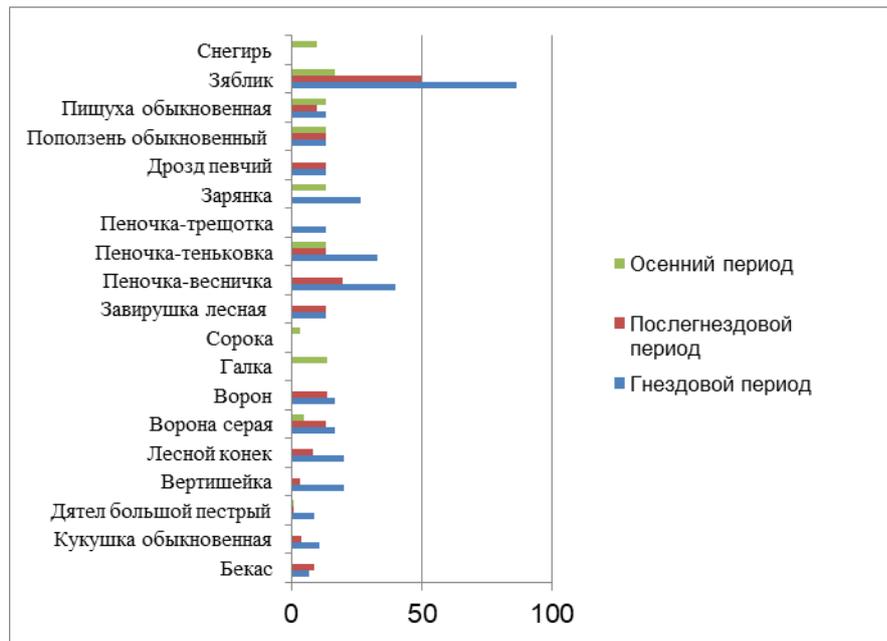


Рис. 1. Плотность населения птиц в орнитоценозе, (особи/км²)

По доле участия в орнитоценозе можно выделить 3 группы: доминанты, субдоминанты и второстепенные. Первую группу в гнездовой и постгнездовой период составляли зяблик (24.6% и 26.9% соответственно) и пеночка-весничка (11.3% и 10.7%). Прочие виды сообщества в эти периоды формировали группу субдоминантов с долей участия от 1.9% до 9.4% (рис. 2). Исключение составил дятел большой, в постгнездовой период он относился к группе второстепенных (0.6%). Осенью большинство видов составляло группу доминантов (зарянка, пеночка-теньковка, поползень, пищуха – по 12.9%, галка – 13.5%, зяблик – 16.1%). Остальные виды относились к субдоминантам (дятел – 1.1%, ворона серая – 4.8%, сорока – 3.2%, снегирь – 9.7%). В целом по обилию основную долю орнитоценоза составляли представители отряда Воробьинообразные: 86.8% – в гнездовой период, 90.8% – в постгнездовой, 98.9% – в осенний.



Рис. 2. Доля участия видов в орнитоценозе (%)

По результатам проведенных исследований следует заключить, что обследованный орнитоценоз характеризуется низкими показателями видового обилия, плотности населения птиц. В сообществе существенную роль играют доминанты и субдоминанты. Основу орнитоценоза составляют воробьинообразные.

ЛИТЕРАТУРА

1. Равкин Ю.С. К методике учета птиц в лесных ландшафтах // Природа очагов клещевого энцефалита на Алтае (Северо-Восточная часть). Новосибирск: Наука. 1967. С. 66-75.
2. Дробот В.И. Мониторинг населения птиц на модельных маршрутах заповедника / Научные труды Государственного природного заповедника «Большая Кокшага». Вып. 8. Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет. 2017. С. 370-384.
3. Мудрова К.С., Сергеева А.М., Дрангой А.В., Дробот В.В., Ильина Т.А. Гнездовая фауна и население птиц ботанического сада-института ПГТУ // Современные проблемы медицины и естественных наук: сборник статей Всероссийской научной конференции. Вып. 7, Йошкар-Ола, 23-27 апреля 2018 г.. Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т. 2018. С 200-203.
4. Дробот В.И. Птицы в орнитоценозах заказника «Марийское Присурье» // Современные проблемы медицины и естественных наук: сборник статей Всероссийской научной конференции. Вып. 6, Йошкар-Ола, 24-28 апреля 2017 г. – Йошкар-Ола: ООО ИПФ «СТРИНГ». 2017. С 164–168.

ДИНАМИКА ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ ПОПУЛЯЦИИ СТЕПНОГО СУРКА *MARMOTA VOBAK MULLER, 1776* В РЕСПУБЛИКЕ МАРИЙ ЭЛ

Петров С.А., Дробот В.И.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
drobot58@gmail.com

На 2019 год по Республике Марий Эл имеются достоверные сведения о наличии одного поселения степного сурка, которое состоит из четырех разрозненных колоний. Три колонии «Ямолино», «Актушево», «Юнга» располагаются на территории государственного заказника «Емешевский», созданного специально для охраны сурков. Колония «Акчерино» находится за пределами охраняемой территории [1]. В прежних работах имеются сведения по многолетней динамике численности сурков, основанные на анализе литературных сведений и собственных данных, а также по характеристике семейных группировок, пространственной структуре колоний на основе полевых исследований 2015 года [2; 3].

В настоящей работе дается оценка динамики численности животных и изменений границ в трех колониях сурков (колонии «Ямолино», «Актушево», «Акчерино») за период с 2015 г. по 2018 г. Информация относительно четвертой колонии («Юнга») не обсуждается вследствие необходимости уточнения информации. Материал для работы собирался в ходе полевых исследований на территории Горномарийского района республики Марий Эл в 2015 и 2018 г.г.

Колония «Ямолино» располагается на территории заказника «Емешевский». Она является самой старой и многочисленной среди всех колоний поселения. За трехлетний период численность сурков в колонии сократилась на 16.9% (со 195 особей до 162 особей). При этом границы колонии расширились на 120 м в ее южной части и на 100 м в юго-западной. Кроме того, часть сурков переместилась на 300 м в юго-восточном направлении и заселила новую, ранее не освоенную территорию (рис.1). Граница нового участка находится в 260 м от ближайшей сурчины старого поселения. Такое поведение животных в условиях сокращения численности вероятно связано с истощением кормовых ресурсов. Сурки были вынуждены заселять новые участки, не взирая на близкое соседство с человеком. Так, например, границы семейных участков животных на ново освоенной территории находились в 70-100 м от ближайших огородов и в 150-180 м от жилых домов. Следует отметить, что с момента заселения сурков в этой колонии в 1993 году, животные ни разу не делали попыток расширять колонию в этом направлении.



Рис. 1. Границы колонии сурков «Ямолино»

Колония «Актушево» так же располагается на территории заказника «Емешевский». За три года численность сурков в ней сократилась на 59.8% (со 127 особей до 51 особи). В отличие от колонии «Ямолино» современные размеры этой колонии сократились. Норы сурков располагались узкой полосой вдоль северного склона оврага. Как и в случае с выше описанной колонией «Ямолино» для колонии «Актушево» характерна фрагментация. Значительная часть животных расположилась в пределах старых границ, а 15 животных в составе трех семей начали осваивать новую территорию, удаленную от прежней на 600 м в северо-западном направлении. По имеющимся данным сурки обживали территорию колонии с 2000 года. Однако следы их жизнедеятельности на таком удалении от границ основного поселения ранее не обнаруживались. Такая ситуация вероятно связана с нехваткой кормовых ресурсов в прежних границах колонии.

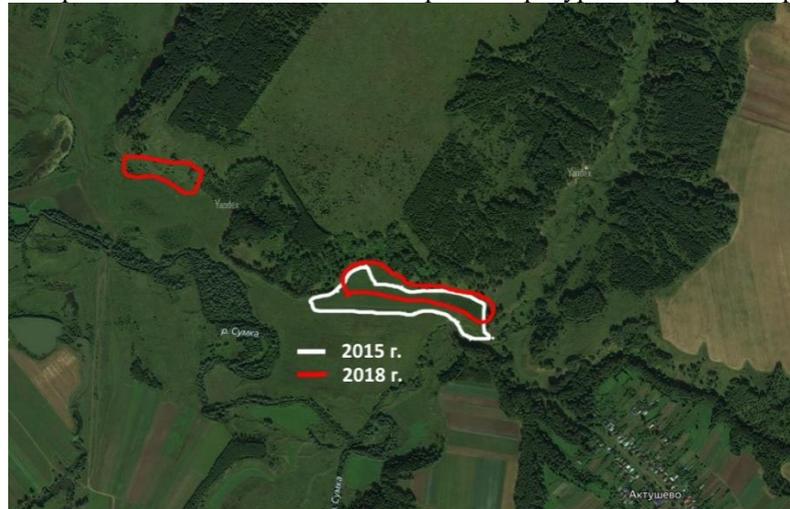


Рис. 2. Границы колонии сурков «Актушево»

Колония «Акчерино» располагается за пределами территории заказника «Емешевский». За трехлетний период численность сурков в ней сократилась на 70.0% (со 100 особей до 30 особей). В 2015 году колония состояла из одного большого и трех мелких фрагментов. Два из них в южной части к 2018 году прекратили существование. Расположение и границы других не изменились (рис.3). Половина сурков колонии в составе трехсемей по-прежнему заселяли восточный склон балки. Сурчины располагались узкой полосой вдоль русла ручья. К 2018 году в 60-160 м от северной границы старого участка сформировался вновь заселенный участок. На нем расположилась вторая часть современной колонии из 15 животных в составе трех семей. По всей видимости в колонии «Акчерино», как и в выше описанных, на сокращение численности и перераспределение животных могли повлиять проблемы с кормовой базой.



Рис. 3. Границы колонии сурков «Акчерино»

Таким образом за трехлетний период в трех обследованных колониях сурков произошли однотипные изменения, затронувшие численную и пространственную структуру поселений животных. Численность сурков значительно сократилась, колонии фрагментировались на несколько удаленных друг от друга участков, а прежние границы изменили конфигурацию. Подобные трансформации, по нашему мнению,

демонстрируют адаптацию сурков к меняющимся условиям существования, и в частности связаны с ухудшением состояния кормовой базы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дробот В.И., Шонгина Т.М. Сурок байбак (*Marmota bobak* Muller, 1776) в Республике Марий Эл // Принципы и способы сохранения биоразнообразия: Материалы VII Международной научной конференции 18-22 марта 2019 года. / Мар. гос. ун-т; отв. ред.: Г. О. Османова, Л. А. Животовский. – Йошкар-Ола: ООО «Вертола». 2019. С. 130-133.
2. Дробот В.И., Шонгина Т.М. Пространственная структура колоний сурка байбака в заказнике «Емешевский» Республики Марий Эл // Современные проблемы медицины и естественных наук. Сборник статей Международной конференции. Вып.8, Йошкар-Ола, 15-19 апреля 2019 г. Мар.гос.ун-т. Йошкар-Ола. 2019. С. 121-122.
3. Дробот В.И., Шонгина Т.М. Характеристика семейных группировок степного сурка в условиях Горномарийского района Республики Марий Эл // Современные проблемы медицины и естественных наук. Сборник статей Международной конференции. Вып.8, Йошкар-Ола, 15-19 апреля 2019 г. Мар.гос.ун-т. Йошкар-Ола. 2019. С. 123-124.

АДАПТИВНОСТЬ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ НЕМЕЦКОЙ СЕЛЕКЦИИ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

Евдокимова М.А.

Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола
myrar@mail.ru

В Российской Федерации картофель является одной из важнейших сельскохозяйственных культур, получившей название «второго хлеба» [1]. В настоящее время в мировом ассортименте картофеля насчитывается свыше трех тысяч сортов. В Российском Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию в производстве представлено более 200 сортов картофеля. Из них селекционерами России создано 59.9 %, Германии –12.2 %, Беларуси – 11.7 %, Голландии –10.3 %, Украины – 1.8 %, Великобритании – 1.4 %, Швеции, Финляндии, Австрии, Литвы, Эстонии 2.7 % [2]. Создание новых перспективных сортов и их успешное агроэкологическое районирование является одним из основных элементов эффективности отрасли картофелеводства. Для каждого региона необходима группа взаимодополняющих сортов, максимально использующих конкретные экологические и агротехнические условия, способных противостоять неблагоприятным факторам среды возделывания [3]. Эффективно использовать сорт можно, только имея информацию об его адаптивной способности – важнейшем свойстве, учет которого должен обусловить наибольшее соответствие между генотипом и особенностями окружающей среды [4].

Цель исследования: агроэкологическая оценка сортов картофеля ранней спелости компании Norika GmbH по коэффициенту адаптивности в условиях Республики Марий Эл.

Полевой опыт был заложен на территории Марийского филиала ФГУ «Госсорткомиссии Оршанского сортоучастка Республики Марий Эл» в 2016-2018 гг. Объект исследования – ранние сорта картофеля немецкой селекции компании Norika Nordring Kartoffelzucht und Vermehrungs GmbH (Norika GmbH). Схема опыта предусматривала изучение 4 ранних сортов картофеля: 1. Удача st – сорт-стандарт по Марий Эл в группе ранних сортов; 2. Никсе (Nixe NN); 3. Пароли (Paroli N); 4. Миа (Mia NN). Общая площадь делянки – 56 м² (2.8×20), учетная – 28 м² (1.4×20). Повторность опыта 4-х кратная. Размещение вариантов в опыте систематическое. Учет урожая проводили индивидуальным взвешиванием клубней картофеля с каждой делянки вручную в фазе отмирания ботвы. Статистическая обработка результатов исследований осуществлена на ПЭВМ с использованием дисперсионного анализа по методике Б.А. Доспехова (2011) [5]. Для анализа адаптивного потенциала сортов по показателю «урожайность» использовали методику Л.А. Животкова, З.А. Морозовой, Секатуевой (1994) [6]. В данной методике среднесортная урожайность берется за 100 %. Затем рассчитывали отношение урожайности каждого из испытываемых сортов к среднесортной. Перевод абсолютных величин урожайности в проценты позволяет сравнивать поведение сортов в разные годы. По полученному показателю можно судить об адаптивности или продуктивных возможностях сортов.

Почвенный покров опытного участка представлен дерново-слабоподзолистой среднегумусной среднесуглинистой слабосмытой слаборазмываемой на покровном суглинке почвой. Это одна из типичных почв для Республики Марий Эл. Согласно данным таблице 1 в годы исследования пахотный горизонт почвы опытного участка характеризовался средней степенью окультуренности с высоким содержанием фосфора, повышенным калия и реакцией почвенного раствора от средне- до слабокислой.

Таблица 1

Агрохимическая характеристика почвы

Год	Гумус, %	pH _{сол.}	P ₂ O ₅	K ₂ O	Степень насыщенности основаниями, %	H _г	S _{осн.}
			мг/кг почвы			мг экв./100 г почвы	
2016	2.72	4.8	238	159	72.0	4.2	10.8
2017	2.60	5.5	225	136	77.9	3.2	11.3
2018	2.59	5.4	209	143	79.9	3.0	11.9

Агрометеорологические условия в годы проведения исследований в основном являлись типичными для зоны, но отличались по сумме выпавших осадков и среднесуточной температуре воздуха в течение вегетационного периода картофеля от среднесортовых показателей.

Анализ данных таблицы 2 показал, что наиболее благоприятные погодные условия для роста, развития и формирования урожая картофеля был 2016 год. В последующий год среднесортовая урожайность в опыте упала на 31.1 %, а в 2018 снижение было лишь 8.3 %. В годы исследований сорта зарубежной селекции вели себя крайне нестабильно. Если в 2016 г. сорт Никсе сформировал урожайность существенно ниже сорта-стандарта Удача, то в 2017 г таким сортом был сорт Пароли, а в 2018 г. все зарубежные сорта уступили стандарту. Необходимо отметить, что сорт Миа в 2016 и 2017 гг. ушел урожайность на одном уровне с сортом-стандартом.

Следовательно, отдавая предпочтение сортам зарубежной селекции, картофелеводы должны помнить об особенностях почвенно-климатической зоны и агроклиматического района, где был создан сорт и где в дальнейшем он будет возделываться.

Согласно А.А. Молякко и А.В. Марухленко (2012) «специфическая адаптивная способность – это свойство растения максимально утилизировать благоприятные условия среды (солнечную радиацию, длину дня, влагу и др.) и противостоять существующим в данной местности стрессам (болезням, вредителям, засухе, повышенной или пониженной температуре и др.). Наряду со спецификой сорта должны обладать и общей адаптивной способностью – реализовать потенциальную продуктивность при ежегодных изменениях погоды» [7].

Таблица 2

Адаптивность ранних сортов картофеля в условиях РМЭ

Сорт	Урожайность, т/га			Доля урожайности относительно среднесортового значения, %			Коэффициент адаптивности (Ка)				
	2016 г	2017 г.	2018 г.	2016 г	2017 г.	2018 г.	2016 г	2017 г.	2018 г.	в среднем за 3 года	отклонение от стандарта, +/-
Удача st	20.6	13.6	21.0	107	102	119	1.1	1.0	1.2	1.1	–
Никсе	15.8	13.6	17.1	82	102	97	0.8	1.0	1.0	0.9	-0.2
Пароли	19.8	12.6	15.4	103	91	87	1.0	0.9	0.9	0.9	-0.2
Миа	20.8	13.4	17.2	108	101	97	1.1	1.0	1.0	1.0	-0.1
Среднесортовая	19.3	13.3	17.7	100	100	100					
НСР05	0.9	0.6	1.2								

Методика определения адаптивности сорта в почвенно-климатических условиях Марий Эл позволила установить реакцию исследуемых сортов на факторы внешней среды за каждый год при сравнении их конкретной урожайности со среднесортовой в опыте. Как видно из таблицы 2 величины коэффициента адаптивности зависели от физиологических способностей сортов приспосабливаться к почвенно-климатическим условиям конкретного места проведения испытаний. Как видно данный показатель, в годы исследования изменялся от 0.8 до 1.1, а в среднем за 3 года от 0.9 до 1.1. Показания ниже 1.0 говорят о том, что сорта не способны адаптироваться к местным условиям. Сорт картофеля Удача является не зря сортом-стандартом для ранних сортов в Марий Эл, он районирован в Республике с 2003 года. Действительно его показатель составляет 1.1, что указывает на его адаптацию. Ранние сорта немецкой селекции оказались более слабыми к внешним условиям региона проведения полевого эксперимента. Лишь сорт Миа обладал адаптивной способностью к почвенно-климатическим условиям Республики Марий Эл.

Таким образом, среди раннеспелых сортов картофеля немецкой компании Norika GmbH сорт Миа является наиболее перспективным для внедрения в производство на дерново-подзолистых почвах со средней степенью окультуренности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арькова Ж.А., Крюков А.А., Болдин М.А., Арьков К.А. Сравнительная оценка сортов картофеля отечественной селекции в условиях Тамбовской области // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы XV Международной научной конференции. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ. 2018. С. 633-636.
2. Туболев С.С., Шеломенцев С.И., Пшеченков К.А., Зейрук В.Н. Машинные технологии и техника для производства картофеля. М.: Агроспас. 2010. 316 с.
3. Попова Л.А., Головина Л.Н., Шаманин А.А., Маслова В.М. Оценка продуктивности и адаптивности сортов картофеля различных групп спелости в условиях Архангельской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2017. № 3 (58). С. 26-31.
4. Амелиюшкина Т.А. Адаптивность сортов картофеля в условиях серых лесных среднесуглинистых почв Калужской области // Аграрная наука. 2019. № 3. С. 72-74.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс, 2011. 352 с.
6. Животков Л.А., Морозова З.А., Секатуева Л.И. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «урожайность» // Селекция и семеноводство. 1994. № 2. С. 3-6.

7. Моляко А.А., Марухленко А.В. Коэффициент адаптивности сорта картофеля определяет его продуктивность // Картофель и овощи. 2012. № 3. С. 10-11.

РАННЕВЕСЕННЯЯ ФЛОРА УРОЧИЩА БОГАТЫРКА

Епифанов В.С.

Балашовский институт (филиал) Саратовского государственного университета
им. Н.Г. Чернышевского, Балашов
epifanov.v2015@yandex.ru

Лес – один из основных типов растительности. Он является уникальной частью биосферы и элементом географического ландшафта. Лес включает в себя деревья, кустарники, травянистые растения, низшие растения, микрофлору, фауну. Все эти компоненты леса составляют динамическое единство, влияют друг на друга и на окружающую природную среду. Изучение растительного покрова лесных фитоценозов является частью реализации одной из важнейших проблем мирового масштаба – сохранение биоразнообразия [1; 2].

Актуальность исследования определяется необходимостью охраны некоторых лесных видов растений и обоснования выделения особо охраняемых природных территорий, а также выявления зарослей лекарственных растений.

Цель исследования – изучение видового состава лесных фитоценозов урочища Богатырка. Исследования проводили в апреле-мае 2019 г. в окрестностях сел Подгорное и Большой Карай Романовского района Саратовской области. Романовский район самый западный район области. Расположен в зоне луговых степей восточной части Окско-Донской равнины в бассейне реки Карай, правого притока Хопра. Геоботанические описания проводили по общепринятым методикам [3; 4]. Тип леса – дубрава звездчатковая. Расположена дубрава на надпойменной террасе (171 м над уровнем моря), она спускается от Большого Мелика по крутому склону (65°) в долину реки Карай к району Змеёвки села Подгорное. Материалом исследований послужил гербарий. Смонтировано более 50 листов гербарных образцов.

Состав нагорной дубравы Богатырка: 8 *Quercus robur* L. + 3 *Tilia cordata* Mill., подлесок *Crataegus vulgensis* Pojark., 5 %, *Euonymus verrucosa* Scop., 3 %, подрост *Acer platanoides* L. – 2 %, *Ulmus laevis* Pall. – 2 %, полнота – 0,9, возраст – 85 лет [3]. В травянистом покрове леса доминирует *Stellaria holostea* L. и *Convallaria majalis* L. (проективное покрытие до 60 и 45% соответственно). Обильно встречались *Lathyrus vernus* (L.) Bernh. и *L. sylvestris* L. 17 и 18 особей на 10 м² соответственно. *Carex sylvatica* Huds. была представлена 17 особями, а *Betonica officinalis* L. – 16 на 10 м². Всего фитоценозы в весеннюю синузидию составляют 22 вида, из 16 семейств (табл. 1).

Таблица 1

Видовой состав фитоценозов дубравы ландышевой

Название вида	Семейство	Обилие вида по Браун-Бланке	Число особей на 10 м ²
1. <i>S. holostea</i>	Caryophyllaceae	3	25.00±1.53
2. <i>S. graminea</i> L.	-/-	1	6.33±0.23
3. <i>Steris viscaria</i> (L.) Rafin.	-/-	2	10.00±0.68
4. <i>L. vernus</i>	Fabaceae	2	17.00±0.74
5. <i>L. sylvestris</i>	-/-	3	19.00±1.15
6. <i>Pulmonaria obscura</i> Dumort.	Boraginaceae	1	4.66±0.12
7. <i>Anemoneoides ranunculooides</i> (L.) Holub.	Ranunculaceae	+	2.00±0.11
8. <i>Ficaria verna</i> Huds.	-/-	2	6.12±0.26
9. <i>Aegopodium podagraria</i> L.	Apiaceae	+	2.00±0.70
10. <i>C. sylvatica</i>	Cyperaceae	2	17.15±1.27
11. <i>Fragaria vesca</i> L.	Rosaceae	2	11.23±1.20
12. <i>Ranunculus acris</i> L.	Ranunculaceae	2	11.00±0.68
13. <i>C. majalis</i>	Convallariaceae	3	25.10±1.13
14. <i>Polygonatum multiflorum</i> (L.) All.	-/-	1	6.38±1.03
15. <i>Corydalis solida</i> (L.) Clairv.	Fumariaceae	2	10.10±1.48
16. <i>Betonica officinalis</i> L.	Lamiaceae	2	16.00±0.64
17. <i>Festuca pratensis</i> Huds.	Poaceae	3	15.00±1.45
18. <i>Asarum uropaeum</i> L.	Aristolochiaceae	1	4.26±0.52
19. <i>Fritillaria rutenica</i> Wikstr.	Liliaceae	+	2.40±0.41
20. <i>Scilla siberica</i> Haw.	Hyacinthaceae	2	7.12±1.16
21. <i>Ornithogalum fischerianum</i> Krasch.	Hyacinthaceae	+	2.80±0.60
22. <i>Viola canina</i> L.	Violaceae	2	11.15±1.22

В фитоценозе отсутствуют сорные растения. По фитоценотической приуроченности лесными являются 16 видов, лесостепными 6. Дубрава ландышевая в силу отдаленности от населенных пунктов не под-

вергается антропогенному воздействию. Таким образом, дубрава ландышевая урочища Богатырка имеет стабильные и сложившиеся фитоценозы и может служить эталоном ненарушенных лесных сообществ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Смирнова Е.Б., Семенова Н.Ю., Невзоров А.В. Лекарственные растения западного Правобережья Саратовской области: рациональное использование и охрана // Экопрофилактика, оздоровительные и спортивно-тренировочные технологии: матер. Междунар. науч.-практич. конф. (1-3 октября 2015г. г. Балашов) / под. ред. Д.В. Воробьева, Н.В. Тимушкиной. – Саратов: Саратовский источник, 2015. С. 103-106.

2. Махланова Д.Н., Смирнова Е.Б. Эколого-ботаническая характеристика фитоценозов лугово-степной зоны Среднего Прихребья // Теоретические и практические аспекты развития научной мысли в современном мире: сб. ст. Междунар. науч.-пр. конф. Уфа, 2016. С. 23-26.

3. Пастюшкова О.А., Королева И.С., Смирнова Е.Б. Лекарственные растения во флоре дубравы ландышевой урочища Богатырка Романовского района Саратовской области // Биоразнообразие и антропогенная трансформация природных экосистем: матер. Всерос. науч.-практич. конф., посвященной памяти профессора А.И. Золотухина и 85-летию Балашовского института (Балашов, 17-18 мая 2018 г.) / Под редакцией А.А. Овчаренко. – Саратов: Саратовский источник, 2018. С. 144-146.

4. Nevzorov A.V., Smirnova E.B., Sergeeva I.V. Ontogenetic Structure of Cenopopulations of *Orchis militaris* L. and *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soo (Orchidaceae, Liliopsida) in Romanovskii District of Saratov Region. Biol Bull Russ AcadSci 46, 1426–1430 (2019). <https://doi.org/10.1134/S1062359019100224>.

ОЦЕНКА ФОРМЫ ЛИСТОВОЙ ПЛАСТИНКИ У МИКРОВИДА *ALCHEMILLA SUBSTRIGOSA* JUZ. В ДВУХ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЯХ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ МЕТОДОМ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ МОРФОМЕТРИИ

Жукова О.В., Горячкина А.М.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
olga-v-zhukova@mail.ru

Растения-апомикты, к которым принадлежат растения рода манжетка (*Alchemilla* L.), по-прежнему остаются сложными с точки зрения систематики. Восточно-европейские таксоны рода принято рассматривать в качестве агамно-полового комплекса *Alchemilla vulgaris* L.s.l., состоящего из большого числа агамных видов, у которых имеются незначительные морфологические отличия [1]. Специфика изменчивости признаков апомиктов позволяет называть их агамными видами или микровидами [2]. Признаки листа являются неотъемлемыми диагностическими признаками манжетки. Морфологические исследования могут быть проведены методом геометрической морфометрии, представляющим интерес для решения вопросов систематики и экологии [3].

Оценку формы листовой пластинки манжетки провели у растений *Alchemilla substrigosa* Juz. из разных ценопопуляций, собранных в гербарий в объеме, достаточном для анализа. Ценопопуляции находятся в территориально удаленных административных районах Республики Марий Эл – на территории Сернурского (Восточный природный район) и Горномарийского (Юго-Западный природный район). Первая ценопопуляция (ЦП 1) располагается на опушке смешанного леса, вторая (ЦП 2) – на луговом склоне, который в течение дня периодически затеняется кронами деревьев. Ценопопуляции характеризуются некоторыми экологическими различиями [4] по характеристикам почв по шкалам Д.Н. Цыганова [5]. Проанализировали листовые пластинки 60 внутренних и 28 наружных отсканированных прикорневых листьев. Для характеристики формы листовой пластинки использовали подход, связанный с расстановкой меток [6]. На каждой листовой пластинке расставляли по 28 меток [7]: в основании листовой пластинки – 1, на вершине центрального зубца лопасти – 7, на вершине третьего зубца с каждой стороны лопасти – 14, в основании лопасти – 6. Последующую работу проводили с изображениями листовых пластинок в пакете компьютерных программ TPS (метод тонких пластин) и APS (метод анализа главных компонент) [8].

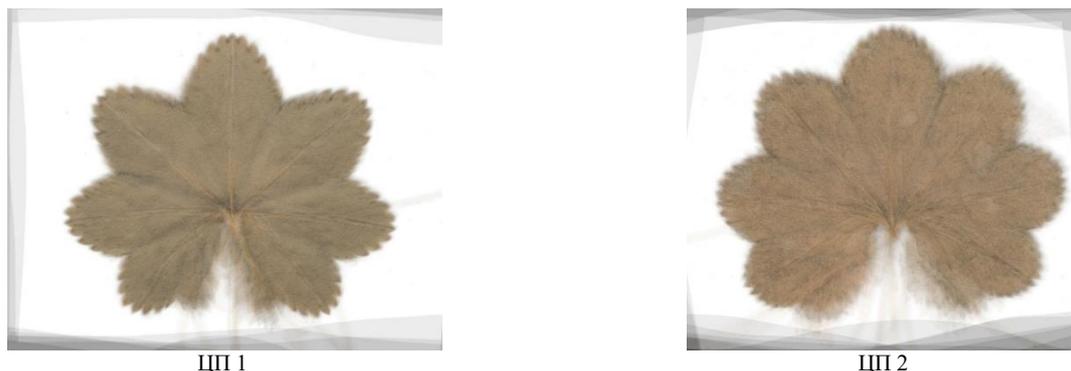
На рисунках 1 и 2 представлены эталонные конфигурации листовых пластинок для внутренних и наружных прикорневых листьев, имеющие «типичную» для *A. substrigosa* форму.



ЦП 1

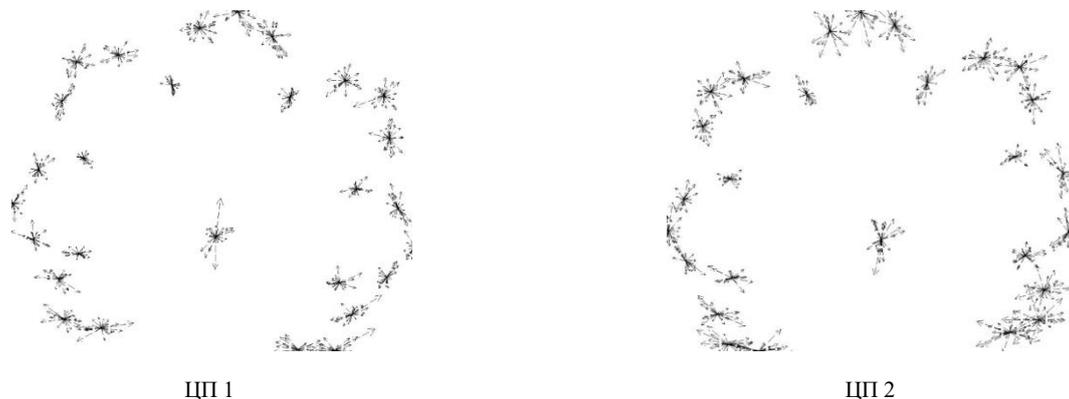


ЦП 2

Рис. 1. Усредненная конфигурация листовой пластинки внутреннего прикорневого листа *A. substrigosa*Рис. 2. Усредненная конфигурация листовой пластинки наружного прикорневого листа *A. Substrigosa*

Эталонная конфигурация листовой пластинки внутреннего прикорневого листа округлая, с 7-ю лопастями полулайцевидной формы и островатыми зубцами, в ЦП 2 зубцы мельче, чем в ЦП 1. Относительные координаты листовых пластинок из разных ценопопуляций не удалось классифицировать с помощью кластерного анализа – форма листовой пластинки *A. substrigosa* в исследованных ценопопуляциях не различается. Различия листовых пластинок внутренних прикорневых листьев из разных ценопопуляций по признакам зубцов листовой пластинки, по-видимому, требует дальнейшего анализа.

Эталонная конфигурация листовой пластинки наружного прикорневого листа округлая, 7-и лопастная, в ЦП 1 лопасти полулайцевидной формы, с крупными туповатыми зубцами, в ЦП 2 – полукруглой формы, с мелкими, острыми зубцами. Кластерный анализ относительных координат этих листовых пластинок продемонстрировал формирование двух групп листовых пластинок, преимущественно, по принадлежности к ценопопуляциям. В диагностике микровидов манжетки принимаются во внимание признаки внутренних прикорневых листьев.

Рис. 3. Варьирование формы листовой пластинки внутреннего прикорневого листа *A. substrigosa*

По рисунку 3, демонстрирующему векторы, указывающие изменения положения каждой метки для каждого объекта при наложении экземпляров друг на друга, видно, что наибольшая изменчивость листовой пластинки внутреннего прикорневого листа наблюдается в ЦП 2: листовая пластинка в большей степени варьирует по форме третьей пары лопастей и в основании. Можно предположить, что большая изменчивость формы листовой пластинки из ЦП 2 связана со сбором материала с большей площади (19 м²), чем в ЦП 1 (9 м²) и обусловлена гетерогенностью условий среды.

Авторы выражают благодарность В.В. Росляковой и Е.П. Стратилатовой за помощь в сборе материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Глазунова К.П. О возможности применения теории агамно-полового комплекса к систематике покрытосеменных растений (на примере рода *Alchemilla* L.) // Бюлл.МОИП. Отд. биол. 1977. Т.82, №5. С. 129-139.
2. Глазунова К.П. Виды, микровиды и агрегаты в таксономии рода *Alchemilla* L. (Rosaceae): на пути от искусственных систем к системе эволюционной // Современные проблемы популяционной экологии, геоботаники, систематики и флористики: материалы международной научной конференции, посвященной 110-летию А.А. Уранова: в 2 т. Т. 2. Кострома: КГУ им. Н.А. Некрасова, 2011. С. 106-114.
3. Васильев А.Г., Васильева И.А., Шкурихин А.О. Геометрическая морфометрия: от теории к практике. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2018. 417 с.

4. Жукова О. В., Горячкина А. М. Изменчивость морфологических признаков листа манжетки микровида *Alchemilla substrigosa* Juz. в разных местообитаниях Республики Марий Эл // Современные проблемы медицины и естественных наук: сборник статей Международной научной конференции / Мар. гос. ун-т. Йошкар-Ола, 2019. Вып. 8. С. 128-130.

5. Цыганов Д.Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М.: Наука, 1983. 197 с.

6. Павлинов И.Я. Геометрическая морфометрия черепа мышевидных грызунов (Mammalia, Rodentia): связь формы черепа с пищевой специализацией // Журн. общ. биологии. 2000. Т.61, №6. С. 583-600.

7. Жукова О.В., Загайнова Е.С., Готов Н.В. Изменчивость формы листовой пластинки *Alchemilla gracilis* Opiz в экологически контрастных местообитаниях / XII съезд Русского ботанического общества: Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI века. Матер. всероссийской конференции. Часть 1. Структурная ботаника. Эмбриология и репродуктивная биология. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2008. С. 37-40.

8. Павлинов И.Я., Микешина И.Я. Принципы и методы геометрической морфометрии // Журн. общ. биологии. 2002. Т.63, №6. С. 473-493.

МИКРОВИДЫ МАНЖЕТКИ (*ALCHEMILLA VULGARIS* L.S.L.) ГОРНОМАРИЙСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

Жукова О.В., Стратилатова Е.П.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
olga-v-zhukova@mail.ru

Широкое распространение апомиксиса у растений рода манжетка (*Alchemilla* L.), образующих агамно-половой комплекс *Alchemilla vulgaris* L.s.l. [1], допускает применение термина микровид для обозначения таксонов [2]. В практической систематике с определенной долей условности эти таксоны зачастую приравнивают к «нормальным» амфимиктическим видам [3]. На территории Республики Марий Эл приводится порядка 50 таксономических единиц манжетки [4; 5; 6; 7; 8; 9].

Горномарийский административный район Республики Марий Эл относится к Юго-Западному природному району, площадь которого составляет 1,5 тыс. км². Это единственный район, удаленный от основной части республики, расположенный на правом берегу р. Волга, на возвышенности, здесь преобладают широколиственные леса [4]. С юга район граничит с Чувашской Республикой, занимающей равнину с сильно пересеченной местностью, с густой сетью рек и оврагов [10].

В НИЛ «Гербарий YOLA им. Н.В. Абрамова» хранятся гербарные образцы манжетки, собранные на территории Горномарийского района, датированные 1931-2006 годами. Это 14 микровидов: *A. acutiloba* Opiz, *A. breviloba* Lindb. fil., *A. baltica* Sam. ex Juz., *A. glabricaulis* Lindb. fil., *A. filicaulis* Buser, *A. cymatophylla* Juz., *A. hirsuticaulis* Lindb. fil., *A. heptagona* Juz., *A. lindbergiana* Juz., *A. gracilis* Opiz, *A. monticola* Opiz, *A. propinqua* Lindb. fil. ex Juz., *A. sarmatica* Juz., *A. tubulosa* Juz. Большая часть манжеток была определена Н.В.Абрамовым и К.П. Глазуновой. Гербарный материал собран в окрестностях д. Алманово, с. Емешево, д. Носелы, д. Паулкино, д. Пернянгаши, с. Пертнуры, д. Рябиновка, в Емешевском Заказнике. Территория Горномарийского района обследована довольно равномерно. Места сбора манжетки весьма разнообразны: близ населенных пунктов, в лесах, садах, в оврагах, на залежах, склонах, опушках.

Популяционные сборы манжетки на территории района проводились на луговых склонах в четырех местах сбора в окрестностях д. Паулкино в 2003, 2004 [11] и 2009 годах, в одном месте сбора в окрестностях с. Емешево в 2017 году. В ходе популяционного сбора проводится сплошной сбор материала на исследуемой территории, в коллекцию попадают и массово произрастающие микровиды, и микровиды, которые, по нашим наблюдениям, встречаются лишь единичными генеративными розеточными побегими. Так были обнаружены *A. breviloba*, *A. conglobata* Lindb. fil., *A. filicaulis*, *A. hians* Juz., *A. monticola*, *A. plicata* Buser, *A. sarmatica*, *A. semilunaris* Alechin, *A. stellaris* Juz., *A. subcrenata* Buser, *A. substrigosa* Juz., *A. tubulosa*. Этот подход позволил расширить сведения о распространении микровидов манжетки. Ряд экземпляров был вложен в НИЛ «Гербарий YOLA им. Н.В. Абрамова».

Материалы критической ревизии манжетки в НИЛ «Гербарий YOLA им. Н.В. Абрамова» А.В. Чкалова, Д.Д. Аверкиева и В.П. Воротникова вошли в конспект рода *Alchemilla* L. для Республики Марий Эл [9]. Для Горномарийского района дополнительно приводятся *A. devestiens* Juz. (ранее определенные К.П. Глазуновой как *A. filicaulis*), *A. mininzonii* Czakalov, *A. sibirica* Zämelis, *A. tichomirovii* Czakalov, *A. trichocrater* Juz., *A. zimoenkensis* Czakalov, не подтвержден *A. hians* (большинство материала переопределено как *A. micans* Buser, один из образцов, определенный К.П. Глазуновой, переопределен как *A. filicaulis*).

ЛИТЕРАТУРА

1. Глазунова К.П. О возможности применения теории агамно-полового комплекса к систематике покрытосеменных растений (на примере рода *Alchemilla* L.) // Бюлл.МОИП. Отд. биол. 1977. Т.82, №5. С. 129-139.
2. Глазунова К.П. Виды, микровиды и агрегаты в таксономии рода *Alchemilla* L. (Rosaceae): на пути от искусственных систем к системе эволюционной // Современные проблемы популяционной экологии, геоботаники, систематики и флористики: материалы

- международной научной конференции, посвященной 110-летию А.А. Уранова: в 2 т. Т. 2. Кострома: КГУ им. Н.А. Некрасова, 2011. С. 106-114.
3. Тихомиров В.Н., Нотов А.А., Петухова Л.В., Глазунова К.П. Род Манжетка // Биологическая флора Московской области. Вып.10. М.: Изд-во МГУ; Изд-во Аргус, 1995. С. 83-118.
 4. Абрамов Н.В. Конспект флоры Республики Марий Эл. Йошкар-Ола: МарГУ. 1995. 192 с.
 5. Абрамов Н.В. Флора Республики Марий Эл: справочное пособие. Мар. гос. ун-т. Йошкар-Ола. 2008. С. 78-80.
 6. Глазунова К.П., Обухова М.А. *Alchemilla tubulosa* Juz. – новый вид для флоры Республики Марий Эл // Бюлл. МОИП. Отд. биол. 1999. Т. 104, вып. 2. С. 61.
 7. Глазунова К.П., Кодочигова (Жукова) О.В. Новые для флоры Республики Марий Эл виды манжеток (*Alchemilla* L., Rosaceae) // Бюлл. МОИП. Отд. биол. 2004. Т. 109, вып. 3. С. 86.
 8. Чкалов А.В. Новые виды *Alchemilla* (Rosaceae) из Среднего Поволжья // Бот. журн. 2011. Т. 96, № 12. С. 1633–1643.
 9. Чкалов А.В., Аверкиев Д.Д., Воронников В.П. Род манжетка (*Alchemilla* L., Rosaceae) во флорах Нижегородской области и Республики Марий Эл // Вестник Пермского университета. Биология. Вып. 3. 2019. С. 264-279.
 10. Гафурова М.М. Сосудистые растения Чувашской Республики. Флора Волжского бассейна. Т. III. Тольятти: Кассандра, 2014. 333 с.
 11. Жукова О.В. Популяционное исследование микровидов манжетки *Alchemilla vulgaris* L.s.l., Rosaceae. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук по специальности 03.00.05 – ботаника. Казань, 2008. 23 с.

ХОЗЯЙСТВЕННО-ПОЛЕЗНЫЕ КАЧЕСТВА ЦЕСАРОК СОХРАНЯЕМЫХ В КФХ ЖДАНОВА К.А. ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Забиякин В.А.

ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет»,
Марийский НИИСХ – филиал ФГБНУ ФАНЦ Северо-Восточный университет, Йошкар-Ола
zabiakin@marsu.ru

Необходимость сохранения российского генофонда цесарок возникла в последние годы в связи с сокращением в стране крупных птицеводческих хозяйств занимающихся разведением цесарок. Особенно катастрофически уменьшилась общая численность и количество генофондных цесарок таких ценных пород, как волжские белые, загорские бело грудые и голубые [1; 2]. Даже промышленные стада птиц этих пород в настоящее время крайне малочисленны, а имеющееся поголовье разбросано небольшими локальными группами по обширной территории различных регионов России, сохраняясь в основном в фермерских и индивидуальных хозяйствах. Массовое сокращение племенного поголовья цесарок, особенно волжской белой породы, привело к ослаблению селекционной работы с ними. Такие изменения могут уже в ближайшие годы привести к полному их исчезновению с территории Российской Федерации, что явится невосполнимой утратой для российского птицеводства [2; 4]. Сохранение генофонда редких пород птиц базируется на селекции, т.е. отборе животных из существующей популяции. Производство птицеводческой продукции эффективно лишь при условии полного использования всего биологического потенциала птицы как в плане получения максимального количества молодняка, так и улучшения ее хозяйственно-полезных качеств. Первоочередной задачей селекции цесарок в фермерском хозяйстве является выявление и отбор генотипов птицы, обеспечивающих высокую продуктивность птицы и хорошее качество получаемой товарной продукции. Постоянный рост требований потребительского рынка к качеству и ассортименту фермерской продукции ставит перед селекционерами задачу улучшить мясные, воспроизводительные и товарные качества птицы, выращиваемой при дефиците корма и свободно-выгульном содержании [2; 3; 4]. Одним из важных факторов содержания цесарок в условиях фермерского хозяйства является контроль хозяйственно-полезных признаков, их взаимозависимость и наследуемость [1; 2].

Работу по изучению хозяйственно-важных качеств цесарок проводили в КФХ Жданова К.А. Воронежской области. При проведении исследований по поддержанию продуктивных качеств цесарок и воспроизводства аутосексных групп птицы применяли комбинированную селекцию. Птица содержалась в следующих условиях: селекционные ядра всех групп птицы в индивидуальных клетках с применением искусственного осеменения, группы множителей всех фенотипов и популяций в вольерах по 200-300 голов с выгулами. Общепринятыми количественными методами были оценены продуктивные и воспроизводительные качества ремонтного молодняка и маточного стада в фермерском хозяйстве. Исследование было основано на оценке фенотипа и продуктивности двухгодовалых особей с целью использования их в дальнейшем воспроизводстве стада. Для получения результатов были изучены продуктивные и воспроизводительные качества двух линий цесарок волжской белой породы и голубых цесарок за второй цикл продуктивности. Серо-крапчатая птица составила контрольную группу. Была проведена оценка цесарок, отобраны и воспроизведены лучшие семьи двух линий и голубой популяции птицы. Оценено полученное потомство.

Результаты оценки хозяйственно полезных качеств опытных групп птицы приведены в таблице 1.

Таблица 1

Хозяйственно полезные качества цесарок маточного стада за 2-й цикл продуктивности

Показатель	Линии			Контрольная группа серо-крапчатых цесарок
	ВБА-1	ВБ-4	Голубые	
Яйценоскость за 24 нед. 2-го цикла, шт.	102.2	117.0	108.3	95.6
Масса яйца, г				
начало 2-го цикла	46.8 ± 0.41	45.7 ± 0.28	45.4 ± 0.33	46.3 ± 0.32
середина	49.5 ± 0.33	47.2 ± 0.24	47.6 ± 0.46	48.7 ± 0.34
конец	48.7 ± 0.37	47.0 ± 0.23	47.2 ± 0.44	48.1 ± 0.35
Оплодотворённость яиц, %	90.2	89.4	91.3	78.6
Вывод цесарят, %	68.1	69.7	70.2	63.3
Живая масса потомства, г:				
в 10 недель				
самцы	1106 ± 5.9	964 ± 6.3	983 ± 10.4	933 ± 11.8
самки	1060 ± 5.6	956 ± 6.1	971 ± 8.4	925 ± 10.1
в 20 недель				
самцы	1635 ± 7.3	1563 ± 10	1583 ± 7.4	1540 ± 8.9
самки	1521 ± 6.1	1484 ± 5.7	1491 ± 7.1	1460 ± 8.0
Сохранность молодняка, %	94.8	96.4	96.9	95.7
Сохранность взрослых цесарок, %	94.2	94.6	64.2	93.9

Из данных табл.1 следует, что в результате проведенной работы в группах птицы сохранилась довольно высокая продуктивность за два года испытаний. Показатели продуктивности были характерными для породной птицы и контрольной группы (птица размножается по типу панмиксии).

В результате проведенной работы в линиях сохранена ранее достигнутая высокая продуктивность, при этом она дифференцирована по направлению продуктивности. Так, отцовская линия ВБА-1 по скорости прироста живой массы молодняка до 10-недельного возраста превысила сверстников материнских линий ВБ-4 и голубых цесарок на 10.3% и 4.1% соответственно. В то же время материнские линии ВБ-4 и голубые птицы превосходили цесарок отцовской линии по выходу цесарят от родительской пары на 14.7% и 10.9% соответственно. Следует отметить, что за 2 года содержания птицы в КФХ Жданова К.А. Воронежской области у цесарок несколько повысилась яйценоскость на 0.9-3.9%, а уровень живой массы остался на прежнем уровне. Показатели спермопродукции цесарей отцовской линии также остались на довольно высоком уровне: объем эякулята составил 0.108 ± 0.02 см³, концентрация спермиев 4.63 ± 0.04 млрд/см³; активность $9.35 \pm 0,005$ балла. По линии ВБ-4 возраст половой зрелости составил 31.8 ± 0.11 нед., достижение массы яиц 38 г – 32.1 нед., 40 г – 32.8 нед. По голубой птице возраст половой зрелости – 31.4 ± 0.09 , масса яйца 38 г достигнута в 32,7 нед., 40 г – 33.5 нед. Анализ показал, что рост массы яйца по линиям происходил до 43-44 недельного возраста, в последующие возрастные периоды изменения массы яйца цесарок были незначительными. Достигнутая масса яиц, снесенных цесарками опытных групп, соответствовала породным требованиям на всех этапах продуктивного периода. Однако линейные цесарки не различаются по массе снесенного яйца ($P > 0.05$). По всей видимости, из-за условий содержания, на фоне недостаточного кормления, они снизили массу сносимых яиц по сравнению с цесарками промышленных линий (исходных для цесарок фермерского хозяйства). Данный факт говорит о необходимости дальнейшей селекционной работы по дифференциации отцовских и материнских линий в новых условиях.

Расчет коэффициента корреляции между возрастом половой зрелости и яйценоскостью самок был положительным и составил $r = 0.37$, а между возрастом половой зрелости и достижением стандартной массы яйца 38 г отрицательный ($r = -0.23$). Таким образом, отбор цесарок по возрасту половой зрелости позволяет увеличивать яйценоскость цесарок, в то же время следует контролировать массу яйца, так как более раннее начало яйценоскости может привести к уменьшению числа яиц пригодных к инкубации. Выход инкубационных яиц пригодных к инкубированию по линиям был следующим: ВБА-1 – 89.1-90.2 %; ВБ-4 – 91.1-92.4 %; голубых цесарок – 92.3-93.1 %, контрольной группы серо-крапчатых цесарок 88.2-79.8 %.

Результаты проведенной работы показали, что во всех группах цесарок сохранена дифференциация по продуктивным признакам. Хозяйственно важные качества цесарок при воспроизводстве маточного стада устойчиво наследуются потомками. У белых цесарок отмечены четкие различия в окраске оперения самцов и самок. Самцы характеризуются светло кремовой, а самки более темной окраской перьевого покрова. Этот признак хорошо наследуется, в результате отбора за 5 поколений точность сексирования кремовых цесарок сохранилась и составила в суточном возрасте – 85.7; в результате отбора в 12 недель – 96.1; в 20 недель – 99.6%. Сохраняемые группы цесарок получили широкое распространение среди любителей птицеводов. Птица реализована в 4 региона РФ.

1. Ройтер Я.С., Шашина Г.В., Дегтярёва Т.Н., Лесик О.П. Особенности селекционной работы с цесарками. // Птицеводство. 2016. № 3. С. 7-11.
2. Ройтер Я.С., Шашина Г.В., Дегтярёва Т.Н., Лесик О.П. Современные направления в селекции цесарок / Инновационное обеспечение яичного и мясного птицеводства России Материалы XVIII Международной конференции ВНАП. 2015. С. 83-85.
3. Забиякин В.А., Вельдина М.Е., Кропотова А.Л., Забиякина Т.В. Приемы комплектования селекционных гнезд и биоразнообразие цесарок в генофондном хозяйстве // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2013. № 1. С. 44-48.
4. Забиякин В.А., Забиякина Т.В., Кропотова А.Л. Содержание цесарок в индивидуальном хозяйстве / Зоотехническая наука в условиях современных вызовов Сборник статей научно-практической конференции с международным участием, посвященной 85-летию со дня рождения академии Л.К. Эрнста и 80-летию подготовки зоотехников в Вятской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. С. 112-115.

ПОКАЗАТЕЛИ ПРОДУКТИВНОСТИ ЦЕСАРОК ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ СОДЕРЖАНИЯ

Забиякин В.А.

ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет»,
Марийский НИИСХ – филиал ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока
zabiakin@marsu.ru

Успех разведения цесарок во многом определяется уровнем племенной работы, применяемой технологией содержания и кормления птицы. Одна из основных задач племенной работы - совершенствование хозяйственно-полезных качеств птицы (продуктивность, вес яиц, их выводимость, сохранность кур при выращивании и продуктивном использовании, оплата корма и др.) [1; 7]. Однако племенная работа, если ее ограничить только выведением отдельных линий, все-таки не может удовлетворить современным требованиям фермерского птицеводства, при котором условия содержания птицы непосредственно связаны с природными факторами и сезонами года. В современных индивидуальных и фермерских хозяйствах следующие способы содержания птицы: клеточный, напольный, вольерный, комбинированный [3]. Выбор способа содержания зависит от формы хозяйства, а так же его финансовых возможностей. В силу многих биологических закономерностей нельзя вывести птицидинаково приспособленных ко всем способам содержания, будь то в пределах одного вида, или даже породы. Обеспечив при этом максимальное получение продукции по всему комплексу хозяйственно-полезных признаков. Существование в каждом стаде смеси генотипов, независимо от его происхождения во многом обуславливается биологическими и внешними причинами [2; 4].

Воздействие на организм цесарок целого комплекса факторов внешней среды при содержании в фермерском хозяйстве усложняет процесс наследования и создает высокую степень изменчивости птицы в популяции. Вследствие этого морфологические, физиологические и продуктивные качества опытных групп птицы при сходном генном комплексе, то есть при сходных наследственных особенностях, могут быть весьма различны. Ройтером Я.С. установлено, что наследование основных селекционных признаков цесарок имеет полигенный характер [4; 5; 6]. В условиях экстенсивного производства цесарок отбор их в родительское стадо чаще всего проводят по фенотипу и называют массовым, а отбор по генотипу проводится редко и очень затратен, его называют индивидуальным. Однако в хорошем хозяйстве строгих разграничений между этими формами отбора не должно быть. Обе формы отбора обуславливают не только развитие разносторонних особенностей самого животного, но и сохранение их в той или иной степени в потомстве [6; 7; 8]. В то же время фенотип и генотип цесарки находятся в тесной взаимозависимости от условий содержания: развитие всех фенотипических признаков обусловлено определенным генотипом через его взаимодействие со средой. Генотип цесарок в фермерском хозяйстве при отборе оценивают по фенотипу конкретной особи, фенотипу ее ближайших родственников и в последующем, по фенотипу ее потомства. Тем не менее, при всей сложности наследования хозяйственно полезных признаков цесарок их фенотип не всегда и не в полной мере отражает наследственные свойства животного, его генотип. И нередко даже выдающиеся по продуктивным качествам животные дают низкопродуктивное потомство. Особенно это важно учитывать при содержании цесарок в малочисленной группе и постоянно меняющихся условиях содержания (клеточное, выгульное) у фермеров [7; 8].

Задачей настоящего исследования было изучение показателей продуктивности цесарок серокрапчатой и волжской белой популяций при различных технологиях содержания. В каждой группе птицы наблюдалось по 300 особей. Работу проводили в течении 2-х лет в КФХ Жданова К.А. Воронежской области. Продуктивные и воспроизводительные качества ремонтного молодняка и маточного стада оценивались общепринятыми количественными методами [7; 8]. Испытывали два способа содержания цесарок на глубокой подстилке и в клетках.

Основные хозяйственно полезные признаки серокрапчатых и волжских белых цесарок приведены в таблице 1 и 2.

Хозяйственно полезные качества серо-крапчатых и волжских белых цесарок за 1-й продуктивный период

Показатель	Серо-крапчатые		Волжские белые	
	подстилка	клетки	подстилка	клетки
Яйценоскость за 58нед., шт.	83.2-91.7	110.5-113.8	93.5-106.6	114.7-118.9
Масса яйца, гначало середина конец	41.9-42.9	41.2-42.0	40.6-42.2	40.0-42.0
	46.4-47.8	46.1-46.4	45.2-46.1	44.7-45.7
	46.7-48.5	46.3-47.2	46.1-46.9	45.3-46.0
Вывод инкубационных яиц, %	88.7-89.2	86.4-87.9	88.0-88.3	85.9-86.7
Оплодотворённость яиц, %	80.1-83.7	88.7-90.1	82.6-87.6	89.8-92.0
Вывод цесарят, %	55.0-55.9	59.1-66.7	56.1-61.4	67.3-73.0
Живая масса потомства, г в 12 недель самцы самки в 20 недель самцы самки	0.90-0.94	0.91-0.94	0.84-0.92	0.87-0.91
	0.87-0.90	0.88-0.91	0.87-0.90	0.81-0.89
	1.47-1.52	1.48-1.53	1.45-1.49	1.47-1.48
	1.43-1.49	1.44-1.50	1.41-1.44	1.42-1.44
Сохранность молодняка,%	91.7-94.8	91.9-92.7	92.3-94.3	93.9-94.2
Сохранность взрослых цесарок, %	92.6-94.2	92.4-93.7	92.1-92.8	92.8-93.9

Таблица 2

Основные хозяйственно полезные качества серо-крапчатых и волжских белых цесарок за 2-й продуктивный период

Показатель	Серо-крапчатые		Волжские белые цесарки	
	подстилка	клетки	подстилка	клетки
Яйценоскость за 24нед., шт.	79.6 ± 3.2	92.8 ± 2.8	84.8 ± 2.7	96.4 ± 2.1
Масса яйца, г начало середина конец	48.2 ± 0.33	47.4 ± 0.32	45.3 ± 0.72	43.6 ± 0.61
	49.6 ± 0.41	48.5 ± 0.33	46.8 ± 0.54	45.6 ± 0.52
	48.7 ± 0.39	48.1 ± 0.36	46.4 ± 0.57	45.4 ± 0.40
Оплодотворённость яиц, %	75.6	84.9	79.3	85.6
Вывод цесарят, %	62.1	64.0	63.6	65.3
Живая масса потомства, г в 12 недель самцы самки в 20 недель самцы самки	925 ± 13.5	929 ± 13.1	897 ± 14.2	894 ± 12
	888 ± 9.7	879 ± 9.7	871 ± 9.1	869 ± 10.2
	1520 ± 9.4	1531 ± 9.5	1472 ± 8.9	1492 ± 9.7
	1431 ± 9.7	1442 ± 9.4	1410 ± 9.4	1425 ± 8.9
Сохранность молодняка, %	93.7	94.2	94.0	93.8
Сохранность взрослых цесарок, %	94.2	92.7	93.7	92.3

Как следует из приведенных данных продуктивность серо-крапчатых и волжских белых цесарок за годы оценки была на уровне характерном для сохраняемых групп. Группы цесарок содержащиеся при различных технологиях содержания отличались по показателям продуктивности. Так, при содержании цесарок на подстилке у них была более низкая яйценоскость на 22.0-14.3 % при более высокой массе яйца на 2.2-1.4 %. Аналогичные данные получены и во втором цикле продуктивности (табл. 2). Цесарки серо – крапчатой и белой популяций, содержащиеся в клеточной батарее, превосходили сверстников, содержащихся на подстилке, по яйценоскости на 13,7 – 16,5 %, уступая им по массе яйца на 2,7-4,1%.

При этом изучаемые популяции цесарок во втором цикле, независимо от условий содержания (подстилка, клетка), снесли за аналогичный период меньше яиц, чем в первом цикле на 7.2 – 11.3 %. В то же время масса яйца у них была выше на 5.2 – 3.8 %. Другие показатели (оплодотворенность, выводимость яиц, сохранность птицы, живая масса потомства) у изучаемых цесарок были на уровне первого цикла.

Для контроля за признаками, связанными с мясными качествами цесарок, была проведена оценка мясных качеств птицы. В качестве контроля была оценена птица голубой популяции содержащаяся в вольерах. Результаты анатомической разделки изучаемых пород цесарок приведены в табл. 3.

Таблица 3

Мясные качества цесарок (в % от живой массы)

Показатель	Волжские белые	Серо-крапчатые	Голубые (контроль)
------------	----------------	----------------	--------------------

	самцы	самки	самцы	самки	самцы	самки
Живая масса, г.	1006	970	928	890	896	875
Мышц всего:	45.7	46.2	44.6	45.0	44.2	44.6
в т.ч. грудных	16.5	16.3	16.1	15.1	16.2	15.3
ножных	18.1	17.9	16.9	16.6	16.9	15.2
Съедобных частей	58.5	59.1	58.1	59.0	58.0	58.3

Так следует из приведенных данных (табл. 3) выход грудных мышц по группам находился в пределах от 15.1 до 16.5%, ножных от 15.2 до 18.1%. Выход съедобных частей от 58.0 до 59.1%. При этом по мясным качествам достоверных породных и половых отличий не отмечено.

По итогам проведенных исследований было рекомендовано применять в данном фермерском хозяйстве все изученные способы содержания птицы, при этом учитывая направление продуктивности разводимой породы. Для производства мяса предпочтительным является содержание цесарок на глубокой подстилке, для производства пищевых яиц – клеточное их содержание.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фисинин В. И. Генетические ресурсы сельскохозяйственных животных России // Достижения науки и техники АПК. 2004. № 8. С. 15-19.
2. Ройтер Я. Проблемы цесарководства // Птицеводство. 1984. № 2. С. 26-28.
3. Ройтер Я. Использование генофонда сельскохозяйственной птицы в селекционной работе // Птица и птицепродукты. 2016. № 3. С. 45-47.
4. Забиякин В. А. Разведение цесарок в России // Эффективное животноводство. 2017. № 3(57). С. 24-28.
5. Ройтер Я. С., Шашина Г. В., Дегтярева Т. Н., Лесик О. П. Особенности селекционной работы с цесарками // Птицеводство. 2016. № 3. С. 7-11.
6. Ройтер Я. С., Шашина Г. В., Дегтярева Т. Н., Лесик О. П. Разведение цесарок в фермерских и приусадебных хозяйствах // Птица и птицепродукты // 2017. № 2. С. 29-31.
7. «Промышленное птицеводство». (Под общей редакцией академика РАСХН В. И. Фисинина). Сергиев-Посад: 2005 г. 599 с.
8. Ройтер Я. С., Гусева Н. К., Подтелков В. И., Митюшиников В. М., Забиякин В. А. Производство мяса и яиц цесарок: методические рекомендации. Сергиев Посад. 1993. 22 с.

«ПРИЗНАКИ ТАГМОЗИСА В ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ ТРИЛОБИТОВ

Зелеев Р. М.

Казанский федеральный университет, Казань
zeleewy@rambler.ru

Параметрическая систематика является альтернативой традиционного иерархического способа классификации биоразнообразия. В отличие от иерархии, она отражает не только генеалогическую преемственность, но и пространство потенциальных форм, поэтому позволяет осуществлять прогнозы возможных преобразований разнообразия изучаемой группы организмов [1]. Наиболее важен при таком подходе подбор признаков, раскрывающий всё известное разнообразие таксона в масштабе рассматриваемого таксономического ранга. Связь между рангами в этой системе осуществляется распаковкой отдельных ячеек подчинённых групп в адекватных их специфике признаков пространств. Сам вмещающий таксон также может быть представлен в форме ячейки или совокупности ячеек в признаковом пространстве таксона более высокого ранга. Таким образом, параметрическая систематика структурно включает элементы иерархии. К тому же, привычные филогенетические «древеса» иерархической систематики легко встраиваются в признаковое пространство параметрической системы таксона, но при этом становятся наглядными случаи конвергенции признаков подчинённых таксонов, что проявляется в случаях попадания отдельных ветвей дерева в одну и ту же ячейку таксономического пространства.

Удобным объектом приложения принципов параметрической систематики является тип членистоногих с характерной для большинства его представителей дискретностью проявления признаков наружной морфологии, имеющей, как правило, количественное выражение. Ранее нами [1-3] делались попытки построения параметрических систем ряда групп членистоногих разного таксономического ранга, что в перспективе позволяет расширить круг этих групп - вплоть до всего типа в целом. Для этой задачи могут быть использованы признаки, связанные с тагмозисом, проявляющим общую для всех групп членистоногих тенденцию к олигомеризации. Даже беглое знакомство с вариантами тагмозиса у разных групп артропод указывает на его высокую специфичность у всех классов артропод и у большинства отрядов целого ряда классов. Это позволяет наметить некоторые направления выполнения такой задачи. При создании параметрических систем отдельных групп артропод, в качестве отдельных осей таксономического пространства может быть использовано число тагм, число сегментов в каждой из них, а также число и варианты сегментации (и/или редукции) их парных придатков.

Одна из наиболее интересных для поставленной задачи групп – трилобиты, успевшие освоить максимально широкий спектр местообитаний в сообществах палеозойских морей за 300 миллионов лет эволю-

ции и выявившие большое разнообразие форм и размеров. Они, как принято считать, лежат в основании системы всех членистоногих, и характеризуются специфическим характером тагмозиса. В настоящее время система трилобитов окончательно ещё не устоялась, существуют разночтения в границах и объёме отдельных отрядов, а информация по отдельным видам разрознена и труднодоступна. Поэтому анализ признаков проводился на уровне родов – ранга наиболее устойчивого в разных классификациях, и к тому же обеспеченного информацией по всей известной синонимике [15]. У трилобитов принято выделять [7] три чётко изолированные тагмы: цефалон (головной щит), торакс (туловищный отдел) и пигидий (хвостовой щит). Каждая из тагм характеризуется специфическим для каждого отряда диапазоном вариации числа входящих в них сегментов.

Цефалон трилобитов включает по разным оценкам [5; 7; 9-14] 2-8 сегментов, но степень их интегрированности в цефалоне очень различается в отдельных группах трилобитов. Так, у наиболее мелкоразмерных агностид (общая длина – первые миллиметры) на глабели (центральной выпуклой части головного щита) число поперечных борозд уменьшается с ростом экологической специализации вида [8], что также является показателем и его морфологической апоморфности. Число туловищных сегментов у тех же агностид (2-3) достигло минимума, известного для трилобитов (максимальное количество может достигнуть нескольких десятков). Давно замечено [14], что число торакальных сегментов и размер пигидия (отражающий число влившихся в него торакальных сегментов) находятся в обратной зависимости. Так, у одной из самых примитивных групп – редлихиид – максимальное число торакальных сегментов сочетается с очень маленьким и малосегментным пигидием. Удивительно, что две упомянутые группы трилобитов: морфологически наиболее продвинутые агностиды, и плезиоморфные редлихииды – жили в одно историческое время в среднем кембрии и ордовике. Если учесть общую эволюционную тенденцию, известную для трилобитов: смена микропигиевых (пигидий намного меньше цефалона) форм гетеропигиевыми (пигидий не на много меньше цефалона), а затем изопигиевыми (пигидий равен цефалону), то редлихииды находятся в начале этой тенденции, а агностиды являются иллюстрацией завершающей стадии роста пигидия и олигомеризации торакса. Таким образом, агностид следует считать продуктом докембрийской эволюции неких сегментированных животных, не имеющих прямого отношения к остальным трилобитам, вступившим в процесс олигомеризации, в основном, в позднем палеозое. Не случайно, сегодня и по морфологическим признакам агностид выводят из списка трилобитов, рассматривая их как одну из групп ракообразных [11].

Нами был проанализирован графический материал по отдельным родам трилобитов, представленный в иллюстрациях ряда доступных источников литературы [7; 10; 11; 13; 14]. Это позволило выявить диапазон изменчивости общих размеров, а также числа сегментов торакса и пигидия, характерных для представителей 104 родов из 10 отрядов. Полученные данные не покрывают всё известное разнообразие изученных отрядов, но достаточны для визуализации их места в использованном варианте таксономического пространства. Данные по числу сегментов цефалона у рассмотренных родов трилобитов требуют уточнения, поэтому нами при создании таксономического пространства пока не использовались. В перспективе удобно применить в качестве показателя апоморфности число видимых поперечных борозд глабели, являющихся следами границ сегментов, вошедших в состав цефалона [8]. Однако такие данные в нашем распоряжении имелись лишь для агностид. Это ранее нам [4] позволило построить трёхмерный вариант их параметрической системы с осями, отражающими число сегментов в каждой из тагм. В этой системе закономерно расположились отдельные рода агностид, образующие компактные ареалы отдельных надсемейств, а некоторые из других признаков, например, наличие глаз, однозначно сочетались со степенью плезиоморфности значений использованных в системе признаков.

В целом для трилобитов пришлось строить двумерный вариант системы с использованием в качестве осей координат число сегментов торакса и пигидия. Полученный вариант системы (в силу недостаточности места в публикации, он будет приведён в докладе) хорошо иллюстрирует дискретность ареалов, занимаемых родами разных отрядов трилобитов. В нём заметна тенденция олигомеризации торакса и доминирования изопигиевых форм для исторически более поздних отрядов, например, карбоновых проетид (за исключением агностид, ареал распространения которых оказался в самом апоморфном углу системы). Помимо исторического возраста, с указанными тенденциями коррелирует изменение общего размера, что подтверждает правило Уэвелла [6]: естественный таксон сохраняет свою целостность даже при смене определяющих признаков. Дальнейшее совершенствование полученной системы трилобитов предполагает сбор и включение данных по числу сегментов цефалона, а также использование дополнительных признаков, позволяющих сделать распаковку ячеек, занятых родами, входящими в состав разных отрядов.

Работа выполнена за счёт средств субсидии, выделенной Казанскому (Приволжскому) федеральному университету для выполнения государственного задания в сфере научной деятельности

1. Зелеев Р.М. Таксонометрический анализ и возможности прогнозов в систематике / Проблемы популяционной биологии: Материалы XII Всероссийского популяционного семинара памяти Н.В. Глогова. – Йошкар-Ола: ООО ИПФ «СТРИНГ», 2017. С. 103-105.
2. Зелеев Р.М. Создание параметрических систем таксонов Ascothoracida и Myzostomida: существующие проблемы и пути их решения // Уч. записки Казанского университета. Сер. Естественные науки. 2017. Т. 159. кн. 3. С. 395-406.
3. Зелеев Р.М., Сафин А.Р. Пути и этапы совершенствования параметрической системы отряда веерокрылых насекомых (Insecta, Strepsiptera) // Уч. зап. Казанского ун-та, 2014. Т. 156. Сер. Естеств. Науки. Кн. 3. С. 17-51.
4. Зелеев Р.М. Пути и проблемы в создании параметрической системы агностид / Трешниковские чтения – 2019: Современная географическая картина мира и технологии географического образования: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием / под ред. И.Н. Тимошиной, Е.Ю. Анисимовой Е.А. Артемьевой и др.- Ульяновск: ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова», 2019. С. 280-281.
5. Клюге Н.Ю. Современная систематика насекомых. Принципы систематики живых организмов и общая система насекомых с классификацией первичнобескрылых и древнекрылых. – СПб.: Лань. 2000. 336 с.
6. Мейен С.В. Основные аспекты типологии организмов // Журн. общ. биол. 1978. Т. 39. №4. С. 495-508.
7. Михайлова И.А., Бондаренко О.Б. Палеонтология: Учебник. М. Изд. МГУ. 2006. 592 с.
8. Наймарк Е.Б., Марков А.В. Этапы эволюции агностид в кембрии // Палеонтол. журн. 2001. №6. С. 50-60.
9. Павлов В.Я. Периодическая система членистых. М. Изд-во ВНИРО. 2000. 186 с.
10. Рич П.В. и др. Каменная книга. Летопись доисторической жизни. М. МАИК «Наука». 1977. 623 с.
11. Рунтерт Э.Э. и др. Зоология беспозвоночных: Функциональные и эволюционные аспекты. Т. 3. Членистоногие. М. «Академия». 2008. 496 с.
12. Старобогатов Я.И. Филогения и система членистоногих (Arthropoda) // Успехи современной биологии. 1991. Т. 111. С. 828-839.
13. Форти Р. Трилобиты: Свидетели эволюции. М. Альпина нон-фикшн. 2014. 324 с.
14. Чернышева Н.Е. Класс Трилобиты / Основы палеонтологии. Справочник для палеонтологов и геологов СССР. М. ГНТИ литературы по геологии и охране недр. 1960. С. 17-183.
15. www.trilobites.info

ИЗМЕНЧИВОСТЬ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ НИВЯНИКА ОБЫКНОВЕННОГО (*LEUCANTHEMUM VULGARE* LAM.)

Илюшечкина Н.В., Кошпаева Т.В.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
nellybiol@list.ru

Исследование изменчивости морфометрических признаков вегетативных и генеративных органов позволяет изучить пластичность и нормы реакции вида на эколого-фитоценологическую обстановку, а так же являются одними из показателей жизненного состояния особей и их ценопопуляций.

Целью исследования было изучение изменчивости морфометрических признаков нивяника обыкновенного *Leucanthemum vulgare* Lam. в различных условиях обитания.

Нивяник обыкновенный многолетнее, травянистое, стержнекорневое, поликарпическое летне-зимнезеленое растение, гемикриптофит. Нивяник обыкновенный имеет широкий ареал распространения. Он распространён во всех регионах Европы и Азии с умеренным климатом. Произрастает на лугах, луговых склонах, лесных полянах, залежах, кустарника и как сорное растение в огороде и на полях, культивируется как декоративное растение [1].

Методика исследования.

Материал был собран в 2018 году в 4 местообитаниях на территории республики Марий Эл в Куженерском районе, окрестности д. Пюнчерюмал (ценопопуляции 1 и 2) и Мари-Турекском районе, окрестности д. Большой Карлыган (ценопопуляции 3 и 4). Изученные ценопопуляции располагались следующим образом: первая и четвертая ценопопуляции на разнотравном суходольном лугу; вторая и третья ценопопуляции на опушке леса. Для каждой особи было определено онтогенетическое состояние согласно набору критериев, предложенных Т. А. Работновым [2] и А.А. Урановым [3].

Для изучения изменчивости морфометрических признаков у особей были изучены следующие признаки: длина и ширина листовой пластинки, высота побега, число корзинок, число вегетативных и генеративных побегов, число метамеров. Изменчивость цветков и соцветий *L. vulgare* изучена нами ранее [4]. Общий объем материала составил 444 особей нивяника обыкновенного. В работе применялся двухфакторный дисперсионный анализ, использовалась программа «Statistica 13.0»

Результаты геоботанических описаний фитоценозов обрабатывали при помощи экологических шкал Д.Н. Цыганова [5].

Результаты и обсуждения.

Оценка влияния условий местообитания и онтогенетического состояния и их совместного воздействия на морфометрические параметры растений *L. vulgare* показала, что фактор местообитание статистически значим для 6 исследуемых признаков, онтогенетическое состояние для 5 исследуемых признаков и взаимодействие факторов для 5 признаков. Такие признаки, как число генеративных побегов, ширина листа и число корзинок статистически значимо различаются в разных местообитаниях, разных онтогенетических состояниях и при взаимодействии факторов.

Таблица 1

Результаты двухфакторного дисперсионного анализа

Признаки	Факторы		
	Местообитание	Онтогенетическое состояние	Местообитание – онтогенетическое состояние
Высота побега	***	–	–
Число стеблевых листьев	–	***	***
Число розеточных листьев	***	–	–
Число генеративных побегов	***	***	***
Число вегетативных побегов	***	***	–
Ширина листа	***	***	***
Число корзинок	***	***	***
Число метамеров	–	–	***

*** $P < 0,001$; – $P > 0,05$

Максимальное количество стеблевых листьев имеют средневозрастные генеративные растения. Больше число стеблевых листьев у растений всех онтогенетических состояний, большее число метамеров побега и минимальная высота побега отмечены в первой ценопопуляции, произрастающей на достаточно обеспеченной азотом почве. Максимальные показатели высота побега, число генеративных побегов и число корзинок отмечены в третьей ценопопуляции, произрастающей на богатой азотом почве.

Таким образом, онтогенетическое состояние растения, местообитание и взаимодействие этих факторов оказывают значимое влияние на изменчивость морфометрических признаков *L. vulgare*.

ЛИТЕРАТУРА

1. Губанов И.А., Киселева К.В., Новиков В.С., Тихомиров В.Н. Иллюстрированный определитель растений Средней России. Т.3: Покрытосеменные (двудольные: раздельнолепестные). М. 2004. 520 с.
2. Работнов Т.А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Тр. Бот. ин-та АН СССР. Сер.3: Геоботаника. 1950. Вып.6. С. 179–196.
3. Уранов А.А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов // Биол. науки. 1975. №2. С. 7–34.
4. Илюшечкина Н.В., Бердникова С.А., Ильина М.А., Кошпаева Т.В. Изменчивость цветков и соцветий нивяника обыкновенного (*Leucanthemum vulgare* Lam.) // Современные проблемы медицины и естественных наук. Сборник статей Всероссийской научной конференции. 2017. С. 149-151.
5. Цыганов Д.Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М. 1983. 197 с.

ОНТОГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ КОРОСТАВНИКА ПОЛЕВОГО (*KNAUTIA ARVENSIS* COULT.) В РЕСПУБЛИКЕ МАРИЙ ЭЛ

Илюшечкина Н.В.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
nellybiol@list.ru

Короставник полевой (*Knautia arvensis* Coult.) – многолетнее травянистое, поликарпическое, моноцентрическое, вегетативно – малоподвижное растение, гемикриптофит. Относится к лесостепному типу ареала. Распространён в Европе, Западной Сибири, Средней Азии. Произрастает на сухих лугах, лесных полянах, опушках, выгонах, полях [1].

Растение является хорошим медоносом, выделяющим даже в сухую погоду много нектара. В старину короставник считали неплохим красителем. Из листьев добывали стойкую синюю краску для тканей, из цветков – лиловую.

Декоративное растение. Является лекарственным. Недаром название этого растения произошло от слова “короста” – по наружному его применению. Сироп из цветков короставника применяли при туберкулезе легких и болезнях печени [1].

Исследования проводились в Республике Марий Эл (РМЭ) в Моркинском районе окрестности д. Коркатово (ЦП 5, 7), памятник природы «Большой Карман Курык» (ЦП 6, 8); Юринском районе д. Карасьеры (ЦП 1, 2, 3), в лесопарке «Сосновая роща» г. Йошкар-Ола (ЦП 4). Ценопопуляции изучены в различных условиях произрастания. Так ЦП 1, ЦП 4, ЦП 5, ЦП 6, ЦП 7, ЦП 8 произрастали на суходольных лугах, а ЦП 2, ЦП 3 на пойменных лугах.

Для каждой особи было определено онтогенетическое состояние согласно набору критериев, предложенных Т. А. Работновым [2] и А.А. Урановым [3]. При сравнении возрастного состава использовали критерий χ^2 . Обработка материала проводилась с использованием двухфакторного и однофакторного дисперсионного анализа в программе STATISTICA и с использованием критерия сопряженности $R \times C$ в программе RCEXACT.

Экологические характеристики ЦП вида находятся в пределах диапазонных оценок экологических шкал Д. И. Цыганова [4]. По изученным шкалам, границы экологического пространства не выходят за пределы экологического ареала. Индекс толерантности равен 0.55. Рассматриваемый вид относится к мезобионтной группе видов и имеет достаточно широкий диапазон толерантности.

В ценопопуляциях РМЭ онтогенетические спектры видов стержнекорневой биоморфы, как было показано нами ранее, являются одновершинными [5; 6; 7]. По типу онтогенетического спектра все изученные ЦП являются одновершинными неполночленными. В ЦП 1 и ЦП 8 не найдено особей прегенеративного периода, это подтверждает принадлежность данных ЦП к стареющему типу. Наибольшее число особей сосредоточено в генеративном периоде и варьирует от 10-44% в g_1 , от 20-42% в g_2 , от 16-63% в g_3 . Наименьшее число особей в постгенеративном периоде от 0.5- 12%.

В ходе проведенного анализа онтогенетических спектров мы выделили три типа спектров, характерных для изученных ценопопуляций короставника полевого:

I тип – ЦП нормальные, неполночленные, спектры центрированные с максимумом на особи генеративного периода (ЦП 1, ЦП 4, ЦП 5);

II тип – ЦП нормальные, неполночленные, спектры правосторонние с максимумом на особи генеративного периода (ЦП 2, ЦП 8);

III тип – ЦП нормальные, полночленные, спектры центрированные с максимумом на особи генеративного периода (ЦП 3, ЦП 7).

Индексы возрастности (дельта) в изученных ценопопуляциях статистически значимо различаются ($P < 0.001$).

Различаются статистически значимо ценопопуляции ЦП 4, ЦП 5, ЦП 7, произрастающие на почвах кислых-нейтральных по солевому режиму, от ЦП 1, ЦП 2, ЦП 8, произрастающих на почвах кислых-слабощелочных.

Базовый онтогенетический спектр характеризуется как одновершинный с максимумом на особи старого генеративного онтогенетического (g_3) состояния. Минимум приходится на ювенильное и сенильное онтогенетическое состояние.

Общая плотность особей в ценопопуляциях изменялась от 0.137 до 17.80 экз.м² (в среднем она составила 2.99 экз.м²). общая плотность особей *K. arvensis* выше на почвах сухолесолуговой- влажнолесолуговой увлажненностью в ЦП 5 – 17.80 экз.м². Наименьшая плотность в ЦП 8 – 0.137 экз.м² на нейтральных слабощелочных почвах.

Ценопопуляции относятся к стареющему типу (ЦП 1, ЦП 2, ЦП 8), зрелому типу (ЦП 3, ЦП 4, ЦП 5, ЦП 7). По значению индекса замещения ЦП являются угасающими (ЦП 1, 2, 8), неустойчивыми (ЦП 7) и перспективными (ЦП 3, 4, 5), что свидетельствует о регулярном возобновлении особей *K. arvensis*.



Рис. 1. Базовый спектр ценопопуляций *Knautia arvensis*

Наличие максимума на особях генеративного периода и их высокая плотность обусловлены наибольшей продолжительностью этого периода онтогенеза, а также особенностью самоподдержания ценопопуляций *K. arvensis*.

1. Шанцер И.А. Растения средней полосы Европейской России. Полевой атлас. М. 2004. 423 с.
2. Работнов Т.А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Тр. Бот. ин-та АН СССР. Сер.3: Геоботаника. 1950. Вып. 6. С. 179–196.
3. Уранов А.А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов // Биол. науки. 1975. №2. С. 7–34.
4. Цыганов Д.Н. Фитоиндикация режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М. 1983. 198 с.
5. Илюшечкина Н.В., Краснова Е.Н. Эколого - биоморфологические особенности короставника полевого (*Knautia arvensis* Coult.) // Актуальные проблемы экологии, биологии и химии: Сб. материалов конф. по итогам НИР БХФ за 2011 г. Йошкар-Ола. 2012. Вып.3. С.63–65.
6. Илюшечкина Н.В. Краснова Е.Н. Онтогенетическая структура ценопопуляций *Knautia arvensis* Coult. в разных условиях произрастания // Экология родного края: проблемы и пути их решения: материалы Всерос. молодежной научно-практ. конф. Киров. 2012. Кн.1. С.91–93.
7. Илюшечкина Н.В. Краснова Е.Н. Характеристика онтогенетической структуры ценопопуляций короставника полевого (*Knautia arvensis* Coult.) // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: материалы Международной научно-практ. конф. Йошкар-Ола.: Мар. гос. ун-т. 2014.- Вып. XVI. С. 90-92.

ПОЛИВАРИАНТНОСТЬ ОНТОГЕНЕЗА ВЕГЕТАТИВНО-ПОДВИЖНЫХ ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ

Илюшечкина Н.В.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
nellybiol@list.ru

В настоящее время биоморфологические исследования и исследования изменчивости у растений становятся тесно связанными с популяционно-онтогенетическими исследованиями. Изучение онтогенеза и поливариантности онтогенеза растений является одним из основных аспектов популяционного анализа. Одно из активно развивающихся в настоящее время направлений популяционной биологии – популяционная биоморфология растений. Популяционная биоморфология включает исследование разнообразия структурных элементов организменного и популяционного уровня.

В качестве объектов исследования были взяты виды растений разных биоморф с разной степенью вегетативной подвижности – длиннокорневищные многолетние травянистые растения: пролесник многолетний (*Mercurialis perennis* L.), вероника длиннолистная (*Veronica longifolia* L.); ползучекорневищные многолетние травянистые растения: незабудка болотная (*Myosotis palustris* (L.) L.); наземноползучие многолетние травянистые растения: кошачья лапка двудомная (*Antennaria dioica* (L.) Gaertn.), вероника лекарственная (*Veronica officinalis* L.).

Исследования проводились в природных сообществах Республики Марий Эл. Жизненную форму растений характеризовали по особям зрелого генеративного онтогенетического состояния. Онтогенетическое разнообразие описывали на основе концепции дискретного описания онтогенеза [1; 2]. Поливариантность онтогенеза растений описывали по классификации Л.А. Жуковой [3].

Онтогенезы вегетативно-подвижных растений *V. longifolia*, *V. officinalis*, *M. perennis* относятся к Г-типу, так как полный онтогенез осуществляется в ряде поколений особей, Г₁-подтипу, поскольку сокращенный онтогенез семенной особи заканчивается в g₂ – g₃ состояниях при естественном отделении партикул в результате отмирания центральных частей семенной особи; партикулы, образовавшиеся из нее, испытывают слабое омоложение на 1 – 2 состояния. При таком онтогенезе возможно неопределенно долгое существование образовавшихся в результате вегетативного размножения клонов, длительное и устойчивое поддержание ценопопуляции, регулярное ее пополнение жизнеспособными взрослыми клонистами. Онтогенез *A. dioica* и *M. palustris* относится к Г – типу, Г₂ – подтипу, когда возникающие партикулы сильно омолаживаются до имматурного и виргинильного возрастных состояний [4; 5].

Исследуемые нами виды обладают значительной внутривидовой онтогенетической и морфологической поливариантностью. Адаптация исследуемых видов к условиям обитания может идти за счет уменьшения или увеличения числа элементов метамеров или побегов без изменения их структуры и с изменением структуры элементов метамеров и побегов. В процессе исследований нами были зарегистрированы чрезвычайно разнообразные проявления поливариантности на разных этапах онтогенеза особей. Онтогенетическая поливариантность характерна для *M. palustris*, когда все морфологические потенции вида могут реализовываться в первый год жизни и при морфологической дезинтеграции этот вид становится малолетником вегетативного происхождения [6, 7, 8].

Особую роль в жизни растений играет поливариантность способов размножения и воспроизведения. У вегетативно-подвижных наземно-ползучих растений, таких как *A. dioica*, *V. officinalis*, в более сухих местообитаниях усиливается вегетативное размножение и расселение. При этом сохраняется связь с материнской раметой (физиологическая целостность особей) и такая генетика может долгое время существовать в виде куртины и удерживать занятую территорию. У длиннокорневищных видов *M. perennis*, *V. longifolia*,

M. palustris, у вегетативно-подвижных наземно-ползучих растений, таких как *A. dioica*, *V. officinalis* в более увлажненных местообитаниях большая часть онтогенеза проходит в виде клона [9].

Взрослые особи *A. dioica* имеют несколько четко выраженных центров (рамет), соединённых между собой коммуникациями. Многолетняя побеговая часть взрослого растения состоит из эпигеогенных корневищ, образованных базальными частями розеточных побегов, связанных постепенно разрушающимися корневищами – бывшими плагиотропными побегами. Наши исследования показали, что такие корневища в течение длительного времени могут сохранять связь с материнской раметой, образуя компактные куртины. Отчетливо видна старая (центральная) часть этой куртины и молодые дочерние особи (периферическая часть куртины). Установлено, что порядок ветвления в таких куртинах может достигать 10 и более порядков (рисунок). Численность рамет, составляющих такую куртину, варьирует от 10 до 362 рамет [10]. Максимальная доля приходится на раметы прегенеративного и постгенеративного периодов онтогенеза. Доля генеративных рамет незначительна. Генеративные раметы могут полностью отсутствовать в структуре таких полицентрических особей. Онтогенетические спектры таких полицентрических особей двухвершинные, содержат две модальные группы: одна из них относится к молодой, другая – к старой части полицентрической особи.

Семенное возобновление у *M. perennis* подавлено, оно может происходить эпизодически при нарушениях травяного покрова. В сплошных зарослях проростки встречаются редко, ювенильные особи практически отсутствуют. Возобновление популяций неопределенно долгое время осуществляется за счет вегетативного размножения. При переходе к генеративному состоянию начинается вегетативное разрастание и вегетативное размножение. Растение представляет собой явно полицентрическую систему, состоящую из парциальных побегов или парциальных кустов. Такая полицентрическая система может существовать длительное время до 20-30 лет. В генеративном периоде длительность жизни составляет около 50 лет. Общая продолжительность жизни таких полицентрических систем в травяном покрове дубрав, где пролесник многолетний может господствовать составляет около 100 лет. Полицентрические системы *M. perennis* могут быть представлены разными онтогенетическими состояниями [11]. Онтогенетические спектры полицентрических особей между собой не различаются. Это объясняется высокой долей особей генеративного периода во всех полицентрических системах и отсутствием особей постгенеративного периода. Длина таких полицентрических особей в изученном нами липняке дубово-снытьевом достигала 266 см. Онтогенетический спектр полицентрических особей *M. perennis* одновершинный симметричный с преобладанием генеративных временно не цветущих особей, с участием незначительной доли особей прегенеративного периода и отсутствием особей постгенеративного периода [11].

Изучение поливариантности онтогенеза вегетативно-подвижных растений показало следующее. Становление биоморфы у одних видов (*V. longifolia*, *M. perennis*, *A. dioica*, *V. officinalis*) завершается к виргинильному состоянию и стабильно сохраняется до конца онтогенеза в меняющихся экологических условиях. У *M. palustris* адаптация к условиям обитания происходит за счет формирования разных вариантов биоморфы. Морфологическая поливариантность развития характерна для большинства исследуемых видов. Организация природных популяций травянистых растений зависит от лабильности структурных признаков и является адаптационным механизмом, поддерживающим существование популяций в меняющихся условиях среды. Структура ценопопуляций модельных видов сходна по ряду признаков и зависит от особенностей онтогенеза, вегетативной подвижности особей, длительности жизни особей, особенностей вегетативного размножения и размещения в пространстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Работнов Т.А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Тр. Бот. ин-та АН СССР. Сер. 3: Геоботаника. М. Л. 1950. Вып. 6. С. 179–196.
2. Уранов А.А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов // Биологические науки. 1975. № 2. С. 7–34.
3. Жукова Л.А. Популяционная жизнь луговых растений. Йошкар-Ола. 1995. 224 с.
4. Илюшечкина Н.В., Савельева Е.Я. Онтогенез незабудки болотной *Myosotis palustris* L. // Онтогенетический атлас лекарственных растений (учебное пособие). Т.3. Йошкар-Ола. 2002. С. 218–221.
5. Илюшечкина Н.В., Савельева Е.Я. Онтогенез, изменчивость генеративных органов и возрастная структура ценопопуляций *Myosotis palustris* L. // Ботанические исследования в азиатской России: Материалы XI съезда Русского ботанического общества. Т.2. Барнаул. 2003. С. 52–53.
6. Илюшечкина Н.В., Николаева И.В. Особенности онтогенеза *Veronica officinalis* L. // Материалы Второй всероссийской научной конференции «Принципы и способы сохранения биоразнообразия». Йошкар-Ола. 2006. С. 251–252.
7. Илюшечкина Н.В. Характеристика ценопопуляций *Myosotis palustris* L. в Республике Марий Эл // Растительные ресурсы. вып. 2. 2007. С. 9–17.
8. Илюшечкина Н.В. Биология и структура ценопопуляций *Veronica longifolia* L. // Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI века: Материалы Всероссийской конференции (Петрозаводск 22-27 сентября 2008 г.). Часть 3. Петрозаводск. 2008. С. 283–285.
9. Илюшечкина Н.В. Эколого-ценотическая характеристика и структура ценопопуляций *Mercurialis perennis* L. // Известия СПбГАУ. вып.13. 2009. С. 26–29.
10. Илюшечкина Н.В. Структура клонов *Veronica officinalis* L. // Известия СПбГАУ. вып.14. 2009. С. 47–51.

11. Найда Н.М., Илюшечкина Н.В. Структура полицентрических особей *Mercurialis perennis* (Euphorbiaceae) // Известия СПбГАУ. вып.15. 2009. С. 52–56.

ИЗУЧЕНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ МЕТАЦЕРКАРИЙ У РЫБ Р. ОБЬ В РАЙОНЕ Г. НОВОСИБИРСКА

Королёва Е.С.

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Санкт-Петербург, Черниговская ул., 5
e-mail liza@barmaglod.net

Целью нашего исследования – обнаружение метацеркарий *Opisthorchis felineus* в мышцах плотвы обыкновенной, распространенной в Новосибирской области. Исходя из исследований 2010-2012 годов, Новосибирская область отнесена к кластеру регионов с экстремальной высокой заболеваемостью людей описторхозом.

Материалом для нашего исследования послужили 40 экземпляров плотвы обыкновенной *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758) (семейство Карповые – Cyprinidae, отряд Карпообразные – Cypriniformes).

Нами был использован компрессионный метод, с помощью которого исследовали пробы мышц рыб с подкожной клетчаткой с обеих сторон со стороны спины. Каждая проба была взята на глубине 1 – 2 мм. Для этого острым стерильным скальпелем производился надрез на коже на уровне спинного плавника, и срезался прилегающий к коже тонкий слой мышц. Мышечные слои помещали в компрессор, состоящий из двух стеклянных квадратных пластины со стороной 7 см и толщиной 5 мм, и далее исследовали под микроскопом с увеличением 7×40 [1].

В мышцах были обнаружены шаровидные цисты размером 0.5 мм, которые были идентифицированы как *Paracoenogonimus ovatus* [3]. Для полной картины зараженности рыб метацеркариями *P. ovatus* дополнительно было проведено 35 особей обыкновенного судака *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758), относящегося к семейству Окунёвые – Percidae, отряду Окунеобразные – Perciformes.

Все исследованные особи плотвы и судака были неполовозрелыми. Длина тела плотвы до конца чешуйного покрова составляла от 4 до 4.6 см, абсолютная длина – от 5.7 до 6.5 см. Таким образом, средняя длина составила соответственно 4.33 и 5.68 см. Длина тела судака до конца чешуйного покрова составила от 18.5 до 20 см, абсолютная длина – от 23 до 24.5, средняя же длина составила 19.29 и 23.59 см соответственно.

Всего в 40 особях плотвы обыкновенной было обнаружено 15 экземпляров *P. ovatus*, таким образом интенсивность инвазии составила 37.5%.

В 35 особях судака обыкновенного было обнаружено 90 метацеркариев *P. ovatus*, интенсивность инвазии составила 85.7%.

Таким образом, в исследованных экземплярах плотвы обыкновенной не было обнаружено метацеркарий *O. felineus*, обнаружение которых имеет большое эпидемиологическое значение. Однако в плотве и в судаке обыкновенном были обнаружены метацеркарии *P. ovatus*, не имеющего эпидемиологического значения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ветеринарно-санитарная экспертиза рыб при описторхозе: собственные исследования (объекты, методы и материалы) // Студенческая библиотека онлайн. 2015. URL: https://studbooks.net/1229414/agropromyshlennost/sobstvennye_issledovaniya (дата обращения 10.02.2020)
2. Ильинских Е.Н. Актуальные вопросы изучения проблемы описторхоза в сибире // Бюллетень сибирской медицины. 2002. №1. С. 63-70
3. Каталог паразитов пресноводных рыб Северной Азии. Трематоды. О.Н. Пугачев. – СПб., Тр. ЗИН РАН, 2003, т. 298.224с.
4. Шибитов С.К. Описторхоз плотоядных животных в условиях Западной Сибири (распространение, патогенез, диагностика, меры борьбы): автореф. на соиск. ученой степ. канд. вет. наук: 03.02.11 – паразитология М., 2013. 24 с.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПИЩЕВЫХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ ЛИЧИНОК СЕМЕЙСТВА PERLIDAE НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Королёва Е.С.

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Санкт-Петербург, Черниговская ул., 5
liza@barmaglod.net

Отряд веснянки (Plesocoptera) – это амфибиотические насекомые, чья личиночная стадия развития приурочена к водным, в основном речным, системам. В трофических цепях водных сообществ веснянки занимают существенное место. Среди представителей этого отряда встречаются как хищные, так и растительноядные формы. Хищные личинки веснянок потребляют и перерабатывают органическое вещество,

при этом активно участвуя таким образом в перераспределении потока энергии от продуцентов к высшим трофическим уровням. Вместе с подёнками, ручейниками и хирономидами личинки веснянок выступают одним из основных кормовых объектов рыб, особенно лососёвых (важных промысловых объектов). Личинки веснянок крайне чувствительны к загрязнению в связи с открытыми жабрами и именно поэтому активно используются в качестве биоиндикаторов 1 или 2 класса качества воды [3].

Цель данной работы – охарактеризовать пищевые предпочтения личинок вида *Paragnetina flavotincta* (семейство Perlidae) Новосибирской области.

Исследования проводились в рамках экологической экспедиции и проходили в окрестностях села Старососедово Искитимского района Новосибирской области на р. Бердь. Отбор проб был произведен на одном из рукавов реки Бердь с помощью гидробиологического сачка и вручную. Для определения пищевых предпочтений личинок производилось вскрытие фиксированных личинок веснянок с последующей фиксацией содержимого их пищеварительных систем в 70% спирте и фотографированием обнаруженных хитиновых фрагментов. Кроме того в ходе исследования нами был заложен эксперимент: в исследуемом биотопе было заложено 7 учетных площадок площадью 625 см² каждая, с которых собирались все обнаруженные веснянки и иные представители макрозообентоса. Макрозообентос фиксировался и определялся до семейства с помощью атласов определителей, веснянки также фиксировались, определялись и вскрывались, после чего определялось содержимое их желудков до семейства.

В ходе исследований было обнаружено 26 экземпляров личинок веснянок, которые принадлежали семейству Perlidae, роду *Paragnetina*, виду *P. flavotincta* McLachlan, 1872 [1; 2; 4; 5]. Все обнаруженные веснянки были встречены на участках со следующими абиотическими параметрами: скорость течения приблизительно 0.6 м/с, глубина около 30 см, грунт из средней и крупной гальки с водослевыми обрастаниями. На участках с иными показателями абиотических параметров веснянки встречены не были, следовательно, указанные значения для данного вида оптимальны.

В результате вскрытия пищеварительных систем веснянок и определения принадлежности их пищевых объектов до наиболее возможных таксонов нами были выделены основные объекты охоты личинок *P. flavotincta*. Их соотношение представлено на Рис. 1.

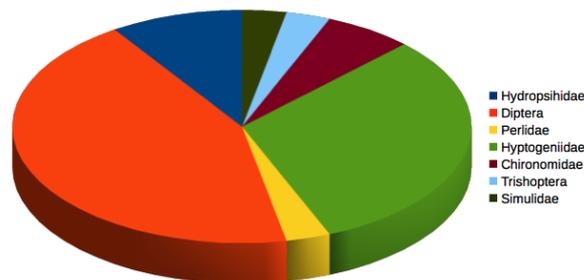


Рис. 1. Таксономический состав представителей макрозообентоса, обнаруженных в желудочно-кишечном тракте личинок веснянок

Установлено, что наиболее часто в пищеварительной системе веснянок встречались хитиновые остатки представителей семейства Limoniidae (отряд Diptera) – 44%. Доля представителей семейства Neptageniidae (отряд Ephemeroptera) – 31%, Hydropsychidae (отряд Trichoptera) – 9%, Chironomidae (отряд Diptera) – 6%. А доля представителей семейства Limnophilidae (отряд Trichoptera) и семейств Perlidae и Simuliidae (отряд Diptera) составляет по 3%. Следовательно, личинки *P. flavotincta* предпочитают малоподвижные формы (представители семейства Limoniidae) и массовые виды на перекатах – представители семейства Neptageniidae, так как фильтрующие прикрепленные организмы (личинки ручейников семейства Hydropsychidae и личинки мошек семейства Simuliidae), в том, что им характерны защитные постройки или ловчие сети.

На всех учетных площадках преобладали ручейники семейства Hydropsychidae (их доля составила от 58 до 100%). Наименьшая же доля соответствует ручейнику *Rhyacophila angulata* (3-5%). Видовой состав на различных площадках не равномерен. Так на первой учетной площадке отмечено 7 таксонов, а на 4 – всего 1.

Анализ содержимого кишечника веснянок показал, что на заложенных учетных площадках далеко не все особи веснянок удачно охотятся. Так только в 57% случаев удавалось обнаружить пищевые остатки в пищеварительном тракте насекомых. Установлено, что личинки *P. flavotincta* предпочитают личинок подёнок семейства Vaetidae и молодых личинок веснянок семейства Perlidae, не смотря на преобладание ручейников Hydropsychidae на всех участках. По нашему мнению, это связано в первую очередь с размерными характеристиками жертв, которые не превышали в длину 2 см. Так же стоит отметить, что как для

подёнок, так и для личинок веснянок характерно свободное перемещение по субстрату, что возможно и делает личинок подёнок лёгкой добычей для личинок *P. flavotincta*.

Таким образом, основным пищевым объектом при прочих равных условиях у личинок семейства Perlidae являются представители отряда Diptera; личинки изучаемого нами семейства предпочитают в пищу мелкие активные бентосные формы или малоподвижные слабо хитинизированные бентосные формы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жильцова Л.А., Тесленко В.А. и другие. Определитель пресноводных беспозвоночных России. Том 3: паукообразные и высшие насекомые. 1997г. С. 248-264.
2. Заика В.В. Веснянки: определитель личинок. Ответственный редактор: доктор биологических наук В.И.Забелин-Кызыл: Ту-ВКОПР СО РАН. 2010г. 60 с.
3. Комплексный анализ пресноводных экосистем: методическое пособие для педагогов, школьников и студентов. Ихер Т.П., Шиширина Н.Е., Татарина Л.Ф., под общей редакцией доктора биологических наук профессора Л.Ф.Татарининой-Москва. 2003. 42 с.
4. Мамаев Б.М. Определитель насекомых по личинкам. Пособие для учителей. Москва. Просвещение. 1972. 101 с.
5. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Том 5. Высшие насекомые; под общей редакцией С.Я.Цаллолихина. 2001. 836 с.

ИЗУЧЕНИЕ АНТИОКСИДАНТНЫХ СВОЙСТВ ЯНТАРНОЙ И ЛИПОВОЙ КИСЛОТ НА КРЫСАХ ПРИ ТОКСИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ЭТИЛОВОГО СПИРТА

Пузаткина Е.А., Шарапов В.А.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола.
elenpuz@mail.ru

В основе механизма действия на организм большинства факторов среды и условий жизнедеятельности лежит избыточная продукция свободных радикалов, ведущая к нарушению свободнорадикального гомеостаза в результате развития окислительного стресса [1].

В связи с этим, применение биологически активных веществ, расширяющих пределы адаптации организма, позволит повысить неспецифическую устойчивость организма к экстремальным воздействиям.

Исследования последних лет позволили взглянуть на янтарную кислоту (ЯК) не только как на энергетический субстрат, но и как на регулятор функций живых систем. В экспериментальных и клинических работах показаны антигипоксическое, антиоксидантное, детоксицирующее, радиопротекторное и др. свойства янтарной кислоты и ее производных [2].

В настоящее время появляется всё больше данных о сильном гепатопротекторном действии липоевой кислоты. В последние годы липоевая кислота находит все большее применение как самостоятельный препарат, который применяется в комплексной терапии заболеваний печени.

Поскольку до 98% процентов алкоголя окисляется в печени, то большой интерес представляет изучение взаимовлияния алкоголя и гепатопротекторов. Однако в настоящее время, несмотря на, достаточно широкое применение в медицине янтарной и липоевой кислот, научные данные об их взаимодействии с алкоголем и эффективности при алкогольном поражении печени, малочисленны и не доступны для широкого круга исследователей.

В связи с целью исследования было изучено влияние янтарной и липовой кислот на биохимические показатели обмена веществ у крыс в условиях окислительного стресса вызванного токсическим воздействием алкоголя.

Для достижения этой цели были поставлены задачи изучить влияние янтарной кислоты и липоевой кислот на обменные процессы в печени крыс в условиях алкоголизации.

В настоящей работе показано защитное действие янтарной и липовой кислот для организма крыс при действии токсических доз алкоголя. Впервые показана высокая эффективность смеси кислот при защите от токсического действия алкоголя.

Окислительный стресс моделировали у самцов белых беспородных крыс средней возрастной группы, массой около 200 грамм, путём перорального введения алкоголя. Крысы получали диету Либер-Декарли, в качестве корма крысам давали исключительно сухое зерно, в поилках у экспериментальных групп содержался 15% раствор этилового спирта и добавлены исследуемые вещества. Полупринудительное употребление алкоголя крысами продолжалось 10 суток. Далее крысы были умерщвлены методом декапитации. Брали кровь с добавлением гепарина, и получали сыворотку путем центрифугирования 15 минут при 3000 оборотов в минуту.

В полученной сыворотке крыс определяли уровень активности ферментов: аспартатаминотрансферазы (АСТ) и аланинаминотрансферазы (АЛТ) унифицированным динитрофенилгидразиновым методом Райтмана-Френкеля; уровень активности щелочной фосфатазы методом конечной точки; каталазы по методу Баха и Зубковой. Исследовали содержание общего билирубина методом Ендрассика-Грофа и белковую синтетическую функцию оценивали при помощи тимоловой пробы по Хуэрго-Попперу.

Полученные данные были обработаны статистически с использованием критерия Краскела-Уоллиса с помощью пакетов прикладных компьютерных программ «STATISTICA 8» и «MicrosoftOfficeExcel». Для оценки значимости различий использовался уровень вероятности $P < 0.05$.

В результате проведенных исследований нами было установлено, что крысы, не получавшие воздействия алкоголем, имеют показания активности АСТ в пределах нормы, крысы алкоголизированной группы имеют явно высокий уровень АСТ, причем различия между этими двумя группами статистически значимы. Активности АСТ в крови крыс получавших янтарную и липоевую кислоту весьма близки в абсолютных значениях и статистически не различимы. Показатель у этих двух групп животных выше нормы и статистически различен с алкоголизированной и экспериментальной группами крыс соответственно. Животные, получавшие смесь кислот, имеют существенные отличия по уровню АСТ от алкоголизированной группы, весьма близки к 2 группам, получавшим кислоты.

Таким образом, уровень АСТ крыс получавших смесь кислот приближается к показателям крыс, не получавшим воздействия алкоголем.

У контрольной группы показатель активности АЛТ находится в пределах нормы. Уровни активности фермента у алкоголизированных и экспериментальных животных имеют сильное расхождение, как в значениях, так и статистически. Активности АЛТ у животных получавших кислоты статистически близки, и приближается к контрольной группе и статистически ниже чем у животных получавших алкоголь. Активность фермента у животных группы, получавшей смесь кислот, находится между значением показателя животных получавших янтарную и липоевую кислоты соответственно. Из полученных данных следует, что наиболее благотворно на уровень АЛТ влияет применение липоевой кислоты.

Исследование активности щелочной фосфатазы в сыворотке крыс показало, что у животных, не получавших воздействия алкоголем, уровень фермента входит в референтные значения. У животных подвергнутых алкоголизации, уровень щелочной фосфатазы значительно выше и это различие статистически значимо. Активность фермента у животных, получавших отдельно янтарную и липоевую кислоту, статистически не отличаются, но выше контрольных значений. Крысы, получавшие смесь кислот, по уровню щелочной фосфатазы, занимают среднее положение между крысами, получавшими чистые кислоты и контрольной группой. Различия между контрольной группой и группой получавшей смесь кислот статистически значимы. Повышение уровня щелочной фосфатазы свидетельствует о токсическом воздействии на печень.

Далее, как важного индикатора работы печени, нами было проведена оценка уровня билирубина в сыворотке крови крыс. Высокое содержание билирубина отмечается только у животных получавших алкоголь. Повышенный уровень билирубина может свидетельствовать, что у животных, не получавших кислот, может быть избыточное разрушение эритроцитов, то есть начало гемолиза.

Тимоловая проба является очень важным показателем функционального состояния печени и ее синтетической функции. У всех исследованных животных, подвергнутых алкоголизации показатели тимоловой пробы превышают референтные. Что возможно свидетельствует о нарушении синтеза белков в печени и повышенном содержании в крови γ -глобулинов и β -липопротеидов.

Для исследования состояния антиоксидантной системы нами была проведена оценка уровня активности каталазы. Из полученных данных следует, что у группы, не получавшей воздействия алкоголем, и группы получавшей смесь кислот каталазная активность находится в пределах нормы. У крыс получавших липоевую и янтарную кислоту соответственно каталазная активность находится выше нормы, но различия с контрольной группой статистически не значимы. У крыс получавших алкоголь, но не подвергнутых действию кислот, каталазная активность значительно выше нормы и различие статистически значимо. Возможно, что у крыс подвергнутых алкоголизации, нарушена деятельность антиоксидантной защиты. У крыс получавших янтарную и липоевую кислоты, а так же их смесь негативное действие активных форм кислорода образовавшихся при катаболизме этилового спирта снижается, о чем свидетельствуют данные каталазной активности крови.

Как было показано хроническое воздействие алкоголя, серьезно влияет на биохимические показатели крови крыс. Из полученных нами данных можно сделать вывод, что крысы, которые были подвержены действию алкоголя, и при этом не получали липоевой и янтарной кислот, испытывали состояние хронической интоксикации алкоголем. О чем свидетельствует высокий уровень ферментов, нарушения синтетической функции печени, показанные положительной тимоловой реакцией. Высокий уровень билирубина показывает не только поражение печени, но и гемолитическое действие алкоголя.

Нами показано, что если крысам вместе с алкоголем давали смесь янтарной и липоевой кислот, то биохимические показатели функционального состояния печени приближались к группе животных, не получавших воздействия алкоголем. Вероятно в основе данного эффекта, лежит комбинированное антиоксидантное и гепатопротекторное действие изучаемых веществ. И при применении этих веществ совместно их эффекты усиливаются.

Таким образом, результаты проведенных исследований позволяют нам сделать следующие выводы:

- при применении янтарной кислоты биохимические показатели обмена веществ в печени крыс значительно не отличаются ($P < 0.05$) от таковых у контрольной группы животных, что свидетельствует об детоксирующем эффекте янтарной кислоты;
- липоевая кислота при токсическом воздействии алкоголем показала антиоксидантную эффективность, наравне с янтарной кислотой ($P < 0.05$);
- использование смеси янтарной и липоевой кислот, как антиоксидантных агентов при воздействии этиловым спиртом, является наиболее эффективным.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анисимов В.Н. Молекулярные и физиологические механизмы старения. СПб. 2003. 468с.
2. Лукьянова Л.Д. Новые подходы к созданию антигипоксантов метаболического действия // Вестник РАМН. 1999. №3. С. 18-25.

**ФАУНА ПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ В ОКРЕСТНОСТЯХ ДЕРЕВНИ ЯНЬКИНО
ГОРНОМАРИЙСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ***Роюкова Е.В., Забиякин В.А.*

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
roukova98@mail.ru

Животный мир Республики Марий Эл представлен 369 видами позвоночных животных, из них: 62 вида млекопитающих, 250 видов птиц, 56 видов рыб, 11 – амфибий, 6 – пресмыкающихся [2].

В представленной публикации впервые приводятся сведения о составе летнего и частично осеннего населения позвоночных животных в окрестностях д. Янькино Горномарийского района Республики Марий Эл.

Деревня Янькино располагается на левой стороне р. Большая Юнга в 7 км от административного центра Емешевского сельского поселения Горномарийского района Марий Эл, села Емешево. Деревня расположена в умеренном климатическом поясе в пределах умеренно-континентального типа климата.

Материалом для этой работы стали результаты учета амфибий, рептилий, птиц и млекопитающих, проведенных на постоянных маршрутах. Сбор материалов проходил с начала мая по конец октября 2018.

Материал был собран на двух постоянных маршрутах, проложенных в разных биотопах. Первый маршрут проходил вокруг нижней части деревни, захватывая небольшую часть с/х угодий. Этот маршрут представляет собой березняк с богатой растительностью. Здесь древесные породы представлены березой повислой, липой сердцелистной, рябиной обыкновенной, осиной и несколькими деревьями яблонь. Общее покрытие травянистого яруса составило 96%. Формация состояла из ежи сборной, хвоща лугового и вербейника монетного.

Второй маршрут проходил вдоль холмовых возвышенностей, вдоль искусственного пруда и реки Большая Юнга, этот участок представлен пойменным лугом, далее маршрут проходил рядом с кладбищем, где основной древесной породой была береза повислая, и завершался маршрут точкой, где заканчивалась деревня, эта часть представлена суходольным лугом. Общее покрытие травяного яруса составило 67%, и формация состояла из лапчатки гусиной, земляники лесной и свербиги восточной.

Выход на маршрут для подсчета животных, совершали с периодичностью 1 раз в 2 недели. Всего было сделано 15 выходов в утренние и в сумеречные часы. При сборе и обработке данных применялись стандартные зоологические методики.

Земноводные. Самым массовым видом, встреченным на маршрутах, была лягушка травяная (*Rana temporaria* L.) из семейства настоящие лягушки (Ranidae). Общая численность лягушки травяной на 1 маршруте составляло 53.8 особей/км². Из них 14.7 приходилось на самок, а 39,1 на самцов. Вторым маршрутом характеризовался низкой численностью этих животных. Численность составила 22.3 особей/км².

При изучении размеров тела некоторых особей травяной лягушки были получены данные о том, что самки больше самцов практически по всем морфометрическим показателям. Длина тела самок пойманных на первом маршруте составила 5.2 ± 0.085 см, а длина тела самок измеренных на 2 маршруте 5.8 ± 0.019 см. После измерения все животные были отпущены. Во время весенних учетов, во временных водоемах вдоль дороги нами был проведен анализ плодовитостиместной популяции травяной лягушки. Были учтены: количество кладок, число отложенных и выживших икринок в них. Всего было обнаружено 6 кладок. Число икринок в них составило от 1300 до 2400 штук. Процент выживаемости икринок в наблюдаемых кладках находился на уровне 94%. Личиночное развитие охватило 49 суток. Онтогенез травяной лягушки занял 66 суток, с 24 мая по 29 июля. Также не отмечалось аномалий в осмотренных кладках икры, что свидетельствует о нормальном репродуктивном цикле этих амфибий в окрестности деревни. У обследованных амфибий визуально не было отмечено никаких кожных новообразований.

Пресмыкающиеся. За время исследований был встречен только 1 вид из отряда чешуйчатые (Squamata) - ящерица прыткая (*Lacerta agilis* L.). Общее количество особей на первом маршруте было выявлено 16.6 особей/км². Из этого числа на долю самок приходится 11.2 особей/км², а на долю самцов 5.4. Также общее количество на втором маршруте составляет 23.9 особей/км², из этого числа самки составляют 18 особей/км², а самцы 5.9 особей/км². Вследствие высокой численности и доступности более детально была изучена размерная структура популяции прыткой ящерицы на 2 маршруте. Средняя длина тела половозрелых самцов и самок прытких ящериц, обитающих в окрестности, составила 8.0 ± 70.07 см и 5.84 ± 0.16 см, что соответствует описанным в литературе.

Птицы. В окрестностях деревни Янькино нами было встречено 29 птиц из 6 отрядов, встречаемых в орнитофауне Российской Федерации: ржанкообразные (Charadriiformes), голубеобразные (Columbiformes), кукушкообразные (Cuculiformes), дятлообразные (Piciformes), воробьиные (Passeridae) и хищные птицы (Falconiformes). На маршруте №1 были зарегистрированы представители всех 6 отрядов птиц. Общее количество обнаруженных видов составило 20. На маршруте №2 за время исследований было зарегистрировано 21 вид птиц из 4 отрядов: кукушкообразные, дятлообразные, воробьиные и хищные птицы. Численность птиц на 1 маршруте достиг 381.76 особей/км². Основу орнитоценоза за время исследования составил отряд воробьинообразные (Passeriformes) – 349.60 особей/км². По значениям численности преобладал грач (*Corvus frugilegus* L.) – 141.08 особей/км². Вторым по численности является домовая воробей (*Passer domesticus* L.) из отряда ткачиковые (Ploceidae) – 25.58 особей/км². В процентном соотношении преобладало семейство врановые (Corvidae)– 45.47%. Так же были значительны доли семейства славковые (Sylviidae) – 16.03% и трясогузковые (Motacillidae) – 7.00%. Всего на 1 маршруте встречено 20 видов, из них 1 доминант, 17 субдоминантов и 2 второстепенных вида. Численность для 2 маршрута составила 269 особей/км². Как и на 1 маршруте основу орнитоценоза составил отряд воробьиные (Passeriformes) – 224.20 особей/км². Самым многочисленным семейством из этого отряда является ласточковые (Hirundinidae) – 93.79 особей/км². По значениям плотности самым многочисленным являлась ласточка береговая (*Riparia riparia* L.) – 93.79 особей/км². В процентном соотношении кроме семейства ласточковые (Hirundinidae) – 34.87%, преобладали семейство врановые (Corvidae) – 17.56% и семейство дятловые (Picidae) – 10.97%. По характеру пребывания, птицы в окрестностях д. Янькино можно разделить на 4 группы: оседлые виды представлены 7 видами (24.14%), 2 группа- перелетные птицы 20 видов (68.97%), 3 группа – это зимующие птицы, 7 видов (24.14%) и пролетные птицы, представлен 1 видом (3.45%). По трофической группе преобладали насекомоядные – 13 видов (44.83%), по ярусу гнездования группа кронников – 9 видов (31.03%), и по экологическому комплексу, лесная группа птиц – 12 видов (41.38%).

Млекопитающие. Млекопитающие ведут скрытый образ жизни. Встреченные в окрестности деревни 9 видов млекопитающих были отнесены к 3 отрядам. Из грызунов (Rodentia) были отмечены обыкновенная полевка (*Microtus arvalis* Pall.) – 2.17 особей/км², домовая мышь (*Mus musculus* L.) – 8.53 особей/км², заяц-русак (*Lepus europaeus* Pall.) – 2.48 особей/км., а также были найдены колонии сурка-байбака (*Marmota bobak* Mü.) и бобра обыкновенного (*Castor fiber* L.). Отряд насекомоядные (Lipotyphla) был представлен кротом обыкновенным (*Talpa europaea* L.) – 5.04 особей/км² и обыкновенным ежом (*Erinaceus europaeus* L.) – 6.98 особей/км². Из отряда хищные были встречены волк серый (*Canis lupus* L.) – следы жизнедеятельности хищника встречались преимущественно в окрестности населенного пункта, также были периодически слышны сумеречный волчий вой, а также лисица обыкновенная (*Vulpes vulpes* L.) – этот вид отдавал предпочтение местности, где имелись перелески, холмы и овраги. За время исследования было встречено 2 взрослых особи и 2 лисят. Также были найдены следы жизнедеятельности лисы и 1 нора.

По результатам проведенных наблюдений можно констатировать, что в районе исследования зарегистрировано 1 вид амфибии, 1 вид пресмыкающихся, 29 видов птиц и 9 видов млекопитающих. Популяции травяной лягушки и прыткой ящерицы можно назвать стабильными, на это указывает высокое обилие и преобладание самок во всех популяциях животных. Орнитоценоз окрестностей д. Янькино Горномарийского района также представляет собой сбалансированное устойчивое сообщество, характеризующее высокими показателями видового разнообразия и численности птичьего населения. Из млекопитающих в окрестностях деревни выявлено 5 видов грызунов, 2 вида представителей отряда хищных и 2 вида насекомоядных, все эти животные обычны для территории Республики Марий Эл.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гаранин В.И. Земноводные и пресмыкающиеся Волжско - Камского края / В.И. Гаранин. М.: Наука. 1983. 175 с.
2. Информационный ресурс Республики Марий Эл «geo12.rp» [Электронный ресурс] URL: <http://xn--12-glci9b.xn--p1ai/atlas/2-9> (дата обращения 21.03.2020).
3. Кочаков И.В. Видовое разнообразие и охраняемые виды животного и растительного мира Республики Марий Эл // Проблемы и пути решения, материалы международной научно-практической конференции. 2016. С. 96-98.
4. Романов В.В., Мальцев И.В. Методы исследований экологии наземных позвоночных животных: Количественные учеты. Учебное пособие. Владимир. 2005.

5. Шляхтин Г.В. Голикова В.Л. Методика полевых исследований экологии амфибий и рептилий. Саратов. 1986.75 с.

СОСТАВ И БИОМАССА НЕКОТОРЫХ ПОЙМЕННЫХ ЛУГОВ ЗАПОВЕДНИКА «БОЛЬШАЯ КОКШАГА»

Рыжова Л.В., Ибраев И.В.,

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
procorjeva@mail.ru, nicromizer@yandex.ru

Луга – это одна из важнейших экосистем. Луга являются важным источником пищевых ресурсов как для диких травоядных, так и некоторых домашних животных. Пойменные луга, по сравнению с другими типами, обладают более стабильным водным режимом. В их почвах содержится большое количество питательных веществ [1]. Одна из особенностей пойменных лугов – принос с тальми водами наилка, который способствует формированию плодородных почв [2]. Эти факторы обуславливают высокую продуктивность таких лугов.

Цель нашей работы – исследование надземной биомассы некоторых пойменных лугов заповедника «Большая Кокшага» Республики Марий Эл.

Исследования проводились в 2019 г. на трех пойменных (пойма р. Большая Кокшага и р. Шем-Энер) лугах, расположенных в центральной части заповедника. До 1990-2000-х гг. на лугах ежегодно проводилось сенокосение. Однако в настоящее время сенокосение не проводится. Пробная площадь № 1 (ПП 1) – таволгово-кострецовый пойменный луг, расположен в центральной части поймы урочища Конопляник. В травяном покрове преобладают кострец безостый, таволга вязолистная. Пробная площадь № 2 (ПП 2) – снытево-таволговый пойменный луг, расположен в пойме р. Шем-Энер. В травяном покрове преобладают таволга вязолистная, подмаренник мареновидный. Пробная площадь № 3 (ПП 3) – таволговый пойменный луг, расположен в центральной части поймы урочища Конопляник. В травяном покрове преобладают таволга вязолистная, сныть обыкновенная, двукосточник тростниковидный. Геоботанические описания пробных площадей были обработаны по экологическим шкалам Д.Н.Цыганова [3]. Пойменные ассоциации характеризуются довольно сходными экологическими условиями: влажно-лесолуговым увлажнением почв и довольно богатыми почвами.

Оценку биомассы луговых сообществ проводили методом пробных укусов в период наибольшего развития травостоя – в конце июля 2019 г. Для этого на наиболее типичном участке исследуемого луга закладывалось по 5 учетных площадок размером 1 м². Затем травянистые растения на учетных площадках срезали на уровне почвы. Полученную массу разбирали по отдельным видам растения и взвешивали. Затем растения высушивали в сухом проветриваемом помещении до воздушно-сухого состояния и взвешивали. Также определяли относительную влажность биомассы луговых сообществ.

Изучение состава луговых сообществ включало анализ систематического, экологического, биоморфологического и эколого-ценотического состава. Для сравнения лугов по биомассе проводили однофакторный дисперсионный анализ в пакете статистических программ STATISTICA (версия 6.0). Возможность применения дисперсионного анализа оценивали с помощью критерия Левена. Множественные сравнения средних значений проводили с помощью критерия Шеффе [4].

Флористический состав изученных лугов сравнительно бедный – число видов не превышает 12-16. По классификации И.Г.Серебрякова преобладающей жизненной формой являются длиннокорневищные растения (33-43%), что свидетельствует о достаточно рыхлой почве на пойменных лугах. Также сравнительно высока доля короткорневищных, кистекорневых и ползучих (12-25%) растений. Другие жизненные формы встречаются в единичных случаях. По жизненным формам по К.Раункиеру преобладающей группой являются гемикриптофиты (68-83%), что характерно для зоны умеренно холодного климата.

По экологическим группам по отношению к водному режиму преобладающей группой являются мезофиты. Их доля на пойменных лугах составляет 50-57%. Также на пойменных лугах встречаются и другие растения, предпочитающие большее увлажнение – гигромезофиты и гигрофиты. Их вклад в общий состав варьирует от 16 до 33%.

Преобладающими эколого-ценотическими группами на пойменных лугах являются лугово-степная, нитрофильная и неморальная, которые характеризуются довольно близкими соотношениями (18-33%). Также на пойменных лугах встречаются такие эколого-ценотические группы как бореальная и водно-болотная.

Нами была определена сырая и воздушно-сухая биомасса растений на пойменных лугах и оценена относительная влажность биомассы (табл. 1). Можно видеть, что относительная влажность биомассы на пойменных лугах довольно высокая – более 58%.

Для сравнения сырой и сухой биомассы растений луговых фитоценозов использовали однофакторный дисперсионный анализ. Сырая масса растений на пойменных лугах не различается и составляет более

1000 г/м². Наибольшая воздушно-сухая масса (более 500 г/м²) характерна для таволгово-кострецового пойменного луга (ПП 1). Два других пойменных луга характеризуются меньшими значениями.

Таблица 1

Биомасса и относительная влажность биомассы луговых сообществ, г/м²

Пробная площадь	1	2	3
Сырая масса	1241.39	1294.49	1120.52
Воздушно-сухая масса	521.27	386.62	363.69
Относительная влажность, %	58.0	69.1	67.5

Рассмотрим вклад растений лугов, имеющих разную кормовую ценность, в общую воздушно-сухую биомассу. На таволгово-кострецовом лугу наибольший вклад в биомассу дают менее ценные в кормовом отношении злаки, которые представлены всего тремя видами – кострецом безостым, лисохвостом луговым и полевицей белой. Однако доля последних двух видов составляет менее 1%. Доля костреца безостого, который является ценным кормовым и пастбищным растением, наибольшая и составляет 82.0% (427.4 г/м²). Второй группой является разнотравье, вклад которого в общую воздушно-сухую биомассу составляет 15.3%. Наибольшая доля из разнотравья приходится на таволгу вязолистную 12.5% (65.1 г/м²). Известно, что таволга вязолистная является кормовым растением для диких животных. Она хорошо поедается бобрами, промысловой птицей, глухарями, тетеревами, рябчиком. Плодами питаются боровая дичь и многие водоплавающие птицы. Бобовые растения составляют в воздушно-сухой биомассе всего лишь 1.9%, из которых 1.5% приходится на горошек мышиный.

На снытево-таволговом и таволговом пойменных лугах наибольший вклад в воздушно-сухую биомассу дает разнотравье – 86.0 и 97.0% соответственно. На обоих лугах преобладающим видом разнотравья является таволга вязолистная, доля которой на снытево-таволговом лугу составляет 62.0% (226.0 г/м²), на таволговом лугу – 65.2% (237.0 г/м²).

Другими растениями разнотравья, также дающими достаточно большой вклад в общую воздушно-сухую биомассу на снытево-таволговом лугу (ПП 2) являются сныть обыкновенная (54.2 г/м² или 14.9%); на таволговом лугу (ПП 3) – бодяк полевой (44.6 г/м² или 12.3%), подмаренник мареновидный (22.23 г/м² или 6.1%), крапива двудомная (19.20 г/м² или 5.3%).

Злаки на снытево-таволговом пойменном лугу представлены только двукисточником тростниковидным, доля которого составляет 11.6% (41.4 г/м²). На таволговом лугу злаки дают всего лишь 1.4% от общей биомассы.

Доля бобовых растений на ПП 2 и ПП 3 также очень небольшая и составляет всего 0.1 – 0.5%. Осоки на пойменных лугах также встречаются в небольшом количестве, их доля варьирует от 0.8 до 1.8%.

Таким образом, величина биомассы луговых сообществ во многом зависит от биологических особенностей доминантов. Именно они занимают основную часть территории, развивая значительную вегетативную массу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреев Н.Г. Продуктивность сеяных травостоев на пойменных лугах в зависимости от вида и способа удобрения // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии: Научно-теоретический журнал Российского государственного аграрного университета. МСХА имени К.А. Тимирязева. 1986. Вып. 6. С.33-40.
2. Пехота А.П., Мижуй С.М., Лецинская Ю.Ю. Накопление биомассы травянистой растительности в пойменном фитоценозе // Веснік МДПУ імя І. П. Шамякіна 2013. №4 (41). С. 42-48.
3. Цыганов Д.Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М. 1983. 197 с.
4. Sokal R.R. Biometry. New York: H.W. Freeman and company. 1995. 891 p.

СТИМУЛЯЦИЯ ДЫХАНИЯ МИТОХОНДРИЙ ПЕЧЕНИ 2,4-ДИНИТРОФЕНОЛОМ В УСЛОВИЯХ ЧАСТИЧНОГО ИНГИБИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТА ЭЛЕКТРОНОВ ПО ДЫХАТЕЛЬНОЙ ЦЕПИ

Семенова А.А., Виногорова А.С., Иванов Ан.Н., Самарцев В.Н.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола

sem_al.ru@mail.ru

Одним из путей стимуляции свободного дыхания в митохондриях является усиление пассивной утечки протонов с помощью протонфорных разобщителей окислительного фосфорилирования и, в частности, 2,4-динитрофенола (ДНФ) [1, 2]. В настоящее время интерес к ДНФ существенно возрос в связи с возможным использованием его в качестве фармакологического средства [3]. Целью настоящего исследования было выяснить, каковы особенности стимуляции свободного дыхания митохондрий печени ДНФ при

частичном ингибировании транспорта электронов по дыхательной цепи. Эффекты ДНФ необходимо рассмотреть на основе модели футильного протонного цикла, а также при использовании различных субстратов дыхания и сред инкубации.

Митохондрии из печени белых половозрелых крыс самцов (весом 210 – 250 г) выделяли общепринятым методом дифференциального центрифугирования как подробно описано ранее [4]. Среда выделения содержала 250 мМ сахарозы, 1 мМ EGTA, 5 мМ MOPS (pH – 7.4). Дыхание митохондрий регистрировали полярографическим методом при 37°C в термостатируемой ячейке объемом 1 мл с помощью кислородного электрода типа Кларк и установки OxuGraph Plus (Hansatech Instruments, Великобритания). Сахарозная среда инкубации содержала 250 мМ сахарозы, 0,5 мМ EGTA, 10 мМ MOPS (pH – 7,4). KCl-среда инкубации вместо сахарозы содержала 130 мМ KCl. В качестве субстратов дыхания использовали 5 мМ глутамат и 5 мМ малат или 5 мМ сукцинат и 2 мкМ ротенон.

Хорошо установлено [2; 5], что при применении ДНФ в низких концентрациях активность этого разобщителя (J_u) можно определить по величине стимуляции дыхания митохондрий в состоянии 4 по уравнению:

$$J_u = J_4^u - J_4^o;$$

где, J_4^u и J_4^o скорости дыхания митохондрий в состоянии 4 в присутствии и отсутствии ДНФ соответственно. В этом случае допускается, что при малой стимуляции дыхания ДНФ этот разобщитель не оказывает существенного влияния на величину J_4^o .

Известно [5], что протонофорная активность ДНФ (V_u) пропорциональна его концентрации ($[u]$) согласно уравнению: $V_u = k_u[u]$; где k_u – константа пропорциональности. Эту константу можно также рассматривать как удельную протонофорную активность ДНФ. Согласно модели протонного футильного цикла [5] для характеристики транспорта электронов по дыхательной цепи введена величина активности подсистемы окисления (V_{ox}). В этом случае связанную со стимуляцией дыхания активность ДНФ можно определить по уравнению:

$$J_u = \frac{V_{ox}V_u}{V_{ox} + V_u} \quad 1)$$

С учетом того, что связанная со стимуляцией дыхания активность ДНФ пропорциональна его концентрации, ур. (1) можно преобразовать следующим образом:

$$J_u = \frac{V_{ox}[u]}{\frac{V_{ox}}{k_u} + [u]} \quad 2)$$

Определив, что $V_{ox}/k_u = K_{0,5}$ получим:

$$J_u = \frac{V_{ox}[u]}{K_{0,5} + [u]} \quad 3)$$

Таким образом, ур. (2) и (3) описывают зависимость связанной со стимуляцией дыхания активности ДНФ от его концентрации. Эта зависимость имеет гиперболический характер. Параметр $K_{0,5}$ ур. (3) рассматривается как концентрация ДНФ при которой наблюдается полумаксимальный эффект. Линейная форма ур. (2) имеет вид:

$$\frac{[u]}{J_u} = \frac{1}{k_u} + \frac{[u]}{V_{ox}} \quad 4)$$

При проведении экспериментальных исследований получены следующие результаты.

1. Согласно модели протонного футильного цикла зависимость величины стимуляции дыхания ДНФ от его концентрации имеет гиперболический характер. Анализ этой зависимости позволяет определить удельную протонофорную активность этого разобщителя.

2. Выраженная в единицах скорости потребления кислорода величина удельной протонофорной активности ДНФ больше при окислении сукцината, чем при окислении глутамата и малата. Однако с учетом того, что коэффициент Н⁺/О в 1,5 раза больше при окислении НАДН, чем при окислении сукцината, удельная протонофорная активность ДНФ мало зависит от применяемых субстратов.

3. При окислении сукцината митохондриями протонофорная активность ДНФ больше в KCl-среде инкубации, чем в сахарозной среде.

4. Конкурентный ингибитор сукцинатдегидрогеназы малонат в условиях окисления сукцината митохондриями ослабляет стимуляцию дыхания ДНФ. Однако при этих условиях протонофорная активность этого разобщителя не изменяется.

5. Ингибиторы третьего комплекса дыхательной цепи: антимицин А и миксотиазол ослабляют стимуляцию дыхания ДНФ без изменения протонофорной активности этого разобщителя.

6. При окислении сукцината ТМФД, шунтируя третий комплекс дыхательной цепи, стимулирует дыхание в состоянии 4 и увеличивает протонофорную активность ДНФ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Скулачев В.П., Богачев А.В., Каспаринский Ф.О. Мембранная биоэнергетика // М.: Издательство Московского университета. 2010. 368 с.
2. Самарцев В.Н., Кожина О.В., Полищук Л.С. Соотношение между дыханием и синтезом АТФ в митохондриях при различной степени разобщения окислительного фосфорилирования // Биофизика. 2005. Т. 50. № 4. С. 660 – 667.
3. Geisler J.G. 2,4 Dinitrophenol as Medicine. // Cells. Mar 2019.23;8(3). pii: E280. doi: 10.3390/cells8030280.
4. Маркова О.В., Бондаренко Д.И., Самарцев В.Н. Опосредованное анионными переносчиками разобщающее действие дикарбоновых жирных кислот зависит от расположения второй карбоксильной группы. // Биохимия. 1999. V. 64. P.679–685.
5. Самарцев В.Н., Полищук Л.С. Протонный футильный цикл при различных энергетических состояниях митохондрий. Линейная модель // Биологические мембраны. 2002. Т. 19. С. 303-308.

ВЛИЯНИЕ α,ω -ГЕКСАДЕКАНДИКАРБОНОВОЙ КИСЛОТЫ НА ДЫХАНИЕ И ОКИСЛИТЕЛЬНЫЙ СИНТЕЗ АТФ В МИТОХОНДРИЯХ ПЕЧЕНИ

Семенова А.А., Виногорова А.С., Иванов Ан.Н., Самарцев В.Н.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола

sem_al.ru@mail.ru

Свободное дыхание в митохондриях может быть усилено с помощью, так называемых, десопрягающих агентов (decouplers). В качестве десопрягающих агентов природного происхождения рассматриваются α,ω -дикарбоновые жирные кислоты [1–3]. Одной из таких кислот является α,ω -гексадекандикарбоновая кислота (ГДК) образующаяся в клетках печени в процессе ω -окисления пальмитиновой кислоты. Характерной особенностью действия α,ω -дикарбоновых кислот является их способность в отсутствие синтеза АТФ стимулировать транспорт электронов по дыхательной цепи без снижения мембранного потенциала ($\Delta\psi$) [1–3]. Предполагается, что этот путь стимуляции свободного дыхания митохондрий заключается в переключении десопрягающими агентами комплексов дыхательной цепи на холостой режим работы, что можно рассматривать как внутреннее разобщение [2; 3]. Целью настоящего исследования было выяснить особенности действия α,ω -гексадекандикарбоновой кислоты на дыхание и окислительное фосфорилирование митохондрий печени.

Опыты проводили на митохондриях, выделенных из печени белых половозрелых крыс массой 210–250 г. общепринятым методом дифференциального центрифугирования [1]. Среда выделения содержала 250 мМ сахарозы, 1 мМ EGTA, 5 мМ MOPS, pH – 7,4. Дыхание митохондрий регистрировали полярографическим методом при 25°C в термостатируемой ячейке объемом 1 мл с помощью кислородного электрода типа Кларк и установки OxygraphPlus (HansatechInstruments, Великобритания). Среда инкубации содержала 200 мМ сахарозу, 20 мМ KCl, 5 мМ янтарную кислоту, 0,5 мМ MEGTA, 2 мМ MgCl₂, 5 мМ KH₂PO₄ (P_i), 10 мМ MOPS, pH – 7,4.

В работе применяли следующие показатели дыхания и окислительного фосфорилирования: J_2 – скорость дыхания митохондрий в присутствии P_i до добавления ADP (состояние 2); J_3 – скорость дыхания митохондрий в присутствии P_i и ADP (состояние 3); J_4 – скорость дыхания митохондрий в присутствии P_i после того, как весь добавленный ADP был израсходован в процессе синтеза АТФ (состояние 4); ДК – отношение величин J_3 и J_4 (дыхательный контроль); J_u – скорость дыхания митохондрий в присутствии 2,4-динитрофенола в концентрации, вызывающей максимальную стимуляцию дыхания; ADP/O – стехиометрический коэффициент, показывающий эффективность окислительного фосфорилирования; J_p – скорость синтеза АТФ. Размерность величин J_2, J_3, J_4 и J_u – нмоль O₂/ мин на 1 мг белка; размерность величины J_p – нмоль ADP / мин на 1 мг белка; размерность величин ДК и ADP/O – относительные единицы.

Как видно из таблицы, ГДК в концентрации 100 мкМ эффективно увеличивает скорости дыхания митохондрий печени в состояниях 2 и 4, оказывая небольшое ингибирующее влияние на скорость дыхания в состоянии 3 и на скорость окислительного синтеза АТФ. Величина дыхательного контроля при этом существенно уменьшается, без изменения стехиометрического коэффициента ADP/O.

Таблица 1

Влияние ГДК на величины скорости дыхания и окислительного синтеза АТФ митохондрий печени

Величины	Без ГДК ($n = 3$)	ГДК 100 мкМ ($n = 3$)
----------	---------------------	-------------------------

<i>J2</i>	9.2 ± 0.6	15.5 ± 0.3*
<i>J3</i>	45.0 ± 1.1	39.5 ± 1.4*
<i>J4</i>	10.2 ± 0.8	17.0 ± 0.7*
<i>Ju</i>	69.1 ± 2.4	47.4 ± 1.0*
<i>JP</i>	159.2 ± 7.8	138.2 ± 6.0*
ДК	4.41 ± 0.33	2.33 ± 0.05*
ADP/O	1.77 ± 0.08	1.75 ± 0.04

Примечание. Приведены средние значения ± стандартная ошибка среднего.

* - Различия между опытом (присутствие ГДК) и контролем статистически значимы, $p < 0,05$ (критерий Стьюдента).

Таким образом, проведенные исследования показали, что ГДК стимулирует свободное дыхание митохондрий печени только в отсутствие синтеза АТФ. При этих условиях ГДК не влияет на эффективность окислительного синтеза АТФ. Способность ГДК снижать скорость дыхания в состоянии 3 и при полном разобщающем действии 2,4-динитрофенола, по-видимому, обусловлена ингибированием транспорта электронов по дыхательной цепи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Маркова О.В., Бондаренко Д.И., Самарцев В.Н. Опосредованное анионными переносчиками разобщающее действие дикарбоновых жирных кислот зависит от расположения второй карбоксильной группы. // Биохимия. 1999. №64. С. 679–685.
2. Рыбакова С.Р., Дубинин М.В., Самарцев В.Н. Особенности активации свободного окисления в митохондриях печени α, ω -тетрадекандиолевой кислотой. // Биол. мембраны. 2013. №30. С. 30–39.
3. Семенова А.А., Самарцев В.Н., Павлова С.И., Дубинин М.В. ω -Гидроксипальмитиновая и α, ω -гексадекандикарбоновая кислоты как активаторы свободного дыхания и ингибиторы генерации H_2O_2 в митохондриях печени. // Биол. мембраны. 2019. №36. С. 428–438.

МОРФО-ГИСТОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕГОЧНОЙ ТКАНИ АМФИБИЙ, ОБИТАЮЩИХ В ВОДОЕМАХ ЗАПОВЕДНИКА «ПРИВОЛЖСКАЯ ЛЕСОСТЕПЬ»

Сидушкина М.Н., Дробот Г.П., Рябчикова Т.Н.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола, 424000 пл.Ленина 1
sidushkcina2013@gmail.com

В настоящее время все нарастает уровень загрязнения окружающей среды, что указывает на необходимость постоянного ее мониторинга. Контроль природной среды в последнее время все больше проводят с помощью живых организмов – биоиндикаторов, в частности амфибий. Морфофункциональные показатели различных органов этих животных в локальных зонах загрязнения могут являться одними из биологических критериев качества вод и прилегающих к ним территорий. В этом плане интересно изучение гистологии ряда органов животных-биоиндикаторов и выявление в них структурных отклонений. Известно [1], что любая патология развивается при нарушении гомеостаза и может являться патологической или компенсаторной реакцией организма в ответ на влияние среды. В данной работе проведено изучение морфогистохимических показателей легочной ткани зеленых лягушек, обитающих в водоемах Государственного природного заповедника (ГПЗ) «Приволжская лесостепь».

Отлов амфибий производили в летний период 2017 года в водоемах двух участков ГПЗ «Приволжская лесостепь» («Островцовская лесостепь» и «Борок»). Видовую принадлежность определяли по морфологическим признакам. Общее количество изученных особей составило 47 штук (28 особей из водоемов «Островцовской лесостепи» и 19 особей из водоемов «Борка»). После декапитации лягушек у них забирали легкое, фиксировали его в 10% нейтральном формалине. Гистологические срезы изготавливали по общепринятым методикам [2], окрашивая их гематоксилин - эозином, а также использовали методику Perls and Lison для выявления пигментов гемосидерина и меланина [3]. Статистическую обработку данных проводили при помощи пакета программ Statistica 6.0.

При морфологическом исследовании в легочной ткани обследованных амфибий обнаружены нарушения. В ткани легкого часто наблюдалось диффузное кровенаполнение сосудов, эритростазы в капиллярах. Кроме того, в строме легких обнаруживались очаги инфильтрации лейкоцитами. У единичных особей прослеживался отек легочной ткани. Также у амфибий, обитающих в водоемах участка «Островцовская лесостепь», в легких были обнаружены паразиты и их яйца (рис. 1 а, б, в, г).

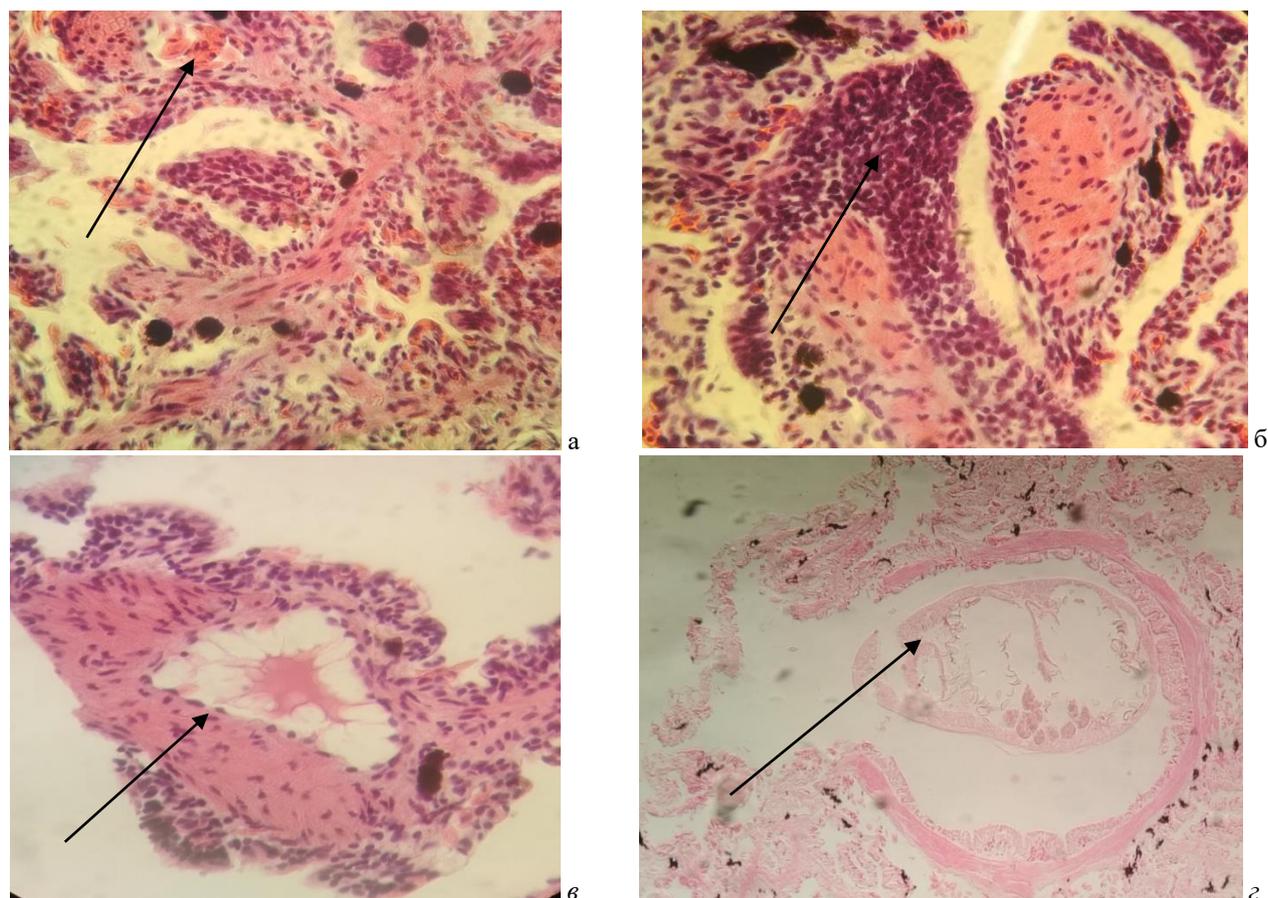


Рис 1. Эритростаз капилляра(а); инфильтрация лейкоцитами (б); мелкоочаговый альвеолярный отек (в); срез паразита в просвете альвеол (г) (гематоксилин–эозин; об. $\times 40$; ок. $\times 10$)

На следующем этапе исследования в легочной ткани изучали меланомакрофагальные центры (ММЦ), содержащие пигменты гемосидерин и меланин. При помощи сетки Автандилова [4] оценивали площади (в условных единицах, у.е.), занимаемые этими пигментами в пределах центра. Статистически значимые различия были обнаружены только по содержанию гемосидерина (критерий Краскела- Уоллиса ($H=4.62$; $p= 0.032$)).

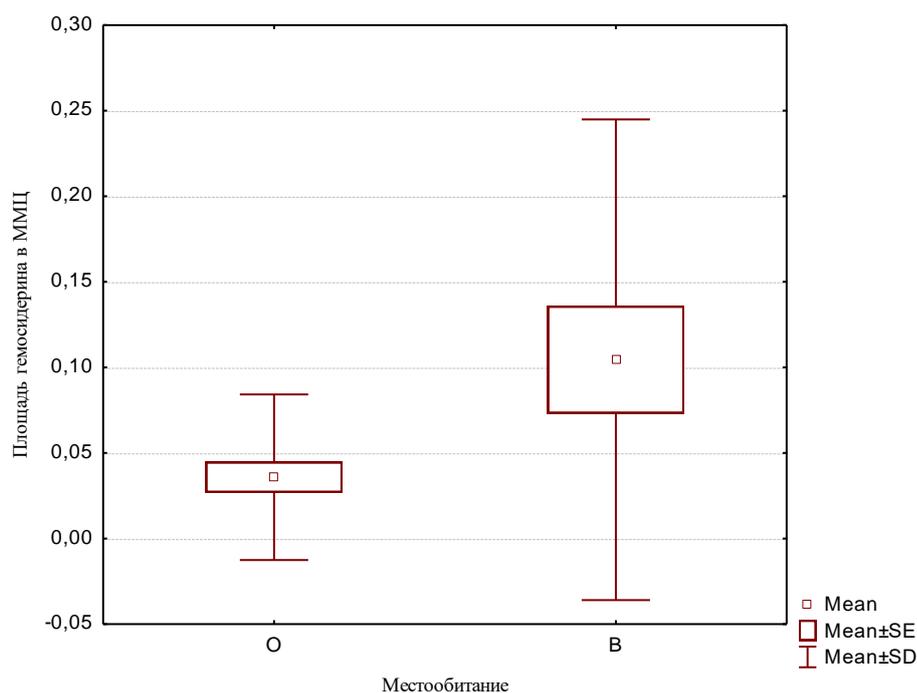


Рис. 2. . Площадь гемосидерина в ММЦ легочной ткани (у.е.) амфибий из разных местообитаний
 О – «Островцовская лесостепь» (*P. ridibundus*);
 В – «Борок» (*P. ridibundus*)

Из рисунка 2 видно, что наименьшее значение площади гемосидерина отмечается в ММЦ у амфибий, обитающих в водоемах участка «Островцовская лесостепь». В научной литературе отмечено, что пигменты меланин и гемосидерин участвуют в фагоцитозе и обладают бактерицидным действием [5; 6; 7] Также известно, что гемосидерин в ММЦ может накапливаться при разрушении эритроцитов [8].

Таким образом, в ходе исследований в легочной ткани амфибий был установлен ряд патоморфологических сдвигов: эритростазы, лейкоцитарные инфильтрации, кровоизлияния, наблюдающиеся у земноводных из обоих участков заповедника. В тоже время, у лягушек из участка «Островцовская лесостепь» в легочной ткани еще обнаружены паразиты и повышенное содержание гемосидерина в ММЦ, что может быть обусловлено как раз инвазированием. Исходя из полученных результатов, можно предположить, что на амфибий, обитающих в водоемах «Островцовской лесостепи» может влиять комплекс неблагоприятных факторов, а указанная территория требует постоянного мониторинга. Наличие паразитов в легких амфибий требует дальнейшего исследования, установление их таксономического статуса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горышина Е.Н., Чага О.Ю. Сравнительная гистология тканей внутренней среды с основами иммунологии Л.: Издательство Ленинградского университета. 1990. 320 с.
2. Трубочева В.С., Дробот Г.П., Абдушевич Л.И. Большой практикум по гистологической технике. Йошкар Ола. Марийский государственный университет. 2003. 47 с.
3. Меркулов Г.А. Курс патогистологической техники. Л. Медицина. 1969. 424 с.
4. Автандилов Г.Г., Яблчанский Н.И., Губенко В.Г. Системная стереометрия в изучении патологического процесса. М. Медицина. 1981. 192 с.
5. Заботкина Е.А. Влияние токсикантов органической и неорганической природы на структуру меланомacroфагальных центров у костистых рыб (обзор) // Труды ИБВВ РАН. 2017. вып 77(80). С. 20-32.
6. Arciuli M. Administration of a polyphenol-enriched feed to farmed sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.): Kidney melanomacrophages response // Fish shellfish immunol. 2007. №68. Р. 404 – 410.
7. Leknes I.L. Melano – macrophage centres and endocytic cells in kidney and spleen of pearl gouramy and platyfish (Anabantidae, Poeciliidae: Teleostei) // Acta histochem. 2007. № 109. Р. 164–168.
8. Wolke R.E. Piscine macrophage aggregates: a review // Annu Rev. Fish Dis. 1992 V. 2. P. 91–108.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ РОСТА ДЕГУ (*OCTODON DEGUS*) В РАННИЙ ПЕРИОД В КЛЕТОЧНЫХ УСЛОВИХ СОДЕРЖАНИЯ

Степанова Н.А.

Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины
 nas2001@list.ru

Цель исследования: выявить динамику морфологических особенностей и стандартных зоологических промеров детёнышей дегу от рождения до 30 дней в условиях лаборатории.

Задачи:

1. Изучить морфологию развития детёнышей дегу;
2. Изучить динамику стандартных зоологических промеров самцов и самок детёнышей дегу в условиях неволи;
3. Провести обработку результатов исследований с использованием методов статистической обработки.

Актуальность исследований

В последние годы наряду с «классическими» видами в качестве лабораторных объектов стали использовать шиншилла, бурундука, песчанок, хомячков, карманчиковую мышь, полевок, сурков, акомисов и других грызунов. Дегу, наряду с монгольскими песчанками, широко используются в качестве модельного вида монгольские песчанки подвергаются гормональной стимуляции, и отработанная методика применения препаратов предлагается для восстановления поголовья «проблемных» видов грызунов, у которых размножение в неволе затруднено или самки несколько лет не дают потомства. Однако морфометрия детёнышей этого вида ранее не проводилась, справочники подобных данных не содержат.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ:

Наблюдения проводились с 2014 года с сентября по август, всего в период наблюдений было получено от пар 37 детёнышей. Животные содержались в клетках, размерами 90х50х60 и в вольере 10 м кв. в условиях минизоопарка ЭБЦ Крестовский остров. Измерения параметров новорожденных дегу (длина тела, длина хвоста, масса тела) проводились с периодичностью 2 раза в неделю; масса тела определялась с помощью весов ЕК-600 (d=0.1 г). Рассчитывалось среднее арифметическое значение с ошибкой среднего по параметрам веса на первые, пятнадцатые и двадцать девятые сутки, среднее арифметическое значение по

параметрам длины тела и длины хвоста с ошибкой, скорость роста параметра, т. е. абсолютный и относительный прирост исходя из тех же сроков. Достоверность влияния факторов на показатели оценивалась *t*-критерием Стьюдента. Отличия считались достоверными на уровне значимости $p \leq 0.05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ:

На 1 сутки изученные параметры роста самцов и самок выборки 2016 года достоверно не отличаются, однако к 29 дню постнатального онтогенеза скорость роста самок превышает скорость роста самцов.

Показатели массы тела самок увеличились в 4.5 раза, а самцов – в 3.6 раза, что является характерной особенностью развития маторонатных грызунов и несколько превышает показатели, приведённые для морфологически сходных видов.

Нарушения нормированного кормления и содержания во время выращивания молодняка оказывают отрицательное влияние на их ростовые процессы, в частности, в перенаселённых группах показатели роста детёнышей ниже, чем у детёнышей пар, содержащихся в вольере.

Автор выражает благодарность ЭБЦ Крестовский Остров за возможность проведения исследований на базе организации и лично Гловой О.В. за помощь в проведении исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алтаева Э.Г. Динамика накопления ионов кальция и изменения изоформ Са-АТФазасаркоэндоплазматического ретикулула в волокнах камбаловидной мышцы крысы, дегу и монгольской песчанки в ходе моделирования гравитационной нагрузки различной длительности // Цитология. 2010. Том 52. № 9. С. 770–775.
2. Ахметов И.З. Разведение диких грызунов в неволе // Первое всесоюзное совещание по проблемам зоокультуры. Тезисы. Ч. 2. М.: 1986. С. 172–174.
3. Ахметов И.З. Лабораторные и дикие грызуны (содержание, разведение и использование в опытах) // Ташкент, Ташкент-НаучИздат. 1981. С.121–127.
4. Бексеитов Т.К. Основы биометрии. Изд. Павлодар. 2006. С. 14–56.
5. Ильченко О.Г. Гормональная стимуляция размножения песчанок рода *Meriones* и дегу рода *Octodon* // Проблемы содержания и разведения мелких млекопитающих: Вестник информационного центра. М.: Информационный центр ЕАРАЗА. 2004. С. 13–16.

АНАТОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА СЛОЕВИЩ ЭВЕРНИИ СЛИВОВОЙ (*EVERNIA PRUNASTRI* (L.) ACH.) В РАЗНЫХ УСЛОВИЯХ ОСВЕЩЕННОСТИ В ПОЙМЕННОМ ЛИПНЯКЕ

Суетина Ю.Г., Бердникова С.А.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
suetina@inbox.ru

Изучение анатомического строения слоевища лишайников представляет интерес как с теоретической точки зрения, так и в разработке практических вопросов, например, связь анатомической структуры с условиями окружающей среды, использование в биоиндикации.

Известно, что эверния сливовая предпочитает хорошо освещенные места [1]. Ранее было показано, что морфология кустистого слоевища эвернии сливовой зависит онтогенетического состояния и от освещенности [2].

Цель работы: изучить анатомию слоевища эвернии сливовой (*Evernia prunastri* (L.) Ach.) в онтогенезе в разных условиях освещенности.

Сбор слоевищ *E. prunastri* проводили в июне 2018 г. на территории Республики Марий Эл в елово-пихтовом дубо-липняке страусниково-ландышевом в пойме реки Большая Кокшага. Слоевища v₂-g_{3v} онтогенетических состояний [3] собирали на стволе липы сердцелистной (*Tilia cordata* Mill.). Место сбора было разделено на два местообитания: местообитание 1 ближе к берегу и более освещенное, местообитание 2 находится в глубине леса. В каждом онтогенетическом состоянии исследовали анатомическую структуру у 10 слоевищ. Измерения проводили с помощью микроскопа Биолам С-11. Анализ анатомических признаков проводили в логарифмической шкале. Сравнение анатомических признаков в разных местообитаниях проводили с помощью дисперсионного анализа.

Для *E. prunastri* характерен гетеромерный тип слоевища, то есть хорошо дифференцированные слои: верхний коровый слой, альгальный слой, сердцевина и нижний коровый слой. В онтогенезе *E. prunastri* для разных признаков выявлены разные изменения анатомической структуры слоевищ [4].

В общей структуре изменчивости толщины верхнего и нижнего корового слоя, толщины сердцевины в освещенном местообитании, толщины альгальной зоны в освещенном и затененном местообитании наибольшая доля приходится на изменчивость в пределах слоевища (84%-90%), далее между онтогенетическими состояниями (10%-22%). В затененном местообитании слоевище не различается по толщине верхнего и нижнего коровых слоев; наибольшая изменчивость толщины сердцевины наблюдается между слоевищами (65%), далее в пределах слоевища (19%) и между онтогенетическими состояниями (16%).

Значения толщины верхнего корового слоя, толщины альгального слоя и толщины сердцевины больше в освещенном местообитании. Освещенность не влияет на толщину нижнего корового слоя.

Таким образом, анатомическая структура слоевищ *E. prunastri* является чутким индикатором изменения освещенности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Определитель лишайников России. Вып. 6. Алекториевые, пармелиевые, стереокаулоновые / Н. С. Голубкова, М. П. [и др.] СПб.: Наука. 1996. 203 с.
2. Суетина Ю.Г., Дмитриева С.В. Изменчивость морфометрических признаков эвернии сливовой (*Everniaprunastri* (L.) Ach.) на липе сердцелистной и дубе черешчатом в пойме реки Большая Кокшага // Современные проблемы медицины и естественных наук: Сборник статей Международной конференции. 2016. С. 46-49.
3. Суетина Ю.Г., Ямбердова Е.И. Онтогенез и возрастно-виталитетная структура популяции лишайника *Everniaprunastri* (L.) Ach. // Вестник Удмуртского государственного университета. Сер. Биология. Науки о Земле. 2010. Вып. 3. С. 44-52.
4. Суетина Ю.Г., Бердникова С.А. Изменение анатомической структуры слоевищ эвернии сливовой (*Evernia prunastri* (L.) Ach.) в онтогенезе // Современные проблемы медицины и естественных наук: сборник статей Международной научной конференции. Вып. 8, Йошкар-Ола, 15-19 апреля 2019 г. / Мар. гос. ун-т. Йошкар-Ола. 2019. С. 162-163.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ПРИУРОЧЕННОСТИ ЭПИФИТНЫХ ЛИШАЙНИКОВ К ФОРОФИТАМ НА ТЕРРИТОРИИ Г. ЗВЕНИГОВО

Суетина Ю.Г., Лебедева А.Н.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
suetina@inbox.ru

Эпифитные лишайники являются надежными индикаторами состояния среды урбанизированных территорий. Выявление эпифитной лишайнобиоты городских местообитаний – важное направление экологических исследований.

Целью работы является изучение видовой приуроченности эпифитных лишайников к разным видам деревьев в условиях малого города Звенигово.

Город Звенигово – административный центр Звениговского района Республики Марий Эл, площадь – 45,2 км², население – 11 тыс. человек.

Сбор материала проводилина следующих видах деревьев: береза повислая (*Betula pendula* Roeth.), дуб черешчатый (*Quercus robur* L.), ель обыкновенная (*Picea abies* (L.) H. Karst.), ольха серая (*Alnus incana* (L.) Moench), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.), сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), тополь бальзамический (*Populus balsamifera* L.). При сборе лишайников поверхность субстрата осматривалась с помощью лупы, для того чтобы не пропустить накипные виды и выбрать талломы с хорошо развитыми плодовыми телами или органами вегетативного размножения. Собранные образцы определяли в лаборатории с использованием определителей [1-3].

В результате исследований на 7 видах деревьев выявлено 24 вида эпифитных лишайников. Наибольшее число видов лишайников произрастает на дубе черешчатом, наименьшее число видов найдено на рябине обыкновенной (табл. 1).

Таблица 1

Предварительный список лишайников-эпифитов г. Звенигово с распределением по видам деревьев

	Виды лишайников	Форофиты						
		Береза	Дуб	Ель	Ольха	Рябина	Сосна	Тополь
1.	<i>Amandinea punctata</i> (Hoffm.) Coppins et Scheid.	+	+	+			+	
2.	<i>Athallia holocarpa</i> (Hoffm.) Arup et al.	+		+	+	+		+
3.	<i>Candelariella aurella</i> (Hoffm.) Zahlbr.:		+			+		
4.	<i>C. vitellina</i> (Hoffm.) Müll. Arg.		+	+				
5.	<i>Evernia prunastri</i> (L.) Ach.							+
6.	<i>Hypocenomyce scalaris</i> (Ach.) M. Choisy						+	
7.	<i>Hypogymnia physodes</i> (L.) Nyl.			+			+	
8.	<i>Melanohalea olivacea</i> (L.) O. Blanco et al.				+			+
9.	<i>Myriolecis hagenii</i> (Ach.) Śliwa et al.		+	+	+			
10.	<i>Parmelia sulcata</i> Taylor	+		+			+	
11.	<i>Parmelina tiliacea</i> (Hoffm.) Hale		+					
12.	<i>Phaeophyscia nigricans</i> (Flörke) Moberg	+	+			+		+
13.	<i>P. orbicularis</i> (Neck.) Moberg	+	+			+	+	+
14.	<i>Physcia adscendens</i> (Fr.) H. Olivier	+	+		+		+	
15.	<i>P. stellaris</i> (L.) Nyl.	+	+		+		+	
16.	<i>P. tribacia</i> (Ach.) Nyl.		+					

17.	<i>Physconia distorta</i> (With.) J.R. Laundon		+					+
18.	<i>Physconi adetersa</i> (Nyl.) Poelt		+					
19.	<i>Rinodina pyrina</i> (Ach.) Arnold		+			+	+	+
20.	<i>R. sophodes</i> (Ach.) A. Massal.		+	+	+			
21.	<i>Scoliciosporum chlorococcum</i> (Graewe ex Stenh.) Vězda	+		+			+	
22.	<i>Xanthomendoz afallax</i> (Hepp) Søchting et al.		+					
23.	<i>Xanthoria parietina</i> (L.) Th. Fr.	+	+	+	+	+		+
24.	<i>Polycauliona polycarpa</i> (Hoffm.) Fröden et al.		+					
Всего:		9	17	9	7	6	9	8

По рН коры выделяют три категории деревьев [4]: виды с кислой корой (сосна – рН 3.6; береза – рН 3.7), виды с умеренно кислой корой (ольха – рН 4.1; дуб – рН 4.3; ива – рН 5.1); виды с нейтральной корой (липа – рН 5.3; ясень – рН 5.6; вяз – рН 5.7; тополь – рН 5.8; осина – рН 5.9). Лишайники, предпочитающие кислую кору, называются ацидофитными, щелочную – нитрофитными.

В последние годы для многих городов было показано снижение выбросов кислотных загрязнителей атмосферы, повышение рН коры деревьев и увеличение азотных загрязнителей воздуха (аммиак, оксиды азота и др.), которое связывают с выбросами от автотранспорта и с сельскохозяйственной деятельностью. Это приводит к эвтрофикации субстрата, уменьшению ацидофитов и экспансии нитрофитных видов лишайников [5-8]. В таблице 1 можно видеть, что на территории г. Звенигово происходит заселение деревьев с кислой корой некоторыми нитрофитными видами, например, *Myriolecis hagenii*, *Phaeophyscia nigricans*, *P. orbicularis*, *Physcia adscendens*, *Physconia detersa*, *Xanthoria parietina*.

Таким образом, на территории г. Звенигово выявлено 24 вида эпифитных лишайников. Произрастание нитрофитных видов лишайников на деревьях с кислой корой свидетельствует об эвтрофикации субстратов и преобладании азотного загрязнения среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Голубкова Н.С. Определитель лишайников средней полосы Европейской части СССР. М. Л. Наука. 1966. 256 с.
2. Мучник Е.Э., Инсарова И.Д., Казакова М.В. Учебный определитель лишайников Средней России. Рязань: Ряз. гос. ун-т им. С. А. Есенина. 2011. 360 с.
3. Цуриков А.Г., Корчиков Е.С. Определитель лишайников Самарской области. Ч.1. Листоватые, кустистые и слизистые виды: учеб. пособие. Самара: Изд-во Самарского университета. 2018. 128 с.
4. Инсаров Г.Э., Инсарова И.Д. Сравнительные оценки чувствительности эпифитных лишайников различных видов к загрязнению воздуха // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Л.: Гидрометеоздат. 1989. Т. 12. С. 113-175.
5. Van Herk C.M. Mapping of ammonia pollution with epiphytic lichens in the Netherlands // Lichenologist. 1999. V. 31. I. 1. P. 9-20.
6. Суетина Ю.Г. Сравнение флористического, ценофитического и популяционного подходов лишайниковидности // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. Т. 14. № 1(9). С. 2303-2306.
7. Бязров Л. Г. Динамика видового разнообразия эпифитных лишайников Южного округа Москвы // Принципы экологии. 2013. Т. 2. № 1. С. 33-50.
8. Welden N.A., Wolseley P.A., Ashmore M.R. Citizen science identifies the effects of nitrogen deposition, climate and tree species on epiphytic lichens across the UK // Environmental Pollution. 2018. V. 232. P. 80-89.

ПОЛИМОРФИЗМ ОКРАСКИ *PYRRHOCORIS APTERUS* L. В РАЗНЫХ УСЛОВИЯХ ОБИТАНИЯ

Турмухаметова Н.В., Филиппова А.А.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
bonid@mail.ru

Воздействия различных негативных факторов окружающей среды на живой организм приводит к нарушению гомеостаза. Показателем таких стрессорирующих воздействий является флуктуирующая асимметрия (ФА) – ненаправленные отклонения различных морфологических признаков от симметричного состояния у билатеральных организмов [1, 2]. Исследования И.В. Батлуцкой показали, что при взаимодействии клопа-солдатика (*Pyrrhocoris apterus* Linnaeus, 1758) с факторами среды обитания формируются определенные вариации элементов меланизированного рисунка покрова [3].

Целью настоящей работы является выявление изменчивости окраски *P. apterus* в различных условиях обитания. Работу проводили в 2019 г. на территории г. Йошкар-Олы Республики Марий Эл и г. Уржум Кировской области. *P. apterus* является консортом-пантофагом липы сердцевидной (*Tilia cordata* Mill.) [4], в разрывах корки деревьев обитают особи этого вида. Материал собирали в различных по антропогенной нагрузке местообитания г. Йошкар-Олы: участок № 1 – находится в микрорайоне «Дубки» (зона слабого загрязнения среды промышленно-транспортными выбросами), участок № 2 – в Парке Победы, № 3 – в окрестностях завода ОАО «Марбиофарм» (зона умеренного загрязнения) [5]; г. Уржума: № 4 – окраина города, № 5 – окрестности ЗАО «Пищекombинат». На каждом участке было собрано по 100 особей клопа-

солдатика. Для исследования отбирали половозрелых насекомых с четко выраженным меланизированным рисунком покрова. Полиморфизм окраски оценивали, используя рисунок переднеспинки – элемент П и рисунок надкрылий – элементы С, А, В, D (рис.) [3]. По каждой популяции вычисляли частоты встречаемости различных морф, среднюю частоту встречаемости асимметричного проявления (ЧА) элементов меланизированного рисунка покрова *P. apterus* [6, 7].

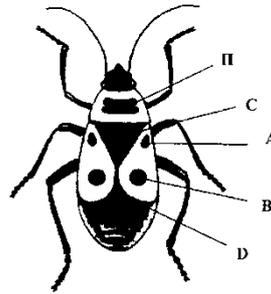


Рис. Внешний вид клопа-солдатика:
П, С, А, В, D – элементы меланизированного рисунка покрова [3]

В описанной методике [3] указаны 12 морф рисунка переднеспинки. В нашем исследовании обнаружены 8 из них: П1-П3, П5-П7, П11, П12. У особей *P. apterus* популяций экотопов № 2 и 3 умеренного загрязнения среды зафиксированы 3 новые морфы – П12-П15. Эти морфы ранее не были встречены в условиях Белгородской области [3]. У изученных особей клопа-солдатика наиболее часто встречаются морфы П1, П5, П7, П11. Морфа С оказалась наименее вариабельной и проявилась только в одном из трех вариантов – С1. Из 9 возможных морф пятен D у особей в 5 изученных популяциях зафиксированы 5 морф: D1, D2, D4-D6 с преобладанием первой и последней из них.

Наиболее разнообразны пятна А и В. Из 18 морф элемента А в нашем исследовании обнаружены 9: А1-А5, А9, А11, А12, А15, а также 1 новая морфа – А19 (в популяции № 1 и № 4). В разнообразных условиях обитания у *P. apterus* описаны 15 из 20 морф элемента рисунка В: В1-В4, В6, В7, В10-В13, В15-В19. У особей клопа-солдатика двух кировских популяций описаны 3 новые морфы рисунка надкрылий – В21-В23. По морфам А и В встречались асимметричные особи.

Следует отметить, что статистическая обработка частот встречаемости морф элементов рисунка П, А, В, D методом хи-квадрат в пяти изученных популяциях показала их значимое различие ($P < 0.01-0.001$). Выявлено уменьшение частот встречаемости особей с морфами П1 и П5 и увеличение частот встречаемости особей с морфой П7 с возрастанием степени антропогенной нагрузки. Известно, что более меланизированные особи насекомых характерны для ненарушенных местообитаний [8], следовательно, появление разрывов в пятнах в порядке возрастания номера морфы П может свидетельствовать о неблагоприятности среды обитания. По частотам встречаемости морф пятен А, В, D пока сложно описать какую-либо закономерность.

Соотношение полученных результатов со шкалами благоприятности среды обитания по морфе П1 и ЧА [6; 7] показало сходную характеристику всех 5 экотопов – слабое антропогенное влияние или условная норма. Данная характеристика экотопов 1 и 3 не согласуется с многолетними исследованиями показателя ФА листа березы повислой (*Betula pendula* Roth), которая, наоборот, свидетельствует о незначительной и средней антропогенной нагрузках, соответственно [9; 10]. Показатель же ФА листа *T. cordata* в экотопах № 1, 3 г. Йошкар-Олы и другого города Кировской области выявил критическую антропогенную нагрузку [10, 11]. Следовательно, на данном рекогносцировочном этапе исследования сложно приводить биоиндикационную оценку среды обитания по ЧА *P. apterus*, поскольку необходим дополнительный сбор материала.

Таким образом, морфы А, В и П имеют наиболее разнообразные вариации по меланизированному рисунку покрова клопа-солдатика. Проведенный анализ качественных признаков позволил выявить новые морфы рисунка переднеспинки *P. apterus* – П13, П14, П15 и рисунка надкрылий – А19, В21, В22, В23. По морфам А и В выявлены асимметричные особи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Захаров В.М., Баранов А.С., Борисов В.И., Валецкий А.В., Кряжева Н.Г., Чистякова Е.К., Чубинишвили А.Т. Здоровье среды: методика оценки. М.: ЦЭПР, 2000. 66 с.
2. Shadrina E.G., Vol'pert Ya.L. Experience of Applying Plant and Animal Fluctuating Asymmetry in Assessment of Environmental Quality in Terrestrial Ecosystems: Results of 20-Year Studies of Wildlife and Anthropogenically Transformed Territories // Rus. J. Dev. Biol. 2018. 49 (1). P. 23-35.
3. Батлуцкая И.В. Изменчивость меланизированного рисунка насекомых в условиях антропогенного воздействия. Белгород: Белгород. гос. ун-т. 2003. 165с.

4. Турмухаметова Н.В., Дорогова Ю.А. Особенности структуры консорциев некоторых лиственных деревьев // Современные концепции экологии биосистем и их роль в решении проблем сохранения природы и природопользования: материалы Всерос. (с междунар. участием) науч. шк.-конф., посвящ. 115-летию со дня рождения А.А. Уранова (г. Пенза, 10-14 мая 2016 г.) / под. ред. Н.А. Леоновой. Пенза, изд-во ПГУ, 2016. С. 182-183.

5. Доклад об экологической ситуации в Республике Марий Эл за 2018 г. Ижевск: ООО «Принт». 2019. 190 с.

6. Патент 2304771 Российская Федерация, МПК G 01 N 33/24. Способ биоиндикации среды / Батлуцкая И.В.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Белгородский государственный университет». №2005124084/13, заявл. опубл. 10.02.2007.

7. Патент 2329501 Российская Федерация, МПК G 01 N 33/24. Способ биоиндикации среды / Батлуцкая И.В., Хорольская Е.Н., Глотов В.А.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Белгородский государственный университет». № 2006140295/13; заявл. 16.11.2006; опубл. 20.07.2008.

8. Яблоков А.В. Фенетика. М.: Наука. 1980. 132с.

9. Турмухаметова Н.В., Сухорукова М.В. К изучению флуктуирующей асимметрии листа *Betula pendula* Roth // Проблемы популяционной биологии: материалы XII Всероссийского популяционного семинара памяти Николая Васильевича Глотова (1939–2016), Йошкар-Ола, 11–14 апреля 2017 г. Йошкар-Ола: ООО ИПФ «СТРИНГ». 2017. С. 234-235.

10. Турмухаметова Н.В. Оценка состояния среды по морфометрическим показателям листовой пластинки и разнообразию дендробионтов *Betula pendula* Roth и *Tilia cordata* Mill. в условиях Республики Марий Эл // Оценка состояния биоразнообразия: исследование стабильности развития: сборник материалов Всероссийской научной конференции с международным участием, 29 мая 2019 г., г. Москва, 30-31 мая 2019 г., г. Тула / отв. ред. Е.Г. Шадрин. Якутск: электронное изд-во НБ РС (Я). 2019. С. 125–130.

11. Турмухаметова Н.В., Кузнецова Е.В. К изучению флуктуирующей асимметрии листовой пластинки некоторых видов древесных растений // Современные проблемы медицины и естественных наук: сборник статей Международной научной конференции. Вып. 8, Йошкар-Ола, 15–19 апреля 2019 г. / Мар. гос. ун-т. Йошкар-Ола. 2019. С. 167-168.

ИЗУЧЕНИЕ КРОВИ СЕРЕБРЯНОГО И ЗОЛОТОГО КАРАСЕЙ, ОБИТАЮЩИХ В ВОДОЁМАХ ЗАПОВЕДНИКА «ПРИВОЛЖСКАЯ ЛЕСОСТЕПЬ»

Черепанова А.А.¹, Дробот Г.П.¹, Осипов В.В.², Свинин А.О.¹, Ведерников А.А.¹

1 – Марийский государственный университет, 424000, Йошкар-Ола, пл. Ленина, 1;

2 – Государственный природный заповедник «Приволжская лесостепь», 440031, Пенза, ул. Окружная, 12а.

alyona.cherepanova@bk.ru

Известно, что обитание рыб в загрязнённых различными веществами водоёмах приводит к изменению гематологических, морфологических и биохимических параметров их тканей. Изучение таких нарушений помогает охарактеризовать реакцию живых организмов на комплекс различных негативных факторов [1], и косвенно может быть использовано для биомониторинга обследуемых водоёмов [2; 3].

В настоящей работе приведены данные по исследованию гематологических показателей популяций серебряного и золотого карасей, населяющих старичный комплекс участков Государственного природного заповедника (ГПЗ) «Приволжская лесостепь», с целью изучения состава лейкоцитарной формулы крови, анализа частоты встречаемости эритроцитов с микроядрами и определения возможного токсического воздействия на рыб при помощи индекса сдвига лейкоцитов.

Отлов карасей был проведён с помощью верш в июне 2017 года из водоёмов, расположенных на участках ГПЗ «Приволжская лесостепь» - участок «Островцовская лесостепь» (старица р. Хопер, Донской бассейн, 12 серебряных карасей и 9 золотых) и участок «Борок» (старица р. Кадада, Волжский бассейн, 8 золотых карасей). У обоих видов рыб забирали кровь, которую получали путём удаления жаберной крышки и последующего ее отбора из жаберных артерий. Для приготовления мазков крови предметные стекла предварительно обезжиривали, с этой целью стёкла мыли и помещали в смесь Никифорова. Каплю крови наносили на обезжиренное предметное стекло на небольшом расстоянии от края. Затем, специальным стеклом со шлифованным краем под углом 45° размазывали каплю крови. Готовый мазок подсушивали на воздухе. В дальнейшем мазки окрашивали по Романовскому в модификации Филипсона [4].

Гидрохимический анализ воды из изучаемых биотопов включал в себя оценку стандартных показателей, кроме того определялось содержание тяжёлых металлов. Установлено, что в водоёме на территории участка «Островцовская лесостепь» выявлено превышение ПДК по содержанию нитритов, нитратов, фосфатов, железу, хлору, меди, цинку [5].

На параметры лейкоцитарной формулы серебряного карася, *Carassius gibelio*, может оказывать влияние уровень плоидности, поэтому изначально были изучены размерные показатели эритроцитов, характеризующие плоидность. Значения объёма и площади эритроцитов, ядер эритроцитов, ядерно-цитоплазматического соотношения у серебряного карася находились в пределах значений, характерных для диплоидных особей.

На следующем этапе анализировали морфологию клеток крови и определяли частоту встречаемости эритроцитов с микроядрами. В ходе микроядерного тестирования, одного из наиболее эффективных способов оценки суммарного влияния токсикантов на хромосомную структуру организма [6], было выявлено, что на один эритроцит приходилось не более одного микроядра, которое занимало центральное, срединное или периферическое положение. Также в эритроцитах исследуемых рыб отмечен относительно низкий уровень «микроядерности» клеток, который не превышает допустимой нормы (0.5-1%) у рыб, обитающих

в обоих локалитетах, что, по мнению некоторых авторов [7], можно связать с усиленным выходом эритроидных клеток из кровяного русла.

Далее для каждого вида рыб с учётом их местообитания рассчитывали лейкоцитарную формулу, т. е. процентное соотношение между различными видами лейкоцитов. В ходе анализа параметров лейкоцитарной формулы учитывали число: лимфоцитов, моноцитов, базофилов, нейтрофилов и эозинофилов. Молодых форм клеток не наблюдалось. Подсчёт производили ближе к концу мазка, в самом тонком месте по линии Меандра, анализируя при этом 100 лейкоцитов для каждой особи [4]. Лейкоформулы крови всех изученных видов рыб вне зависимости от их местообитания однотипны и характеризуются лимфоидным профилем. Структура всех лейкоформул свидетельствует о базофилии, эозинофилии, моноцитозе и нейтрофилии.

В качестве надёжного показателя гематологических отклонений использовали индекс сдвига лейкоцитов крови, который представляет собой отношение гранулоцитов к агранулоцитам [8]. Значение данного параметра у особей из водоёмов «Островцовской лесостепи» для золотого карася составило 0.21 ± 0.05 ; а для серебряного карася – 0.18 ± 0.03 . Индекс сдвига лейкоцитов популяции золотого карася из водоёма «Борок» равен 0.16 ± 0.01 . Значение нормы ИСЛ для карповых рыб составляет 0.30 [6]. Отклонения от нормы были выявлены у 89% особей золотого и серебряного карасей из водоёма участка «Островцовская лесостепь», а также у 100% особей участка «Борок». Преобладающим изменением является снижение абсолютного значения индекса сдвига лейкоцитов и сдвиг его вправо.

Индекс сдвига лейкоцитов часто является маркером реактивности организма при остром воспалительном процессе. В нашем случае у большинства выявлен сдвиг индекса вправо что, возможно, говорит об активации у исследуемых видов рыб иммунологических процессов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдуллаева Н.М. Анализ эритроидных клеток карповых рыб (*Surginus Carpio* L.) на основе микроядерного тестирования / Н.М. Абдуллаева, С.С. Гафурова. // Дагестанский государственный университет. Махачкала. 2016. Р. 263-266.
2. Микряков В.Р. Реакция иммунной системы рыб на загрязнение воды токсикантами и закисление воды / В.Р. Микряков, Л.В. Балабанова, Е.А. Заботкина. М. Наука. 2001. 126 с.
3. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование / учеб.пособ. для студ. высш. учеб. заведений / О.П. Мелехова, Е.И. Сарapultьцева, Т.И. Евсеева и др.; под ред. О.П. Мелехова, Е.И. Сарapultьцева. М. ИЦ «Академия», 2008. 288 с.
4. Трубочева В.С. Большой практикум по цитохимии лейкоцитов. / В.С. Трубочева, Г. П. Дробот, Л. И. Абдрушевич – Йошкар-Ола. Изд-во МарГУ. 2003. 32 с.
5. *Bashinskiy I.B.* Forest-steppe oxbows in limnolase-Abiotic features and biodiversity. / I. B. Bashinskiy, V.A Senkevich., T.G. Stoyko, E. A. Katsman. // *Limnologica*. 2019. P. 14– 22.
6. Жулева Л.Ю. Использование микроядерного теста для оценки экологической обстановки в районах Астраханской области / Л.Ю. Жулева, Н.П. Дубинин // *Генетика*. 1994. Т.30. №7. С. 999 – 1004.
7. Минеев А.К. Морфологические аномалии у молоди рыб Волгоградского водохранилища // Актуальные проблемы экологии и охраны окружающей среды: материалы IX Междунар. науч.-практ. конф. «Татищевские чтения: актуальные проблемы науки и практики». Тольятти: ВУиТ. 2012. С. 135-140.
8. Житенева Л.Д. Тромбоциты рыб и других групп позвоночных. / Л.Д. Житенева, Э.В. Макаров, О.А. – Ростов-на-Дону: АЗНИИРХ. 2003. 72 с.

ВЛИЯНИЕ ГОУ НА ОСНОВЕ ПТИЧЬЕГО ПОМЕТА ИСПОЛЬЗУЕМОГО ПРИ ПОСЕВЕ НА БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

Шаравуев Д.В.

Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола
myrar@mail.ru

Одной из основных задач растениеводства является производство зерна зерновых и зернобобовых культур. Зерно используется на продовольственные, кормовые и технические цели как сырье для перерабатывающей промышленности [5]. Ячмень (*Hordeum*) является одной из важнейших зерновых культур [2]. Уровень урожайности сельскохозяйственных культур зависит от многих факторов: почвенных, климатических, технологических и других. Наиболее регулируемым является питательный режим почвы на фоне единой технологии [4]. Стабильное увеличение урожайности сельскохозяйственных культур не возможно без систематического повышения плодородия почвы [1,6]. В Нечерноземной зоне традиционно одним из эффективных способов увеличения продуктивности посевов сельскохозяйственных культур является применение минеральных удобрений [5]. В сложившейся экономической обстановке дороговизна минеральных удобрений не позволяет их широко использовать в Республике. В то же время в Марий Эл активно идет накопление отходов птицеводства в виде помета, который при соответствующей утилизации и переработки может стать достойной альтернативой.

Целью эксперимента являлось установление минимальной дозы при которой наблюдается положительный эффект от ГОУ при возделывании ярового ячменя, так как это шаг варьирования необходимый для разработки схемы полевого опыта.

Вегетационный однофакторный эксперимент по изучению эффективности применения припосадочного ГОУ на основе птичьего помета при возделывании ярового ячменя проводился перед полевым сезоном 2019 г. на кафедре общего земледелия, растениеводства, агрохимии и защиты растений ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет».

Объекты изучения: районированный сорт ярового ячменя сорта Владимир и экспериментальное ГОУ на основе птичьего помета собственного производства.

Развернутая схема вегетационного эксперимента в лабораторных условиях представлена в таблице 1. Расчет количества NPK, вносимого с используемыми дозами ГОУ сделан на основе химического состава удобрения представленного в статье ранее [7]. Повторность опыта 4-х кратная.

Таблица 1

Схема опыта вегетационного эксперимента

Вариант	Внесено NPK с дозой ГОУ, мг/сосуд	В пересчете на 1 га	
		вариант	внесено NPK с дозой ГОУ, кг
Без ГОУ	N ₀ P ₀ K ₀	Без ГОУ	N ₀ P ₀ K ₀
ГОУ 0,12 г/сосуд	N _{4,8} P _{4,8} K _{7,2}	ГОУ 60 кг/га	N _{2,4} P _{2,4} K _{3,6}
ГОУ 0,24 г/сосуд	N _{9,6} P _{9,6} K _{14,4}	ГОУ 120 кг/га	N _{4,8} P _{4,8} K _{7,2}
ГОУ 0,36 г/сосуд	N _{14,4} P _{14,4} K _{21,6}	ГОУ 180 кг/га	N _{7,2} P _{7,2} K _{10,8}
ГОУ 0,48 г/сосуд	N _{19,2} P _{19,2} K _{28,8}	ГОУ 240 кг/га	N _{9,6} P _{9,6} K _{14,4}

Для проведения эксперимента в качестве вегетационных сосудов использовали пластиковые контейнеры, в каждый из которых помещали 6 кг дерново-слабоподзолистой среднегумусной среднесуглинистой почвы. По мнению М.А. Евдокимовой (2013) данная почва является типичной для Республики [3].

ГОУ вносили одновременно с посевом семян ярового ячменя на глубину 4 см. В каждый сосуд высевалось 10 наклюнувшихся зерен.

Почву для проведения эксперимента перед набивкой сосудов готовили следующим образом: тщательно перемешали, для однородности просеяли через сито с отверстиями 3 мм и равномерно увлажнили, обеспечив влажность почвы 60 % от полной влагоемкости, что позволило равномерно набить сосуды. В смешанном образце почвы до закладки эксперимента определили основные показатели плодородия. Результаты агрохимических анализов почвы представлены в таблице 2.

Таблица 2

Агрохимическая характеристика почвы

Гумус, %	pH _{сол.}	P ₂ O ₅	K ₂ O	Степень насыщенности основаниями, %	N _г	S _{осн.}
		мг/кг почвы			мг экв./100 г почвы	
2.6	5.3	123	142	90.6	2.01	19.4

Исследованиями установлено, что почва, используемая для проведения вегетационного эксперимента, характеризовалась повышенным содержанием фосфора и калия, слабокислой реакцией почвенного раствора. В фазе кущения были выявлены изменения биометрических показателей растений изучаемой культуры под действием ГОУ на основе птичьего помета (табл. 3)

Таблица 3

Влияние ГОУ на биометрические показатели растений ярового ячменя в фазе кущения

Вариант	Высота растений, см	Длина корня, см	Сырая масса 1 растения, г	Доля сухого вещества, %	Сухое вещество 1 растения, г	Отклонение +/-	
						г	%
Без ГОУ	18.6	7.8	4.81	20.05	0.96	—	—
ГОУ 0.12 г/сосуд	18.1	7.5	4.86	19.90	0.97	0.01	0.8
ГОУ 0.24 г/сосуд	18.7	7.6	4.89	20.30	0.99	0.03	3.4
ГОУ 0.36 г/сосуд	19.0	8.3	4.94	20.77	1.03	0.07	6.9
ГОУ 0.48 г/сосуд	20.1	8.1	5.06	20.98	1.06	0.10	10.5
НСР ₀₅	0.9		0.16		0.02		

В целом по опыту средняя высота растений составила 18.9 ± 0.9 см при уровне вероятности 95 % (P_{0.95}). В лабораторных условиях высота растений в фазе кущения имела тенденцию к увеличению под действием ГОУ. Данные математической обработки доказали достоверное влияние припосадочного ГОУ лишь в дозе 0.48 г/сосуд, что соответствует дозе ГОУ 240 кг/га. При этом растения ярового ячменя были выше растений варианта без применения ГОУ на 1.5 см или на 8.1 %.

При проведении вегетационного эксперимента были проведены наблюдения по развитию корневой системы растений. Установлено, средняя длина корня у растений ярового ячменя была 7.9 ± 0.4 см при уровне вероятности 95 % (P_{0.95}). Закономерных изменений длины корня от возрастающих доз ГОУ на основе птичьего помета не выявлено.

Наиболее объективно развитие и рост любой культуры характеризует масса накопленного растениями сухого вещества. В процессе проведения исследований были проведены анализы по определению сухого веще-

ства в растениях ячменя. Результаты расчетов свидетельствуют о том, что возрастающие дозы припосевного ГОУ положительно влияли на накопление сухого вещества. Используемое ГОУ позволило увеличить накопление сухого вещества каждым растением в зависимости от дозы на 0.03 – 0.10 г. Максимальная прибавка наблюдалась в варианте с применением ГОУ в дозе 0.48 г/сосуд, при этом припосевное удобрение позволило увеличить накопление на 10.5 %.

Таким образом, на основании вегетационного эксперимента установлено, яровой ячмень достоверно положительно отзывается на внесение ГОУ при посеве в дозе 0.48 г/сосуд. В пересчете на гектарную норму данная доза соответствует 240 кг ГОУ. Следовательно, в последующем в схеме полевого опыта шаг варьирования между вариантами должен составлять не менее 240 кг/га. Поэтому вносить данное удобрение при посеве не целесообразно, так как последующие возрастающие дозы будут превышать норму высева семян, что повлечет за собой дополнительные затраты на дозaprавку удобрением.

ЛИТЕРАТУРА

1. Новоселов С.И., Пекельдина В.Е., Евдокимова М.А., Зыкова Г.А., Егошина Т.П. Действие и последствие органических удобрений на урожайность культур в таежно-лесной зоне // Плодородие. 2009. № 1 (46). С. 18.
2. Евдокимова М.А. Сортовые особенности азотного питания ячменя в условиях востока Нечерноземной зоны : специальность 06.01.09 «Растениеводство» 06.01.04 «Агрохимия» : «дис... канд. с.-х. наук / М. А. Евдокимова; Мар. гос. ун-т. Йошкар-Ола, 2005. 272 с.
3. Евдокимова М.А. Характеристика почв опытного поля МарГУ в с. Ежово // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: Мосоловские чтения: материалы международной научно-практической конференции / Мар. гос. ун-т. Вып. XV. Йошкар-Ола: МарГУ. 2012. С. 75-76.
4. Евдокимова М.А. Оптимизация питательного режима дерново-подзолистой почвы под посевами ярового ячменя // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2016. Т. 2. № 1 (5). С. 10-17.
5. Евдокимова М.А. Пути повышения продуктивности посевов зерновых и зернобобовых в Республике Марий Эл // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. 2019. № 21. С. 121-124.
6. Марьина-Черных О. Г. Значимость агрохимического метода в оптимизации фитосанитарного состояния агроэкосистемы // Вестник МарГУ. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2018. № 1 (29). С. 29-34.
7. Шаравуев Д. В., Евдокимова М. А., Таныгин В. А. Помет кур как ценное сырье для создания ГОУ // Научное обеспечение развития АПК в условиях импортозамещения: сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции, посвящается 115-летию Санкт-Петербургского государственного аграрного университета «Развитие агропромышленного комплекса на основе современных научных достижений и цифровых технологий». Ч. I / СПбГАУ. СПб., 2019. С. 98-101.

ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

АЦИЛИРОВАНИЕ АНТРАНИЛОВОЙ КИСЛОТЫ ТРИХЛОРУКСУСНОЙ КИСЛОТОЙ

Александрова Е. И., Серебряков Е. А.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола

ekateriina.2020@mail.ru

В настоящее время антралиловая кислота имеет широкое применение в промышленности и химических исследованиях, особо интересны реакции ацилирования, обладающие различными полезными свойствами. Под ацилированием понимают введение в молекулу ацильной группы (остатка карбоновой кислоты) RCO, которое осуществляется двумя основными способами: замещение и присоединение. Существуют разные подходы к ацилированию, как хлорангидридами, так и ангидридами. В конечном итоге образуется связь между ацильным остатком и нуклеофилом, и возможно получение новых соединений различных классов. Таким образом, целью нашей работы являлось подобрать условия для ацилирования антралиловой кислоты и дальнейшее омыление аминогруппы до карбоксильной группы.

Анализируя литературу, были найдены различные варианты ацилирования. В одной из исследуемых методик авторы показали, что за счет реакции ацилирования карбоксильной соли антралиловой кислоты в избытке щелочи было осуществлено получение N-ацилантралиловой кислоты, а при прибавлении концентрированной хлороводородной кислоты появилась возможность выделения свободного N-ацилированного производного [1].

В работе [2] также исследовали реакции основных солей антралиловых кислот с ацилирующими агентами. В ней было осуществлено получение N-ацилантралиловой кислоты растворением антралиловой кислоты в небольшом избытке водного раствора NaOH, но уже с последующим добавлением уксусного ангидрида. Выпадение натриевой соли происходило спустя нескольких минут. Для выделения свободного N-ацилированного производного добавляли концентрированную соляную кислоту, как и в работе, описанной выше [3].

В качестве ацилирующего агента мы использовали трихлоруксусную кислоту. Первоначально в наши планы входило ацилирование аминогруппы трихлоруксусной кислотой с последующим омылением до карбоксильной группы. В круглодонной колбе, оснащенной обратным холодильником, мы растворяли антралиловую кислоту в трихлоруксусной кислоте. Смесь нагревали на воздушной бане, поддерживая температуру кипения в течении 3 часов. Температура кипения составила 151°C. Далее содержимое колбы переливали в стакан со льдом для предотвращения реакции и ставили в холодильник на 24 часа.

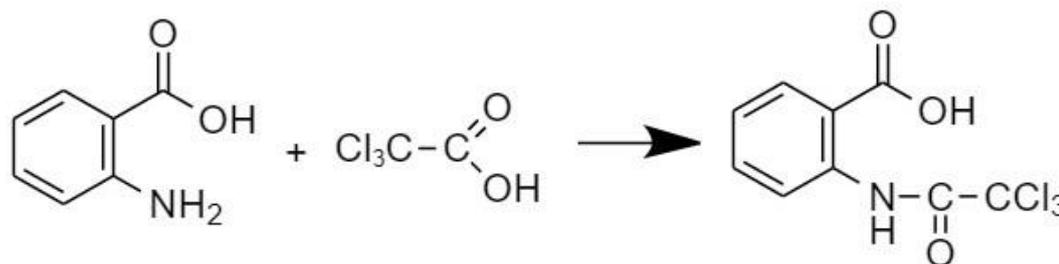


Схема 1

При охлаждении выпавшие кристаллы отфильтровывались на воронке Бюхнера. В конечном итоге выделился продукт, температура плавления которого составила 209-210°C, что соответствует литературным данным. К сожалению, в связи с высокой растворимостью продукта его выделение было затруднено, несмотря на совпадение точки плавления с литературными данными. pH раствора была равна 2. Эксперимент проводили несколько раз, варьируя показатели раствора. Во всех случаях осадка не наблюдалось. Низкий выход реакции не позволил считать это направление перспективным.

Выводы:

1. Предпринята попытка ацилирования антралиловой кислоты трихлоруксусной кислотой.
2. Реакция признана малоэффективной вследствие сложности выделения продукта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Юровская М. Основы органической химии. М.: Бинوم, 2012. С. 240.

2. Wiklund P., Bergman J. Alkylation and acylation of basic salts of anthranilic acid. // Biochim. Biophys. Acta. 2006. V. 1757. P. 428–436.
3. Chattaway F.D. Acetylation in aqueous alkaline solutions. // Journal of the Chemical Society. 1931. №4. P. 2495-2496.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ КОБАЛЬТА(II), НИКЕЛЯ(II) И МЕДИ(II) С ДИКАРБОНОВЫМИ КИСЛОТАМИ В ВОДНОМ РАСТВОРЕ

Аль Ансари Я.Ф., Борисова Ю.А.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола, 424000, пл. Ленина, д. 1
yana_ansari@mail.ru

Большое количество работ посвящено исследованию трехкомпонентных систем – образованию гетерометаллических [1] и смешанолигандных комплексов [2-5], которые интересны как с научной, так и с практической точек зрения. Для изучения подобных систем необходимо предварительно исследовать двойные системы. В данной статье представлены собственные данные о комплексообразовании в двойных системах: ион металла (Co^{2+} , Ni^{2+} и Cu^{2+}) – дикарбоновая кислота (щавелевая кислота (H_2Ox), янтарная (H_2Suc)) в водном растворе. Эти системы изучались и ранее, однако полученные данные довольно сильно разнятся, как в отношении состава, так и в отношении их констант устойчивости (в работе [2] представлен обзор по константам устойчивости комплексов никеля(II) и кобальта(II) с щавелевой и янтарной кислотами).

При концентрациях, необходимых для изучения систем спектрофотометрическим методом, оксалаты Co(II) и Cu(II) выпадают в осадок, что делает невозможным использование данного метода. Поэтому системы исследовались нами потенциометрическим и кондуктометрическим методами. Соотношение M^{2+} – H_2Ox в комплексных частицах устанавливали с использованием метода потенциометрии с фиксированием значений потенциала и кондуктометрического титрования.

Потенциометрическое титрование (ПМТ) проводили при постоянной ионной силе 0,1, создаваемой хлоридом калия. Растворы кислоты и кислоты с добавлением солей металлов в соотношениях $\text{M}^{2+} : \text{H}_2\text{Ox}$ 1:1 и 1:3 титровали раствором NaOH . По кривой ПМТ H_2Ox рассчитаны ступенчатые константы кислотности: $\text{pK}_{a1} = 1,60$; $\text{pK}_{a2} = 4,17$ (литературные данные $\text{pK}_{a1} = 1,25$; $\text{pK}_{a2} = 4,27$ [6]). На участке кривых от 0 до 2 эквивалентов щелочи (рис. 1) судят о прочности связи металла с щавелевой кислотой. По относительному расположению кривых ПМТ M^{2+} – H_2Ox можно сказать, что Cu(II) образует наиболее устойчивые комплексы, т.к. её кривая наиболее сильно смещена в кислую область. За ней по уменьшению устойчивости идут комплексы Ni(II) и Co(II) . Данный вывод, сделанный на основе качественного анализа кривых, подтвердили проведенные расчеты (табл. 1).

Несовпадение кривых ПМТ щавелевой кислоты и комплексов после 2 эквивалентов указывает на то, что в координационную сферу, помимо щавелевой кислоты, входят молекулы воды. В случае избытка H_2Ox (1:3) скачок наблюдается на 3 эквивалентах NaOH , в случае эквивалентного количества (1:1) – на 4 эквивалентах (рис. 2), что естественно, т.к. число свободных координационных мест, не занятых оксалат-ионами, больше, и их занимают молекулы воды.

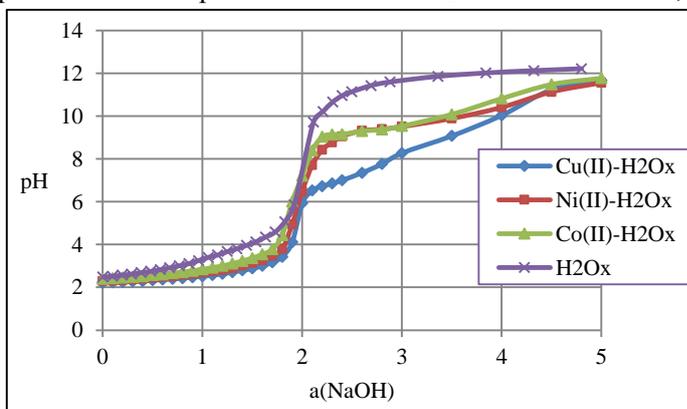
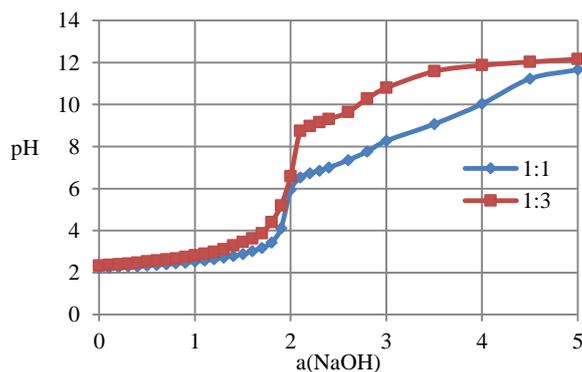
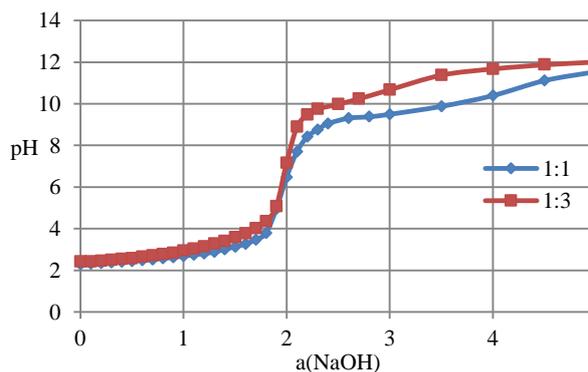


Рис. 1. Кривые ПМТ: $\mu = 0,1$ (KCl); $\text{C}(\text{H}_2\text{Ox}) = \text{C}(\text{M}^{2+})$

В случае избытка H_2Ox (1:3) скачок наблюдается на 3 эквивалентах NaOH , в случае эквивалентного количества (1:1) – на 4 эквивалентах (рис. 2), что естественно, т.к. число свободных координационных мест, не занятых оксалат-ионами, больше, и их занимают молекулы воды.



а

б

Рис. 2. Кривые ПМТ: а – система $Ni^{2+} - H_2Ox$; б – система $Cu^{2+} - H_2Ox$

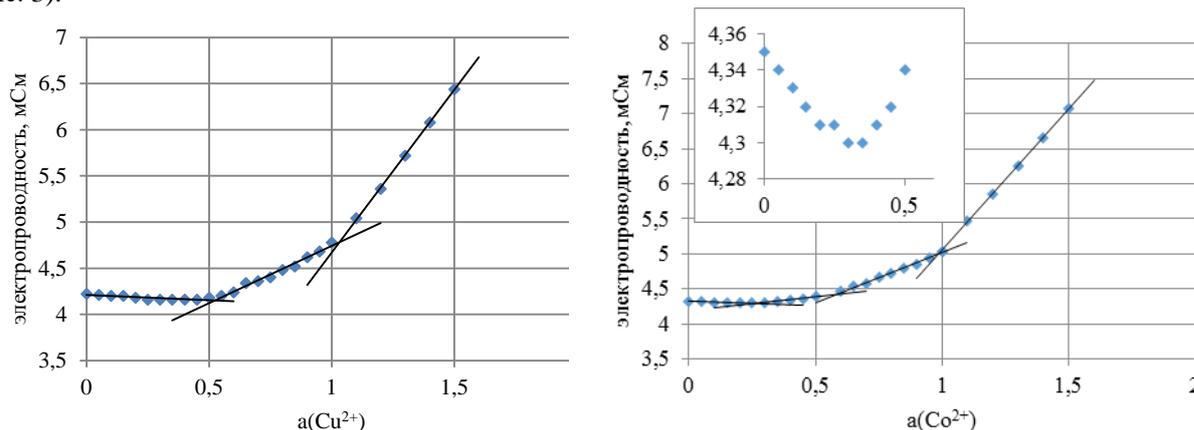
Для того чтобы определить молярное соотношение $M^{2+} - H_2Ox$ в комплексных частицах, измеряли ЭДС систем, содержащих постоянное количество иона металла и различное количество щавелевой кислоты. Построили графики зависимости E от $C(H_2Ox)$. Используя значения E из области избыточного количества H_2Ox , построили зависимости E от $\ln C(H_2Ox)$, которые представляли собой прямые линии. По данным прямолинейным зависимостям нашли количество лиганда n в комплексах MOx_n [7]. Число n для комплексов $Ni(II)$ и $Co(II)$ составило 2, для комплекса $Cu(II) - 1$. Для данных комплексов по этой же зависимости ($E = f(\ln C(H_2Ox))$) рассчитаны константы устойчивости (табл. 1).

Таблица 1.

Логарифмы констант устойчивости

	ПМТ	ЭДС	Лит. данные
$[CoOx]$	3,47		4,7 ($\mu = 0$) [6]; 3,21($\mu = 0,5$) [8]
$[Co(Ox)_2]^{2-}$	7,35	8,18	6,8 ($\mu = 0$) [6]
$[Co(Ox)_3]^{4-}$	11,16		9,7 ($\mu = 0$) [6]
$[NiOx]$	4,06		5,3 ($\mu = 0$) [6]; 4,43 ($\mu = 0,1$) [9]
$[Ni(Ox)_2]^{2-}$	8,33	8,38	6,51 ($\mu = 0$) [6]; 9,25 ($\mu = 0,1$) [2]
$[Ni(Ox)_3]^{4-}$	12,46		14,00 ($\mu = 0$) [6]
$[CuOx]$	4,91	6,56	6,7 ($\mu = 0,3$) [6]
$[Cu(Ox)_2]^{2-}$	9,75		10,3 ($\mu = 0,3$) [6]

Для кондуктометрического титрования использовали нейтрализованный щелочью раствор щавелевой кислоты, который титровали раствором соли металла. На графиках титрования солями $Ni(II)$ и $Co(II)$ есть изломы на соотношениях $M^{2+} : Ox^{2-}$ 1:1, 1:2 и 1:3. А в системе $Cu^{2+} - Ox^{2-}$ фиксируются соотношения 1:1 и 1:2 (рис. 3).

Рис. 3. Кондуктометрическое титрование раствора Ox^{2-}

Ранее нами было проведено исследование комплексообразования $Co(II)$, $Ni(II)$ и $Cu(II)$ с янтарной кислотой. В сукцинатных растворах кобальта(II), никеля(II) и меди(II), в отличие от оксалатных, бис- и трислигандных комплексов не обнаружено. Рассчитанные значения логарифмов констант устойчивости для $[CoSuc] - 2,57$; для $[NiSuc] - 3,09$; для $[CuSuc] - 3,48$, что на порядок меньше рассчитанных нами констант аналогичных оксалатных комплексов. Эта закономерность легко объясняется правилом циклов Чу-гаева: щавелевая кислота образует наиболее устойчивые пятичленные циклы, а янтарная – семичленные.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шабанова И.В., Фролов В.Ю., Стороженко Т.П., Зеленев В.И. Синтез и некоторые физико-химические свойства гетерометаллических комплексных соединений неодима(III) и железа(III) с янтарной кислотой и ее производными Коорд. хим., Т. 31, № 5, 2005, С. 397–400
2. Корнев В.И., Семенова М.Г., Меркулов Д.А. Однородно- и смешанолигандные комплексы кобальта(II) и никеля(II) с нитрилотриуксусной кислотой и дикарбоновыми кислотами // Коорд. хим. 2009. Т. 35. №7. с. 527-534
3. Bindu G. H. and Rao G. N. Mixed ligand complexes of essential metal ions with L-glutamine and succinic acid in sodium dodecyl sulfate–water mixtures // J. Serb. Chem. Soc. 2012. 77 (4). P. 453–463
4. Семенова М.Г., Корнев В.И. Комплексоны кобальта(II) и никеля(II) в водных растворах щавелевой кислоты // Хим. физ. и мезоскоп. Т. 12. №1. С. 131-138
5. Коробейникова Е.Ю., Меркулов Д.А. Исследование смешанолигандного комплексообразования кобальта(II) с 1,3-дикарбоксипропан-1-иминодиуксусной кислотой в дикарбоксилатных растворах // Вестн. Казан. техн. ун-та. 2014. Т. 17. № 24. С. 21-25
6. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. Издание 4-е. – Москва. «Химия». 1971
7. Дорожко Е.В., Короткова Е.И., Воронова О.А. и др. Исследование комплексообразующих свойств глутатиона с ионами ртути потенциометрическим и спектрофотометрическим методами // Фунд. исследования. 2013. №8. С. 601-604

8. Fuentes J., Reboso R., Rodriguez A. 2,5-Toluenediamine-N,N'-disuccinic acid. Preparation, dissociation constants and coordinating capacity with divalent cations // Polyhedron. 1989. V. 8. № 11. P. 1365.

9. Azab H., Hassan A. Ternary complexes of nickel(II) with AMP, ADP and ATP as primary ligands and some biologically important polybasic oxygen acids as secondary ligands // Monatsh. Chem. 1993. V. 124. № 3. P. 267-276

ИЗУЧЕНИЕ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ Cu (II) С ОЭДФ

Безденежных Ю.Н., Аль Ансари С.В.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
bez97@mail.ru

В своих предыдущих работах мы изучали процесс комплексообразования в системе Cu (II) – ОЭДФ (оксиэтилендифосфовая кислота) с целью выявления стабилизирующего действия ОЭДФ на Cu в одной из её высших степеней окисления. Изучение реакции комплексообразования с участием атомов элементов в высших степенях окисления весьма сложная задача из-за легкой восстанавливаемости и сложности идентификации соответствующей степени окисления. В данной работе мы провели сравнительное исследование процесса комплексообразования ОЭДФ с участием Cu в ее устойчивой степени окисления +2.

Раствор ОЭДФ (H_5L) готовили растворением точной навески препарата (х.ч.) в дистиллированной воде. Раствор соли Cu (II) получали растворением $CuCl_2 \cdot 2H_2O$ ч.д.а.) в дистиллированной воде.

ОЭДФ образует с ионами меди (II) окрашенные соединения, пригодные для ее фотометрического определения. Исследование процесса комплексообразования осуществляли СФ – методом в видимой области спектра. Электронные спектры поглощения (ЭСП) образующихся в системе комплексных соединений характеризуются наличием пика на длине волны 750 нм (Рис. 1). Все последующие исследования проводили на $\lambda=750$ нм.

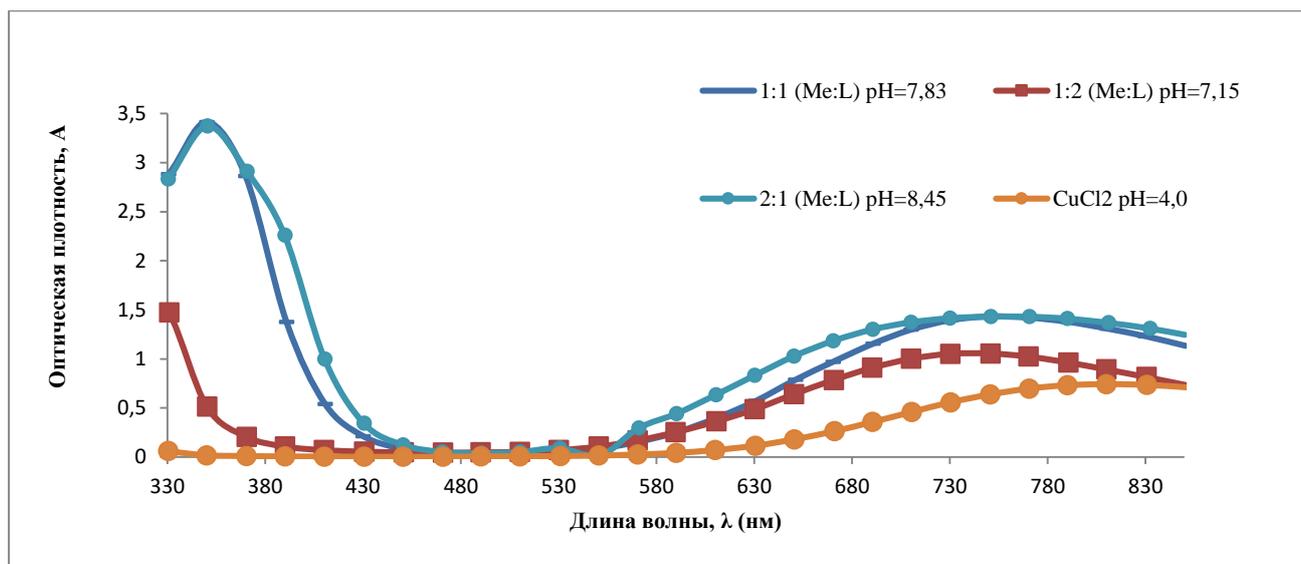


Рис. 1. Электронные спектры поглощения; $C(CuCl_2) = 0,04$ М; $l=1$ см.

Измерение оптической плотности ряда растворов с постоянным соотношением Cu (II) : ОЭДФ (1:1 и 1:2), и переменными значениями рН, позволило установить интервал рН комплексообразования и существования комплексных соединений Cu^{2+} с ОЭДФ (Рис. 2 и Рис.3).

Из кривых видно, что комплексообразование начинается при $pH \approx 1,0$, но уже при $pH \approx 2,0$ происходит осадкообразование. При дальнейшем увеличении рН (с $pH \approx 4,0$) осадок исчезает и до $pH \approx 5,0$ (Рис. 2 и Рис. 3) наблюдается увеличение оптической плотности, которая в дальнейшем остается постоянной. В интервале $pH \approx 2,0 - 4,0$ скорее всего образуется малорастворимый, незаряженный биядерный комплекс Cu (II) с ОЭДФ.

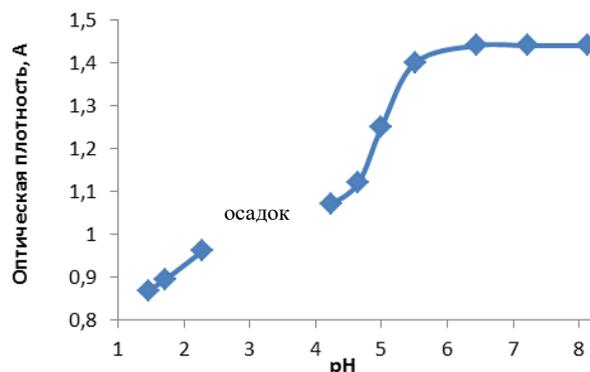


Рис. 2. Зависимость оптической плотности от рН в системе Cu^{2+} - ОЭДФ (1:1); $C(\text{CuCl}_2) = 0,04 \text{ M}$; $l = 1 \text{ см}$; $\lambda = 750 \text{ нм}$.

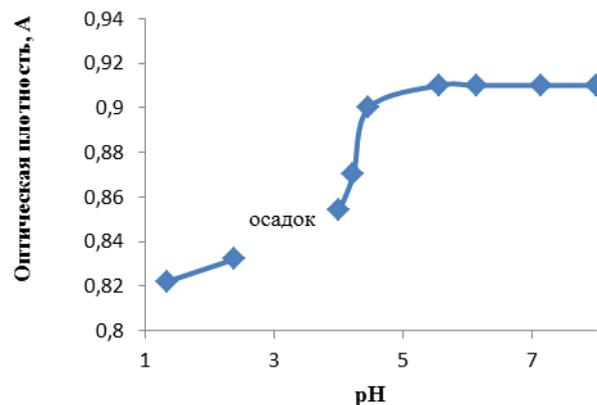


Рисунок 3. Зависимость оптической плотности от рН в системе Cu^{2+} - ОЭДФ (1:2); $C(\text{CuCl}_2) = 0,04 \text{ M}$; $l = 1 \text{ см}$; $\lambda = 750 \text{ нм}$.

Для установления состава комплексов, образующихся в интервале рН от 4,0 до 5,0, нами были построены кривые насыщения при фиксированном значении рН=6,0 - 7,0 (Рис. 4). На графике зафиксировано два перегиба, которые соответствуют соотношению компонентов Cu (II):ОЭДФ, равное 1:1 и 1:2.

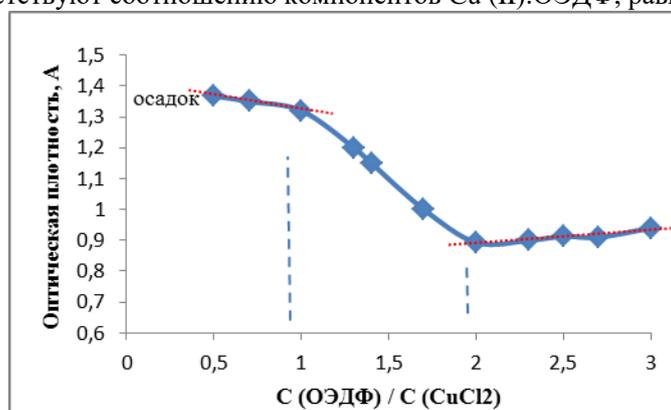
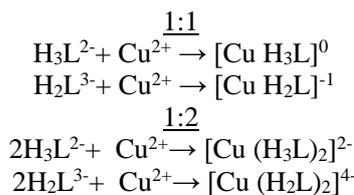


Рис. 4. Серия насыщения в системе Cu^{2+} - ОЭДФ; $C(\text{CuCl}_2) = 0,04 \text{ M}$; $l = 1 \text{ см}$; рН=6,0-7,0.

Т.к. при рН=6,0 - 7,0 ОЭДФ находится в виде форм: H_3L^{2-} и H_2L^{3-} , то схемы комплексообразования можно представить следующим образом:



Для расчета констант устойчивости смоделированных комплексов мы использовали метод Бенеша – Гильдебранда [1]. Расчет вели по кривой насыщения (Рис. 4). Результаты представлены в таблице.

к.с.	Значение $\lg \beta$ к.с. Cu (II) с ОЭДФ
$[\text{Cu H}_3\text{L}]^0$	4,03
$[\text{Cu H}_2\text{L}]^{-1}$	11,32
$[\text{Cu (H}_3\text{L)}_2]^{2-}$	8,49
$[\text{Cu (H}_2\text{L)}_2]^{4-}$	23,05

Аналогичным образом построенный комплекс Cu (III) с ОЭДФ, а именно $[\text{Cu (H}_3\text{L)}_2]^-$ ($\lg \beta = 11,10$) оказался, как и следовало ожидать, термодинамически более устойчивым, чем $[\text{Cu (H}_3\text{L)}_2]^{2-}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Юдина Е.В., Смагин В.П. Исследование комплексообразования европия (III) с 2,2'-дипиридилем // Известия алтайского государственного университета. 2003. № 3. С. 49-51.

СОРБЦИЯ ИОНОВ МЕДИ ШРОТОМ ЛИШАЙНИКА ВИДА *CLADONIA RANGEFIRINA*

Белобородова М.И., Смирнов А.К.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
aksmi@yandex.ru

Соединения меди играют крайне важную роль для живого организма: медь входит в состав ферментов, например, супероксиддисмутазы, участвующей в нейтрализации свободных радикалов кислорода; участвует в выработке энергии за счет переработки жиров, углеводов и белков; контролирует кровяное давление за счет синтеза простагландина; обеспечивает правильную работу желез, участвующих в процессе пищеварения. Нехватка меди способна вызвать серьезные нарушения в работе организма. С другой стороны избыток меди может негативно отражаться на организме человека, к примеру, ухудшение памяти, бессонница, раздражение слизистых, и т.д. [1]. Предельно допустимая концентрация (ПДК) меди для культурно-бытовых объектов и хозяйственно-питьевых водоемов составляет $1,6 \cdot 10^{-6}$ М, для рыбохозяйственных водоемов – $1,6 \cdot 10^{-8}$ М [2].

В настоящее время в литературе особое внимание уделяют применению природных сорбентов для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов. Лишайники, как известно, представляют собой организмы, тело (таллом) которых состоит из грибов (микобионт) и микроскопических зелёных водорослей и/или цианобактерий (фотобионт). Несмотря на то, что лишайники растут достаточно медленно (0,01 - 45 мм в год) [3], они являются интересным объектом для исследователей. Лишайниковые вещества обладают широким спектром лекарственных свойств, включая противомикробные, противовоспалительные, противомикотические, противовирусные, обезболивающие, жаропонижающие, противораковые свойства [4]. Шрот, остающийся после извлечения из слоевищ лишайников биологически активных веществ, как правило, является отходом, но учитывая полисахаридный состав, может рассматриваться также в качестве сорбционного материала.

Настоящая работа посвящена изучению сорбционных процессов в системе шрот лишайника *Cladonia Rangefirina* – Cu (II) – вода. Концентрацию ионов меди в растворе определяли фотометрически с диэтилдитиокарбаматом натрия в слабоаммиачном растворе, согласно [5] (рис. 1). Сорбцию ионов Cu^{2+} проводили в статических и динамических условиях из растворов CuSO_4 с исходными концентрациями (C_0) 10^{-5} – 10^{-1} моль/л (модуль – соотношение масс шрота и объема раствора – 1:100). Термостатирование осуществляли с использованием термостата ТW-2 (ООО "БИОЛАЙТ ЛТД"), поддерживающего заданную температуру с точностью $\pm 0,1^\circ\text{C}$.

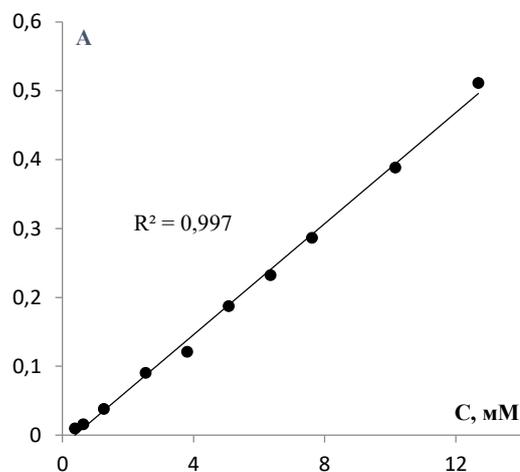
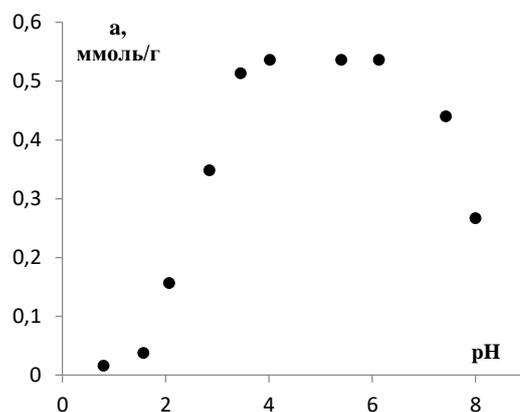


Рис. 1. Градуировочный график

Рис. 2. Влияние pH среды на сорбцию ионов Cu^{2+} шротом *Cladonia Rangefirina*

Одним из важных параметров сорбционного процесса является кислотность раствора. Как видно из рис. 2, в кислой области величина сорбции довольно мала, что связано с высокой концентрацией ионов водорода, которые выступают в качестве “конкуренентов” за сорбционные места для катионов металла. В области высоких значений pH величина сорбции также снижается, что связано с возможным образованием нерастворимых гидроксидов либо гидроксокомплексов. Максимальную сорбционную способность шрот проявляет в диапазоне значений pH от 3,5 до 6,5.

С целью получения количественных характеристик сорбционного процесса были получены изотермы сорбции ионов меди шротом при различных температурах, представленные на рис. 3. Следует обратить внимание на то, что с ростом температуры величина сорбционной способности уменьшается. Данное явление может быть связано с формированием более упорядоченной структуры полимерной системы за счёт

увеличения подвижности молекулярных сегментов при высоких температурах опыта. Показано, что уже при концентрации примерно 10^{-3} М величина степени извлечения составляет 70-80%,

что указывает на перспективность использования шрота *Cladonia Rangefirina* для очистки воды от ионов меди.

С использованием модели Ленгмюра

$$\frac{c}{a} = \frac{1}{a_0 \cdot K} + \frac{1}{a_0} \cdot C,$$

где a_0 – величина предельной сорбции (т.е. величина соответствующая сорбции с образованием монослоя), K – константа сорбционно-десорбционного равновесия, были рассчитаны количественные характеристики сорбционного процесса, представленные в табл. 1. Для оценки теплового эффекта сорбционного процесса, а также изменения энтропии в ходе сорбционного процесса осуществляли аппроксимацию зависимости логарифмов Ленгмюровских констант от величины обратной температуры согласно уравнению Вант-Гоффа. Отрицательные значения энергии Гиббса указывают на самопроизвольность протекания

процесса сорбции. Положительные значения энтальпии (≈ 12 кДж/моль), свидетельствующие об эндотермическом характере процесса, а также положительная энтропия сорбции (≈ 15 Дж/моль·К) могут по нашему мнению свидетельствовать о преобладающем вкладе стадии дегидратации иона при сорбции над упорядочением сорбата как суммарный результат сорбционного процесса на шроте. Экспериментальные значения энтальпии сорбции, кроме того, свидетельствуют о преобладающем вкладе специфической адсорбции, в которой проявляются обратимые, специфические донорно-акцепторные взаимодействия (водородные связи и др.).

Изотермы сорбции, полученные при разных температурах, были использованы для расчета дифференциальной (изостерической) теплоты сорбции – теплоты сорбционного процесса в определенном интервале изменения степени заполнения. Оказалось, что по мере заполнения шрота сорбатом изостерическая теплота изменяется, свидетельствуя об энергетической неоднородности структуры сорбента

. При низких степенях заполнения шрота, сорбционный процесс характеризуется выделением теплоты (≤ 40 кДж/моль), свидетельствуя о сорбционном процессе за счет неспецифических взаимодействий. При степенях заполнения не превышающих $5 \cdot 10^{-6}$ моль/г с ростом концентрации сорбата наблюдается рост теплот, что может указывать на значительную конформационную подвижность участков макромолекулярных цепей, характеризующихся сорбционными центрами с высоким значением сорбционного потенциала и ростом их доступности для сорбата. Дальнейший ход зависимости дифференциальной теплоты сорбции может быть обусловлен заполнением энергетически менее выгодных центров сорбции. Начиная с определенного значения степени заполнения, процесс, как оказалось, начинает носить эндотермический характер. Это может быть обусловлено превышением теплоты дегидратации, а также возможно энергии формирования полости между макромолекулами над энергией взаимодействия сорбент-сорбат. Дезорганизация системы при дегидратации и разрыхлении структуры сорбента, таким образом, будет вносить существенный вклад в значение свободной энергии системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Попов Д.А. Влияние меди на организм человека. ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ им. В.И. Размовского Минздрава России/ Д.А.Попов//2017г.- Т.7-№6-с.1068.
2. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.
3. Галанина И.А. Структура и динамика экосистем Сибири и Дальнего Востока. Институт технологии и бизнеса/И.А.Галанина//2011г. - сборник научных статей-с.130-143.
4. Байрамова А.А. Проблемы изучения природных ресурсов лекарственных лишайников. Генджинский государственный университет/А.А.Байрамова//2014г.- научная статья в журнале-№3-с.33-38.
5. ГОСТ 4388-72. Вода питьевая.

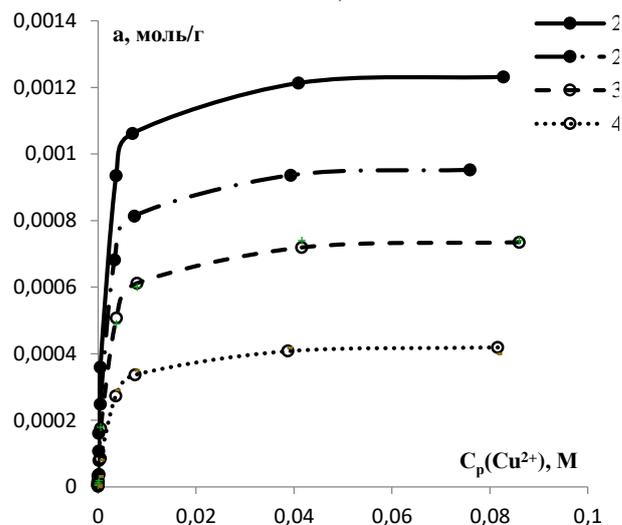


Рис. 1. Изотермы сорбции ионов меди (II) шротом *Cladonia Rangefirina* при различных температурах

Таблица

Параметры уравнения Ленгюра

t, °C	a ₀ , ммоль/г	K, л/моль	R	S _{уд} , М ² /г
20	1,25	800	0,997	322
28	0,97	700	0,982	250
34	0,75	555	0,995	193
44	0,43	478	0,997	111

К ВОПРОСУ О СОРБЦИИ ИОНОВ СВИНЦА ШРОТОМ ЛИШАЙНИКА

Белобородова М.И., Смирнов А.К.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
aksmi@yandex.ru

Целью настоящей работы явилось изучение закономерностей сорбции ионов свинца (II) из водных растворов шротами лишайника *Cladonia Rangiferina* (кладония оленья). Соединения свинца, как известно, являются высокотоксичными веществами [1]. Попадая в организм человека с вдыхаемым воздухом, водой или пищей, свинец вызывает ряд отрицательных последствий для здоровья. Он поражает периферическую и центральную нервную систему, способствует развитию гипертонии, уменьшает скорость образования эритроцитов в костном мозге, блокирует синтез гемоглобина, вызывает (особенно у детей) ослабление умственных способностей, интенсифицирует кариес. Токсическое действие свинца связано с его способностью замещать кальций в костях и нервных волокнах. Свинец депонируется в основном в скелете, замещая кальций, в форме труднорастворимого фосфата $Pb_3(PO_4)_2$. Он способен к аккумуляции, медленно выводится из организма [2]. Смертельная доза для человека составляет 10 г, а токсичная доза – 1-3 г. Кроме того, свинец относится к канцерогенам. Так, агентством по изучению рака (IARC) соединения свинца относят к группе 2В – потенциаль-

но канцерогенным для человека веществам. Предельно допустимая концентрация (ПДК) ионов свинца в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования составляет 0,01 мг/л ($4,83 \cdot 10^{-8} M$) [3].

В литературе представлено достаточное количество работ, касающихся использования сорбционных методов для решения проблемы очистки водных объектов, позволяя достигать требуемых предельных норм по содержанию токсичных примесей. Особое внимание в последнее время уделяется применению природных материалов, которые часто являются отходами различных производственных процессов в качестве сорбционных материалов. В данном контексте могут представлять интерес отходы (шроты), отходы извлечения биологически-активных компонентов из лишайниковой биомассы [4].

В настоящей работе использовали шрот лишайника *Cladonia rangiferina*, полученный в результате предварительной обработки лишайника органическими растворителями: ацетон, хлороформ, петролейный эфир в аппарате Сокслета с целью извлечения низкомолекулярных компонентов. Сорбцию ионов Pb^{2+} проводили в статических и динамических условиях из растворов $Pb(NO_3)_2$ с начальными концентрациями (C_0) 10^{-6} – 10^{-1} моль/л при отношении массы сорбента к объёму раствора – 1:100. Концентрацию ионов свинца в растворе определяли фотометрически, согласно [5], а также ионометрически при помощи ионселективного электрода «ЭЛИС – 131Pb» (рис. 1). Стоит заметить, что в работе была осуществлена сравнительная характеристика фотометрической и ионометрической методик. Как и следовало ожидать, полученные экспериментальные результаты сорбционного эксперимента в том и другом случаях статистически эквивалентны. Естественно, более удобным является ионометрический метод, характеризующийся более адекватной экспрессностью и экономичностью.

Экспериментальная изотерма сорбции ионов Pb^{2+} , шротом при 20°C представлена на рис. 2. Экспериментальные данные адекватно аппроксимируются в рамках моделей Ленгмюра и Дубинина-Радускевича, что позволило оценить такие количественные параметры сорбционного процесса, как величина предельной сорбции

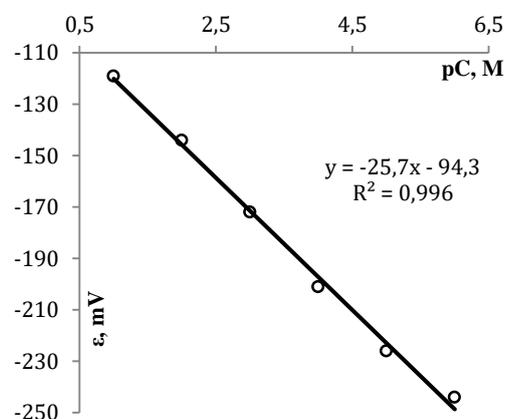


Рис.1. Зависимость э.д.с. электрохимической цепи от отрицательного логарифма концентрации ионов свинца в растворе

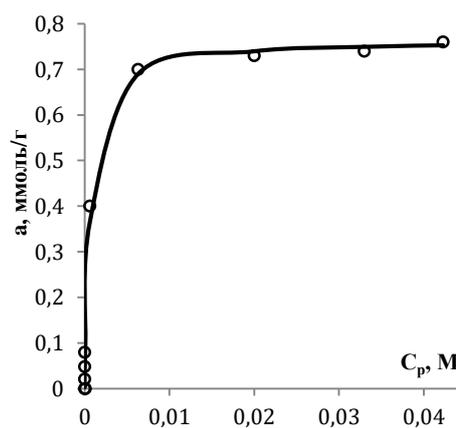


Рис. 2. Изотерма сорбции ионов свинца шротом

Таблица 1.

Параметры обработки изотерм сорбции ионов свинца шротом лишайника уравнениями Ленгмюра и Дубинина-Радускевича

a_0 , ммоль/г	K, л/моль	R	$S_{уд}$, м ² /г	$E_{эф}$, кДж/моль
Уравнение Ленгмюра				

(a_0) , концентрационная константа сорбционного

0,76	47	0,995	101,6	
Уравнение ТОЗМ (Дубинина-Радущкевича)				
0,82		0,979	109,6	5,5

равновесия, характеризующая интенсивность процесса сорбции (K), а также удельная поверхность сорбента в набухшем состоянии ($S_{уд}$). Результаты обработки изотермы сорбции представлены в табл. 1. Для сравнения в табл. 2 сведены литературные данные по величинам предельной сорбции ионов свинца на некоторых других сорбентах. Как видно из

табл. 1 и 2 обработка экспериментальной изотермы сорбции в рамках обеих моделей даёт сопоставимые результаты. При этом стоит отметить, что величина предельной сорбции для шрота *Cladonia rangiferina* в отношении ионов свинца (II) превышает a_0 для целлюлозы и даже для хитозана. Так, значения степени извлечения ионов (α) даже для раствора с концентрацией ионов свинца (II) порядка 10^{-3} моль/л составляет более 90 %, увеличиваясь по мере снижения концентрации раствора, что указывает на перспективность использования отходов извлечения биологически активных компонентов из лишайникового сырья – шротов для извлечения ионов свинца из водных растворов.

Таблица 2.

Значения предельной сорбции ионов свинца из водных растворов на различных сорбентах

Сорбент	a_0 , ммоль/г
Целлюлоза	0,015
Древесина осины	0,016
Фталат целлюлозы	0,004
Терефталлат целлюлозы	0,002
Хитозан	0,217
Сорбент на основе MgO и Al ₂ O ₃	0,158
Рисовая шелуха	0,097

ЛИТЕРАТУРА

1. Полянский Н.Г. Свинец (Аналитическая химия элементов). М.: Наука/Н.Г.Полянский// 1975г.- 200 с.
2. Везенцев А.И., Перистая Л.Ф. Исследование сорбционных свойств природных монтмориллонитовых глин разных месторождений для очистки воды от ионов свинца (II). Белгородский национальный государственный исследовательский университет НИУ «БелГУ»/И.А.Везенцев//2017г.-Т.18-№1-с.43-51.
3. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.
4. Протопопов, А.В. Получение и сорбционные свойства терефталатов целлюлозы из древесины осины. Ползуновский вестник/ А.В. Протопопов, Клевцова М.В., Радкина О.В //2011г.-№4.
5. Шевелева И.В., А.Н.Холодеймик, А.В.Войт, Л.А.Земнухова. Сорбенты на основе рисовой шелухи для удаления ионов Fe(II), Cu(II), Cd(II), Pb(II) из растворов. Химия растительного сырья./И.В.Шевелева//2009г.-№4-с.171-176.
6. ПНД Ф 14. 1:2. 193-03. (фр. 1. 31. 2007. 03804). Методика выполнения измерений массовой концентрации тетраэтилсвинца в пробах природных (в том числе морских) и сточных вод фотометрическим методом с сульфурсазеном.

СОСТАВ И УСТОЙЧИВОСТЬ КОМПЛЕКСОВ КОБАЛЬТА(II), НИКЕЛЯ(II) И МЕДИ(II) С ЯНТАРНОЙ КИСЛОТОЙ

Борисова Ю.А., Аль Ансари Я.Ф.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола, 424000, пл. Ленина, д. 1
lady.bor1@yandex.ru

Исследования комплексообразования биометаллов с биолигандами проводятся с целью выявления влияния различных факторов на взаимодействие в живых системах. В частности, янтарная кислота – биоллиганд, который есть в плазме крови человека и животных, является обязательным компонентом внутриклеточного метаболического цикла карбоновых кислот (цикла Кребса), в котором подвергаются окислению глюкоза, жирные и аминные кислоты и нарабатывается восстановительный потенциал для синтеза АТФ. У янтарной кислоты выражены антиоксидантные, иммуностимулирующие и адаптогенные свойства. Важное биологическое значение и широкое практическое применение янтарной кислоты требует всестороннего изучения ее взаимодействий в растворах.

В настоящей работе проведено исследование комплексообразования кобальта(II), никеля(II) и меди(II) с янтарной кислотой (H₂Suc, L) в водном растворе различными методами. Полученные результаты сопоставлены с литературными данными для исследуемых соединений. Имеющиеся литературные данные о комплексных соединениях кобальта(II), никеля(II) и меди(II) с янтарной кислотой не полные и противоречивые как в отношении состава, так и в отношении значений констант устойчивости комплексов. Отсутствие единообразия данных может быть объяснено использованием авторами различных методов исследования и обработки экспериментальных результатов и отличающимися условиями эксперимента.

В большинстве работ для кобальта(II), никеля(II) и меди(II) упоминаются комплексы с янтарной кислотой состава ML, реже MHL⁺[1-5]. Некоторые исследователи зафиксировали образование комплексов состава металл : лиганд 1 : 2 [6, 7].

Исследование комплексообразования проводили методом потенциометрического титрования (ПМТ). Для этого раствором NaOH титровали раствор свободной янтарной кислоты и растворы янтарной

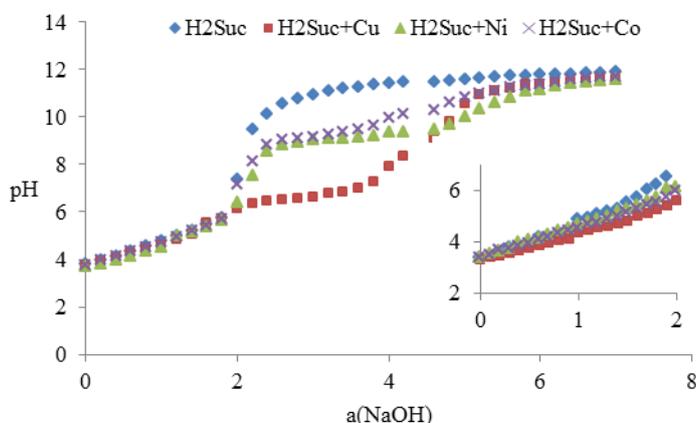


Рис. 1. Кривые ПМТ: C(H₂Suc) = C(M²⁺), μ = 0,1 (KCl)

кислоты в присутствии соответствующих солей металлов, взятых в эквивалентных по отношению к кислоте количествах. Построенная кривая титрования H₂Suc имеет один скачок на 2 эквивалентах щелочи, поэтому рассчитанные ступенчатые константы кислотности близки по значениям: pK₁ = 4,16; pK₂ = 5,43. Кривые ПМТ смесей соль металла – H₂Suc незначительно смещены в кислую область (рис. 1), что говорит об образовании комплексов, хотя и невысокой устойчивости. Рассчитанные значения констант представлены в таблице 1. В ряду Co(II) < Ni(II) < Cu(II) устойчивость комплексов увеличивается, что согласуется с

теорией зависимости стабилизации комплекса от электронной конфигурации комплексообразователя (рядом Ирвинга-Вильямсона). Представленные в литературе константы устойчивости протонированных комплексов выше соответствующих депротонированных (табл. 1). Наше исследование такой закономерности не подтвердило.

Таблица 1

Логарифмы констант устойчивости

Экспериментальные данные			Литературные данные		
M	[MHSuc] ⁺	[MSuc]	M	[MHSuc] ⁺	[MSuc]
Co	2,77	2,57	Co	6,26 (NaClO ₄) [10] 6,27 (NaClO ₄) [14]	1,60 (NaClO ₄) [10] 1,62 (KNO ₃) [13] 1,70 (NaClO ₄) [14]
Ni	2,99	3,09	Ni	6,39 (NaClO ₄) [10]	1,95 (NaClO ₄) [10] 3,17 (NaNO ₃) [11] 1,71 (KNO ₃) [13]
Cu	3,13	3,48	Cu	5,40 [6]	2,98 (NaClO ₄) [5] 3,02 (KNO ₃) [13] 2,89 [6]

Янтарная кислота не насыщает полностью координационную сферу ионов металлов, что следует и из характера кривых ПМТ. По всей видимости, свободные координационные места занимают молекулы воды, и при титровании щелочью образуются гидроксокомплексы. На образование таких частиц указывают и другие авторы [8]. Гидроксокомплексы меди на несколько порядков прочнее аналогичных комплексов никеля(II) и кобальта(II), что объясняет значительное отличие кривой ПМТ меди(II).

Для проверки возможности образования в водном растворе частиц с соотношением металл : лиганд 1:2 и 1:3 исследовали зависимость потенциала системы M(II) – H₂Suc от количества янтарной кислоты. Для этого готовили растворы с постоянной концентрацией соли металла и возрастающей концентрацией лиганда. По полученным кривым (рис. 2) видно, что изменение потенциала всех трех систем после 1 эквивалента янтарной кислоты становится незначительным, то есть образуются комплексные частицы состава M²⁺ : L = 1:1. Это подтверждают и расчеты. При C_L >> C_{M²⁺}, начиная с высоких C_L, в растворе присутствует практически один комплекс M²⁺L_n. В этом случае при C_{M²⁺} = const должна иметь место линейная зависимость E от lnC_L (в качестве примера на рис. 3 представлена зависимость потенциала Ni/Ni²⁺ от lnC(H₂Suc)), из коэффициента наклона которой $\frac{nRT}{zF}$ можно определить n [9]. Во всех трех системах рассчитанное значение n = 1. Затем, экстраполируя прямую E – lnC_L к значению lnC_L = 0, нашли E = E⁰_{M²⁺,M} – $\frac{nRT}{zF} \ln\beta_n$. Определив E⁰_{M²⁺,M} в аналогичной системе, но не содержащей комплексообразующих частиц, нашли β_n. Для системы Co²⁺ – H₂Suc lgβ = 1,59; для Ni²⁺ – H₂Suc lgβ = 1,70; для Cu²⁺ – H₂Suc lgβ = 1,73. Данный метод не дает возможности определить степень протонированности лиганда в комплексной частице, но сопоставив полученные значения с литературными, можно сказать, что полученные значения констант соответствуют частицам состава [ML].

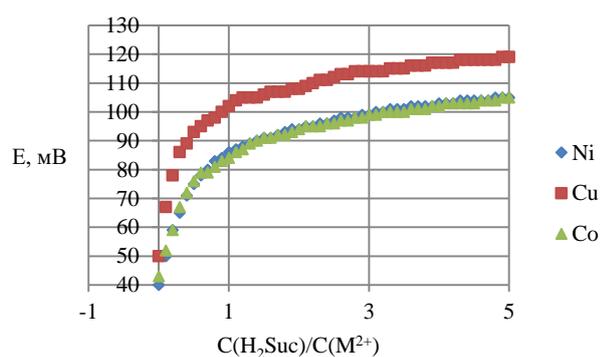


Рис. 2. Зависимость потенциала систем от концентрации янтарной кислоты: $C(M^{2+}) = 0,02 \text{ M}$, $\mu = 0,1 \text{ (KCl)}$

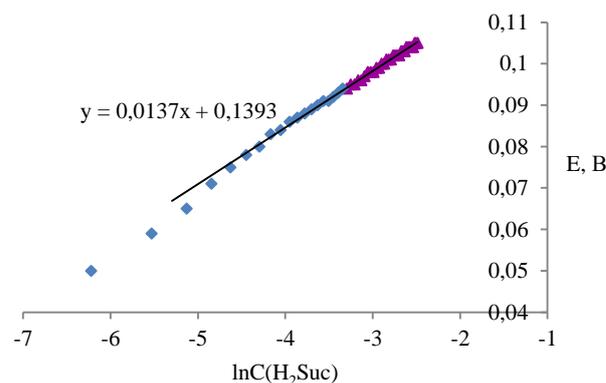


Рис. 3. Зависимость E системы $Ni^{2+} - H_2Suc$ от $\ln C(H_2Suc)$

Таким образом, методами потенциометрии установлено образование комплексов с мольным отношением металл : лиганд 1:1, где лиганд находится в виде анионов $HSuc^-$ и Suc^{2-} . Более верное представление комплексных частиц – $[MHSuc(H_2O)_x]^+$ и $[MSuc(H_2O)_x]$. Частицы состава 1:2 не обнаружены.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bindu G. H. and Rao G. N. Mixed ligand complexes of essential metal ions with L-glutamine and succinic acid in sodium dodecyl sulfate–water mixtures // J. Serb. Chem. Soc. 2012. 77 (4). P. 453–463
2. Коробейникова Е.Ю., Меркулов Д.А. Исследование смешанолигандного комплексообразования кобальта(II) с 1,3-дикарбоксипропан-1-иминодиуксусной кислотой в дикарбоксилатных растворах // Вестн. Казан. техн. ун-та. 2014. Т. 17. № 24. с. 21-25
3. Тукумова Н.В., Усачева Т.Р., Тиан Т.Т.Д. и др. Устойчивость координационных соединений ионов некоторых d-металлов с анионом янтарной кислоты в водно-этанольных растворителях // Изв. вузов. Химия и хим. технология. 2018. Т. 61. Вып. 9-10. С. 15-22
4. Khalil M. M., Radalla A. M., Abd Elnaby N. M. // Journal of Solution Chemistry 2013. 42 (6). P. 1123-1145
5. Тукумова Н.В., Усачева Т.Р., Чан Тхи Зьёу Тхуан, Шарнин В.А. Состав и устойчивость комплексов малеиновой и янтарной кислот с ионами Cu^{2+} в растворах вода-этанол // Журн. физ. химии. 2014. Т. 88. № 10. С. 1510-1514
6. Sursyakova V.V., Burmakina G. V., and Rubaylo A. I. Composition and stability constants of copper(II) complexes with succinic acid determined by capillary electrophoresis // J. of Coord. Chem., 2017. V. 70, №. 3. P. 431–440
7. Morphy J.R., Parker D., Katak R., et al. // J. Chem. Soc., Perkin Trans. 2. 1990. 573.
8. Коробейникова Е.Ю. Автореферат диссертации «Гомолигандные и гетеролигандные комплексоны и дикарбоксилаты железа(III), кобальта(II) и никеля(II) в водных растворах». Казань. 2015
9. Дорожко Е.В., Короткова Е.И., Воронова О.А. и др. Исследование комплексообразующих свойств глутатиона с ионами ртути потенциометрическим и спектрофотометрическим методами // Фунд. исследования. 2013. №8. С. 601-604
10. Корнев В.И., Семенова М.Г., Меркулов Д.А. Однородно- и смешанолигандные комплексы кобальта(II) и никеля(II) с нитрилотриуксусной кислотой и дикарбоновыми кислотами // Коорд. хим. 2009. Т. 35. №7. с. 527-534
11. Radalla A.M. Studies on complexation of resorcinol with some divalent transition metal ions and aliphatic dicarboxylic acids in aqueous media // J. Solution. Chem. 2010. V. 39. N 9. P. 1394-1407. DOI: 10.1007/s10953-010-9589-7.
12. Васильев В.П., Зайцева Г.А., Тукумова Н.В., Высоцкая Т.Ю. Взаимодействие ионов Co^{2+} и Ni^{2+} с янтарной кислотой // Журн. неорг. хим. 1998. Т. 43. № 11. С. 1859-1863
13. Campi E. // Ann. Chim (Italy). 1963. V. 53. P. 96

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ВИТАМИНОВ МЕТОДОМ ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

Веретенникова Д.В.^{1,2}, Печёнкин С.Ю.^{2,1}

1-Марийский Государственный университет, Йошкар-Ола
2-ЗАО СКБ «Хроматэк», Йошкар-Ола, Строителей 94, 424008.
d_veretennikova@bk.ru

Среди активных природных органических соединений витамины занимают особое место. Они необходимы для бесперебойного функционирования живого организма, незаменимы для питания. Витамины находят широкое применение и как пищевые добавки, так и как лекарственные средства. На данный момент определение витаминов в лекарственных средствах проводится методами жидкостной хроматографии дробно, но не комплексно, что негативно сказывается на времени их определения. Методики, используемые на данный момент, имеют изъяны или неточности. Многие из них, в связи с развитием хроматографии, устарели. Поэтому проблема определения витаминов носит актуальный характер.

Целью исследования является разработка метода комплексного разделения витаминов. Для достижения поставленной цели изучены свойства различных колонок для высокоэффективной жидкостной хрома-

тографии (ВЭЖХ) и проведены испытания поведения исследуемых растворов витаминов при различных условиях.

Предметом исследования были выбраны водорастворимые витамины. Их главная особенность состоит в том, что они не накапливаются в организме человека, либо их запасов хватает на очень короткое время. Передозировка возможна только для некоторых водорастворимых витаминов. Были опробованы режимы обращенно-фазовой и ион-парной хроматографии. Элюирование велось в изократическом и градиентном режиме.

Анализы проводились на имеющихся в наличии колонках различных производителей: SGE (Protocol C18 H) и Phenomenex (Luna C18(2)). Производителями была заявлена широкая универсальность в сфере применения данных колонок. В обоих случаях размер колонок был одинаковый, 150*4,6 мм, размер частиц фазы 5 мкм, в качестве неподвижной фазы использованы октадецилсиликагель без полярных эндкепирующих групп.

В процессе опытов было установлено, что в обращенно-фазовом режиме с изократическим элюированием наблюдается достаточная эффективность разделения критической тройки компонентов тиамин гидрохлорида – никотинамида – аскорбиновой кислоты для всех колонок. Однако данный режим нельзя назвать оптимальным, так как удерживание компонентов в нем достаточно слабое и соединения выходят близко к мертвому времени, что чревато наложением на пики анализируемых веществ посторонних полярных примесей, в случае их наличия в смеси.

Для увеличения удерживания было принято решение использовать ион-парный режим хроматографирования [1]. Наблюдалось четкое разделение критической тройки компонентов тиамин гидрохлорида – никотинамида – аскорбиновой кислоты. Кроме того, на длине волны 200 нм возможна фиксация биотина.

Таблица 1

Данные полученные на колонке SGE Protocol C18H 150*4,6 мм,5 мкм.

Компонент	λ , нм	R ²	ОСКО (σ, %)
Аскорбиновая кислота	254	0,9991	2,2151
Тиамин гидрохлорид	244	0,9995	1,6398
Никотинамид	244	0,9956	4,8837
Биотин В7	200	0,9989	2,4391

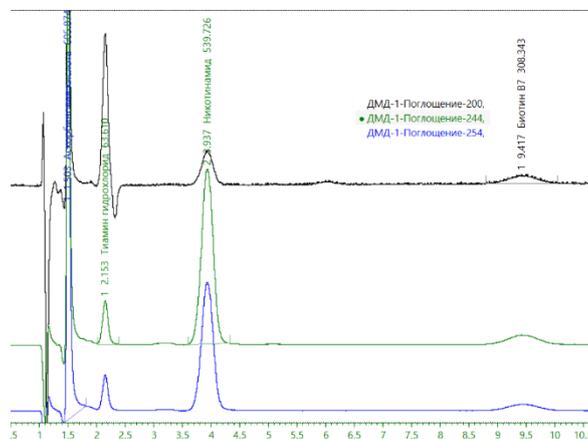


Рис. 1. Пример хроматограммы на колонке SGE Protocol C18H 150*4,6мм,5мкм

Для данных компонентов были построены градуировочные зависимости в диапазоне концентраций от 12,5 мг/л до 50 мг/л.

Использование добавки октилсульфоната натрия для перевода системы в ион-парный режим сильно повышает эффективность системы, но недостатком является использование дорогостоящих реактивов и возможные риски необратимой модификации колонки, что сильно сузит ее применимость до одного типа задач.

В связи с этим более перспективно выглядит

градиентный режим определения витаминов. Возможность широкого варьирования условий эксперимента обеспечивает большую гибкость системы для подбора оптимального режима.

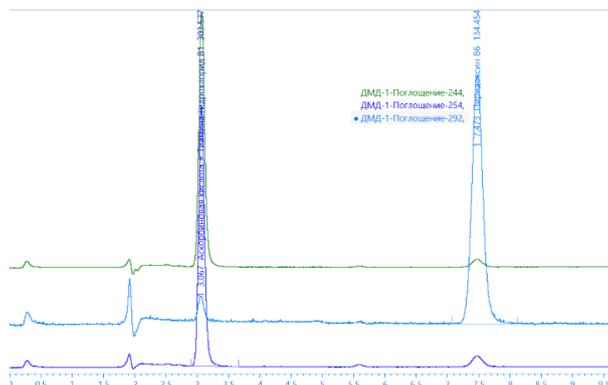


Рис. 2. Пример хроматограммы на колонке SGE Protecol C18H 150*4,6 мм, 5 мкм.

Обнаружено отсутствие разделения пары тиамин гидрохлорид – аскорбиновая кислота.

Однако в процессе работы было обнаружено, что в смеси тиамин гидрохлорид – аскорбиновая кислота – пиридоксин разделения пары тиамин гидрохлорид – аскорбиновая кислота не происходит.

В то же время было показано, что линейность градуировки в диапазоне от 0,0031 до 0,05 г/л прослеживается довольно неплохо даже для суммарного пика тиамина гидрохлорида и аскорбиновой кислоты.

Поскольку витамины являются кислотами или основаниями, большое влияние на их удерживание оказывает рН элюента. Значение рКа и рКв витаминов значительно отличаются друг от друга, поэтому изменяя значение рН подвижной фазы можно существенно повлиять на ход хроматографического анализа. При рН 1,7 на данной колонке, не хватает разделения для тиамина гидрохлорида и аскорбиновой кислоты, в процессе анализа компоненты сливаются в один пик и затрудняют их количественное и качественное определения. Попытка увеличения рН до 3,5 показала, что время удерживания тиамина гидрохлорида и пиридоксина резко увеличивается до 15,6 и 14,99 соответственно, что также затрудняет количественное определение компонентов.

При проведении данной работы были исследованы характеристики удерживания исследуемых витаминов. Был оценен вклад рН на удерживание и разделение витаминов. Установлено, что несмотря на заявленную производителями универсальность, использованные колонки слабо подходят для решения данной комплексной задачи. Сделан вывод, что более перспективно использовать колонки с полярными эндкепирующими группами и длиной 250 мм для качественного разделения всех компонентов. [2]

ЛИТЕРАТУРА:

1 А.Захарова, А.Кравченко, Н.Исупова, И.Гринштейн Устойчивость витаминов в свежевыжатых соках. // Аналитика. Научно-технический журнал, РИЦ Техносфера 2014, Т.16 №3, 72 с.

2 А.А. Бендрьшев и др. Определение водорастворимых витаминов в витаминных примиксах, биологически-активных добавках и фармацевтических препаратах методов высоко-эффективной жидкостной хроматографии с градиентным элюированием. // Вестник московского университета. Серия 2. Химия 2010, Т.51 №4, 315 с.

СИНТЕЗ ГАЛОГЕНСОДЕРЖАЩИХ ПОЛИЭФИРОВХИМИЧЕСКОЙ МОДИФИКАЦИЕЙ НОВОЛАКА

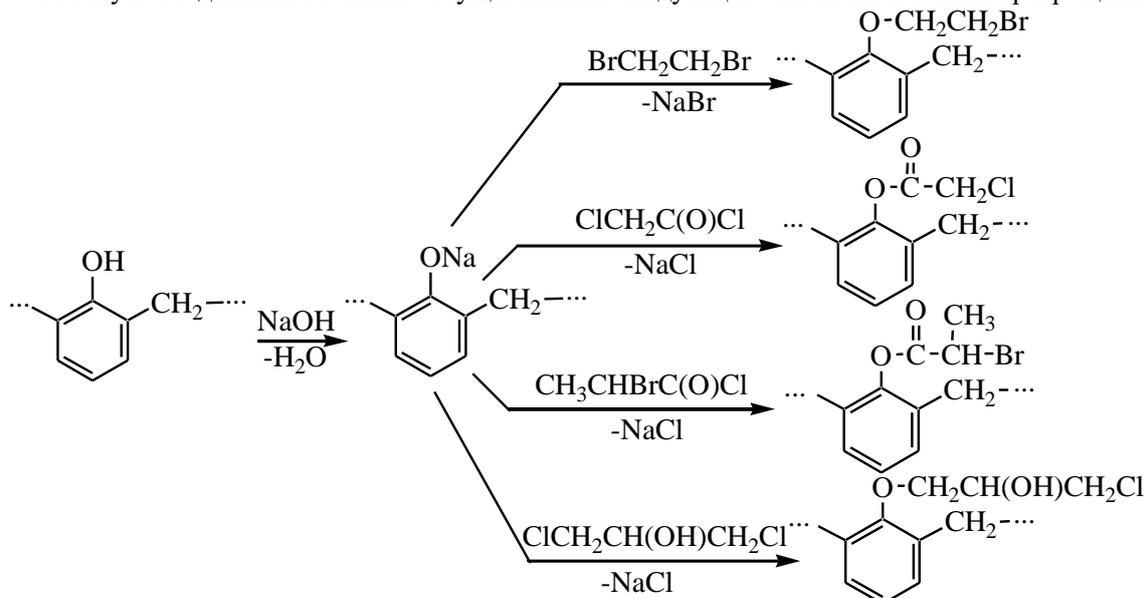
Волкова И.Ю., Подковырина Т.А.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
podkovyrina_ta@mail.ru

Химическая модификация полимеров – это важнейший способ получения синтетических ВМС. В связи с этим определен интерес представляет новолачный полимер, что вызвано возможностью использования его в решении общей проблемы - поиску путей синтеза высокомолекулярных четвертичных аммониевых солей. Последние являются основой комплексных анионитов в ионообменной хроматографии [1,2], поэтому разнообразие их строения имеет важное практическое значение для создания новых высокоэффективных сорбентов.

В качестве исходной структуры для потенциального формирования четвертичных атомов азота в макромолекулах новолака были выбраны галогенсодержащие полиэфиры, которые под действием третичных аминов способны образовывать целевые полиэлектролиты. Данных о синтезе соответствующих ВМС нами в литературе обнаружить не удалось. Поэтому встала задача поиска условий по введению в полимерную цепь линейного феноло-формальдегидного полимера эфирных групп с атомами хлора или брома. Ее решению посвящена настоящая работа.

Основу исследования составило осуществление следующей схемы химических превращений:



Исходный полимер – новولاк, как хорошо известный ВМС, был получен по литературной методике реакцией поликонденсации фенола с формальдегидом в условиях кислотного катализа. Остаточный фенол удалялся из продукта перегонкой с водяным паром.

Для перевода новولاка в его натриевую соль спиртовой раствор ВМС смешивали с эквимолярным количеством едкого натра, также предварительно растворенного в этаноле. При этом выпадал осадок, который отфильтровывали, промывали и сушили на воздухе. Выход продукта реакции составил 98%.

Использованные для проведения реакции ацилирования хлорангидриды хлоруксусной и α-бромпропионовой кислот были получены из соответствующих кислот и хлористого тионила по известной методике.

При действии синтезированных хлорангидридов на соль новولاка, растворенной в ацетонитриле, уже при комнатной температуре наблюдалось выделение белого осадка, который, как показал анализ (растворимость в воде, качественная реакция на хлор-анион), соответствовал хлориду натрия. После удаления его и ацетонитрила из реакционной массы было получено твердое аморфное вещество. Оно, в отличие от исходного ВМС, не растворялось в воде и давало положительную пробу Бейльштейна. Все это позволило нам сделать вывод, что в обоих случаях прошла реакция ацилирования. Содержание элементарных звеньев со сложноэфирными группами в полученных полимерах рассчитывалось как по массе выделенных ВМС, так и по количеству образовавшегося хлорида натрия. Они практически соответствовали друг другу. Эти данные приведены в таблице.

Таблица.

Процентное содержание эфирных групп в модифицированном новولاке, полученном в разных условиях

№ п / п	Реагент	Температурный режим реакции, °С	Продолжительность реакции, час			
			1	2	4	6
1.	ClCH ₂ C(O)Cl	комнатный	76	-	-	-
		82	-	85	86	-
2.	CH ₃ CHBrC(O)Cl	комнатный	65	-	-	-
		82	-	78	-	85
3.	BrCH ₂ CH ₂ Br	комнатный	0	-	-	-
		78	-	43	49	50
4.	ClCH ₂ CH(OH)CH ₂ Cl	комнатный	0	-	-	-
		100	-	70	69	-

С целью увеличения степени превращения солей групп полимера в сложноэфирные реакция ацилирования была проведена при температуре кипения ацетонитрила при разной продолжительности процесса. В результате удалось данные значения довести до 85-86% (таблица).

Для проведения реакции алкилирования натриевой соли новولاка 1,2-дибромэтаном спиртовой раствор этих веществ в соотношении 1:3 кипятили в течении 2-х, 4-х и 6-ти часов (при комнатной температу-

ре признаков реакции не наблюдалось). После разработки реакционных масс в выделенных полимерах максимальное содержание О-β-бромэтильных групп составило 50%. (таблица).

Как показал эксперимент, дихлоргидрин глицерина, как и 1,2-дибромэтан, не действовал на натриевую соль новолака при комнатной температуре. Поэтому соответствующую реакцию проводили при нагревании. Для этого водный раствор реагирующих веществ в соотношении 3:1 выдерживали при температуре кипения растворителя в течение 2-х и 4-х часов. Затем реакционные массы сушили на воздухе для удаления воды и остатков хлорсодержащего спирта. Полученные твердые аморфные осадки в обоих случаях при растворении в ацетонитриле выделяли белый кристаллический осадок, который являлся хлоридом натрия, как показала качественная реакция с нитратом серебра. Расчетные данные по содержанию эфирных групп в выделенных полимерах представлены в таблице.

ЛИТЕРАТУРА

1. Свинцова Н.В., Смоленков А.Д., Крохин О.В., Пирогов А.В., Обрязов О.Н., Штигун О.А. Использование модифицированного силикагеля для определения анионов одноколоночной хроматографией. // Журнал аналитической химии. 1998. Т.53. №4. С. 397-400.
2. Пирогов А.В., Свинцова Н.В., Кузина О.В., Крохин О.В., Штигун О.А. Использование новых поверхностно-модифицированных сорбентов на основе силикагеля для ионохроматографического определения анионных комплексов переходных металлов. // Вестник Моск. ун-та. Сер 2. Химия. 2000. Т41. №4. С. 236-240.

ИЗМЕНЕНИЕ ТОНКОЙ СТРУКТУРЫ ПОЛИАМИДНЫХ НИТЕЙ КАПРОН ПОД ВЛИЯНИЕМ ВОДЫ

Горохова А.А., Смотрина Т.В.

ФГБОУ ВО Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола
tatyana-smotrina@yandex.ru

К числу наиболее перспективных полимеров относятся полиамиды - широкий по числу представителей класс гетероцепных высокомолекулярных соединений, содержащих в основной цепи макромолекулы –СО–NH–группы. Благодаря комплексу ценнейших механических и физико-химических свойств: высокая прочность и стойкость к ударным нагрузкам, способность ориентироваться при холодной вытяжке и химической стойкости амидной связи полиамиды применяются для создания новых конструкционных и композиционных материалов. Важнейшая роль отводится синтетическому волокнуобразующему полиамиду-6 (ПА-6), получившему в России название капрон (поли-ε-капроамид). Недостатком поликапроамида является значительное снижение физико-механических характеристик во влажной среде. В частности, в присутствии воды происходит изменение линейных размеров деталей на основе ПА, увеличивается их износ. Под влиянием воды происходит уменьшение разрывного напряжения, изменяются прочностные характеристики. В этой связи интерес представляет изучение влияния преднабухания в воде на структуру и параметры равновесной сорбции водяного пара полиамидными нитями капрон.

В качестве объектов исследования использовали исходную и подвергнутую длительному набуханию в воде (набухание при комнатной температуре в течение 5 суток с последующим кипячением в течение 5 часов) полиамидную нить технического назначения капрон, производства Белоруссия, ОАО «Гроднохим-волокно».

Для изучения влияния преднабухания на надмолекулярную структуру нитей капрон были измерены изотермы сорбции водяного пара (рис. 1).

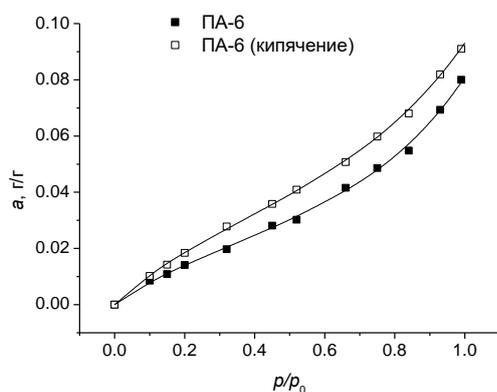


Рис. 1. Изотермы сорбции водяного пара

Наблюдаемая σ-форма изотерм характерна для полимерных систем, в которых поглощение паров воды сопровождается изменением физического или фазового состояния полимера. Преднабухание капроновой нити в кипящей воде и последующая сушка приводят к увеличению сорбционной емкости образца при всех значениях относительного давления, что свидетельствует о разрыхлении структуры поли-ε-капроамида.

Для определения количественных параметров сорбции использовали уравнение квазихимической модели (КХМ) удовлетворительно передающее механизм сорбции водяного пара набухающими полимерными сорбентами [1]:

$$a = \frac{a_m \cdot \alpha \cdot (p/p_0)}{[1 - \beta \cdot (p/p_0)][1 + (\alpha - \beta) \cdot (p/p_0)]}, \quad (1)$$

здесь a – величина сорбции в г/г, a_m – суммарная концентрация доступных для молекул сорбата первичных сорбционных центров, г/г, а α и β – параметры уравнения.

Параметры уравнения (1) приведены в табл. 1

Таблица 1

Параметры уравнения КХМ

Образец	a_m , г/г	α	β	R^2	a_0 , г/г*
Исходная нить ПА-6	0,027±0,002	3,5±0,6	0,69±0,02	0,998	0,081
Нить ПА-6 после кипячения	0,038±0,002	3,3±0,3	0,64±0,01	0,999	0,093

* a_0 – максимальная сорбционная емкость при $p/p_0 = 1$

Можно видеть, что преднабухание ПА-6 в кипящей воде приводит к увеличению числа активных сорбционных центров a_m и максимальной сорбционной емкости a_0 , т.е. сопровождается, по нашему мнению, частичной аморфизацией полимера. В этой связи нами была проведена оценка степени кристалличности полимера по уравнению, предложенному авторами работы [2]:

$$X_c = \frac{a_i^{am} - a_i}{a_i^{am}}, \tag{2}$$

где a_i^{am} и a_i – величины сорбции для аморфного аналога и исследуемого образца соответственно при i -том значении p/p_0 ; X_c – степень кристалличности.

Сорбционную емкость полностью аморфного аналога полимера при различных значениях относительной влажности рассчитывали по аддитивной схеме Ван Кревелена [3].

Средние значения X_c , рассчитанные в интервале p/p_0 0,3 ÷ 0,7 по уравнению (2), приведены в табл. 2.

Таблица 2

Средние значения степени кристалличности для нитей капрон

Образец	Исходная нить ПА-6	Нить ПА-6 после кипячения
X_c (ср.)	0,63	0,54

$$X_c = \left(1 - \frac{E a_0}{E^{am} a_0^{am}} \right) \tag{3}$$

В этом уравнении a_0 и E – параметры термического уравнения сорбции [2]:

$$a = a_0 \exp\left(-\left(-\Delta\mu_1/E\right)^n - \alpha(T - T_0)\right), \tag{4}$$

где a_0 – предельная величина сорбции при температуре T_0 ; $\Delta\mu_1 = RT \ln(P/P_0)$ – изменение химического потенциала; E – характеристическая энергия сорбции; α – термический коэффициент сорбции (для полиамидов $\alpha = -(3,5 \div 5) \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$); T – температура измерения (рабочая температура); n – параметр, для стеклообразных полимеров $n = 0,55 - 0,7$.

Параметры термического уравнения сорбции и рассчитанные на их основе степени кристалличности полиамидных нитей капрон приведены в таблице 3.

Таблица 3

Параметры уравнений (3) и (4)

Образец	a_0 , г/г	E , Дж/моль	R^2	X_c
Исходная нить ПА-6	0,083	1708	0,999	0,61
Нить ПА-6 после кипячения	0,100	1807	0,999	0,50
Аморфный аналог ПА-6	0,316	1142	0,999	0

Во избежание случайных результатов, для расчета степени кристалличности использовали также уравнение (3) [4], выведенное исходя из величины интегральной теплоты сорбции, характеризующей изотерму в полном объеме, т.е. в диапазоне относительных давлений от 0 до 1:

Можно видеть, что значения X_c , рассчитанные с использованием уравнений (2) и (3) хорошо согласуются между собой. Значения степени кристалличности исходной полиамидной нити капрон составляют соответственно 61 и 63%. В результате длительного набухания в кипящей воде и последующей сушки этот параметр снижается примерно на 10%, что подтверждает предположение о частичной аморфизации полимера. Для жесткоцепных ароматических полиамидов данный факт связывают с разрушением под действием воды жидкокристаллических (мезоморфных) областей в полимере [5]. Для гибкоцепных алифатических полиамидов образование жидкокристаллических структур не характерно, поэтому, по всей видимости, происходит «отщепление» от дефектных кристаллических образований более подвижных «недостаточно» ориентированных цепей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Laatikainen M., Lindstrom M. General sorption isotherm for swelling materials // Acta Polytechn. Scand. Chem. Technol. and Met. Ser. 1987. № 178. P. 105-116.
2. Гребенников С.Ф., Эльтеков Ю.А. Сорбция в полимерных системах. СПб.: ФГБОУВПО «СПГУТД», 2014. 286 с.
3. Ван Кревелен, Д.В. Свойства и химическое строение полимеров. М.: Химия, 1976. 415 с.

4. Zhizhenkov V.V., Kvachadze N.G., Grebennikov S.F., Busygin K.N., Smotrina T.V., Smotrin V.A. Formation of liquid-crystalline-type structures in poly(paraamides). Polymer Science. Series A. 2017. T. 59. № 2. С. 198-205.

5. Smotrina T.V., Grebennikov S.F., Busygin K.N., Smotrin V.A., Zhizhenkov V.V., Kvachadze N.G. Destruction of liquid-crystalline structures in paraamide polymers during swelling in water // Polymer Science. Series A. 2017. V. 59. № 2. С. 206-214.

СОДЕРЖАНИЕ АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ В АПЕЛЬСИНАХ ПОСЛЕ РАЗНОЙ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ОБРАБОТКИ

Денисова О. Н., Дерягина М. С., Сабанцева А.А.

Поволжский государственный технологический университет, Йошкар-Ола

DenisovaON@volgatech.net

Актуальность укрепления и сохранения иммунитета в нынешних условиях не вызывает сомнений. Открыл пользу витамина С для укрепления иммунной системы двукратный Нобелевский лауреат Лайнус Полинг. В 1970 г. он выдвинул теорию о том, что регулярное употребление витамина С может предотвращать простудные заболевания.

Первооткрывателем витамина С стал венгерский биохимик Альберт Сент-Дьерди. В 1927 г. ему удалось выделить кислоту, которая и была витамином, спасающим от цинги. Состав витамина С (рис.1.) официально зарегистрирован 4 апреля 1932 г. Название «аскорбиновая кислота» происходит от лат. *scorbutus* – «цинга» и отрицания «а». Оно появилось позже.

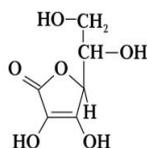


Рис.1 Структура молекулы аскорбиновой кислоты

Среди всех витаминов витамин С — самый известный и употребляемый. Польза витамина С обусловлена эффектами биохимических реакций, протекающих под действием ферментов, в состав которых он входит в качестве кофактора. Его новые свойства открывают до сих пор. В настоящее время известны следующие функции витамина С:

- повышает устойчивость организма к инфекциям, так как обладает свойством повышать фагоцитарную активность лейкоцитов, снижает потребность человека в некоторых других витаминах;

- проявляет антиоксидантные свойства, защищает от окисления клетки тела и другие витамины, способствует усвоению организмом железа;

- участвует в регулировании обмена углеводов, холестерина и свёртываемости крови, повышает анти-токсическую функцию печени и способствует наиболее полному созданию в ней запасов гликогена;

- способствует регенерации тканей, поскольку играет основную роль в образовании коллагена, необходимого для роста и восстановления клеток тканей организма, десен, кровеносных сосудов, костей и зубов;

- обеспечивает образование нейромедиатора серотонина из триптофана, поэтому в состоянии стресса потребность организма в витамине С значительно возрастает;

- рекомендуется как профилактическое средство от синдрома внезапной смерти младенцев, поэтому в период беременности следует принимать повышенные дозы витамина С;

- курильщики и престарелые люди также имеют повышенную потребность в витамине С. Интересно, что каждая выкуренная сигарета разрушает в организме человека 25 мг витамина С

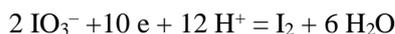
- при гипervитаминозе витамина С наблюдаются бессонница, головные боли, раздражительность, нарушение пищеварения, повышение артериального давления, угроза отложения камней в почках из-за накопления в них щавелевой кислоты – продукта распада аскорбиновой кислоты;

- по данным американских ученых избыток аскорбиновой кислоты даже способствует развитию онкологических заболеваний. Установлено, что витамин С приводит к образованию генотоксинов, которые повреждают ДНК. Для мутации ДНК достаточно ежедневной дозы витамина в 500 мг, следствием чего может стать развитие рака [1-3].

Большинство животных синтезируют свой собственный витамин С, но человеку, человекообразным обезьянам и морским свинкам приходится полагаться только на пищевые источники. Одним из наиболее популярных и доступных источников витамина С являются апельсины и апельсиновый сок.

Цель работы – сравнительное изучение содержания витамина С в свежих апельсинах, апельсинах после заморозки и пакетированном апельсиновом соке. Для проверки устойчивости витамина С в разных температурных условиях, содержание витамина проводилось при комнатной температуре, после суточной заморозки и после нагревания до 95°C.

В ходе работы использован титриметрический метод, основанный на способности аскорбиновой кислоты восстанавливать йодат калия до свободного йода в кислой среде в соответствии с полуреакцией:



Индикацию точки эквивалентности проводили с помощью раствора крахмала. Результаты определения представлены в таблице:

Таблица

Объекты исследования	Содержание витамина С, мг/100 г	
	комнатная температура	после нагревания до 95°C
Свежий апельсин	55,0	21,8
Замороженный апельсин	52,5	26,3
Сок «Rich» апельсиновый с мякотью	43,9	26,3

Из результатов эксперимента можно сделать следующие выводы:

1. Содержание витамина С в свежих апельсинах хорошо согласуется с литературными данными [4] и составляет около 55 мг/100 г.
2. Суточная потребность человека в аскорбиновой кислоте (70-100 мг) содержится в 150-200 г свежих апельсинов.
3. Пакетированный апельсиновый сок «Rich» с мякотью уступает по содержанию витамина С мякоти свежих апельсинов приблизительно на 20% (43,9 мг/100 г).
4. Заморозка мало изменяет содержание аскорбиновой кислоты в апельсинах. Потеря в нашем эксперименте составила около 5%.
5. Согласно различным исследованиям [5], высокотемпературная обработка снижает содержание витамина С в разных продуктах на 25 – 85%. Наш эксперимент хорошо согласуется с этими данными. Снижение содержания аскорбиновой кислоты в условиях нашего эксперимента составило от 40% до 60%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Докучаева Е. А., Сяхович В. Э., Богданова Н. В. Общая биохимия: Витамины: практикум. Минск : ИВЦ Минфина, 2017. 52 с.
2. Смирнов В.А., Климович Ю.Н. Витамины и коферменты: уч. пособ. Ч. 2. Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2008. 91 с.
3. Минделл Э. Справочник по витаминам и минеральным веществам. М.: Медицина и питание: Техлит, 1997. 131 с.
4. Таблица содержания витамина С в продуктах питания. Электрон.дан. Режим доступа URL: <http://frs24.ru/st/vitamin-c-soderzhanie-v-produktah> (дата обращения: 23.03.2020)
5. Добронравова И. Воздействие температуры на витамин С – мифы и истина // Natulife: / электрон. журн. Режим доступа к журн. URL: <https://natulife.ru/pitanie/nutrienty/vitaminy/c/temperatura-i-askorbinovaya-kislota> (дата обращения: 23.03.2020)

РАСЧЁТ СПЕКТРАЛЬНЫХ НАЛОЖЕНИЙ 4S, 3D И 4F ЭЛЕМЕНТОВ В РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНОМ АНАЛИЗЕ

Зинин Д.С.¹, Попова Т.В.¹, Кузнецов В.В.²

1 – Государственный гуманитарно-технологический университет, Орехово-Зуево
2 – Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева, Москва
tvpopova45@yandex.ru

Важными критериями многоэлементного анализа твердофазных образцов являются экспрессность и простая процедура пробоподготовки без разрушения фактической структуры. Наиболее привлекательным аналитическим методом для решения этой задачи является рентгенофлуоресцентный анализ (XRF). К сожалению, существуют некоторые проблемы, мешающие широкому использованию XRF-анализа: спектральные наложения и влияние аппаратного фона. Возможным способом решения этих проблем является применение линейного регрессионного анализа для обработки спектральных данных [1]. В силу особенностей данного математического метода при достаточно сильных спектральных наложениях он оказывается малоэффективен и может привести к неправильной интерпретации спектральных данных.

Предлагаемое исследование посвящено расчету степени спектральных наложений 4s, 3d, 4f элементов, имеющих характеристические линии в одном и том же диапазоне энергий. Рентгеновские спектры (XRF-спектры) получали с использованием энергодисперсионного рентгеновского спектрометра SkyRay EDXRF 3600 с Rh-анодом рентгеновской трубки и Si (Li) детектором. Спектрометр имеет 2048 дискретных каналов, разрешение детектора d составляет $19,7 \pm 0,4$ электрон-вольт. Для создания XRF-спектров использовали индивидуальные соединения 4s-элементов (K_2CO_3 , CaCO_3 квалификации хч), 3d-элементов (Sc_2O_3 , TiO_2 , V_2O_5 , Cr_2O_3 , MnO_2 , Fe_2O_3 , NiO , CuO , ZnO квалификации чда) и 4f-элементов (La_2O_3 , CeO_2 , Pr_6O_{11} , Nd_2O_3 , Sm_2O_3 , Eu_2O_3 , Gd_2O_3 , Tb_4O_7 , Dy_2O_3 , Ho_2O_3 , Er_2O_3 , Tm_2O_3 , Yb_2O_3 , Lu_2O_3 квалификации чда). Образцы индивидуальных соединений тщательно измельчали в агатовой ступке с борной кислотой (1:5) и прессовали в таблетки массой 0,5 г под давлением 4 т/см². Рентгеновские спектры полученных таблеток сни-

мали в течение 120 с, напряжение рентгеновской трубки составило 30 киловольт, сила тока 200 миллиампер. Изменения проведены в воздушной атмосфере при температуре 20-25 °С.

С учётом справочной информации [2] в XRF-спектрах чистых соединений K-Zn можно обнаружить линии K-серии (K_{α} и K_{β}). В рентгеновских спектрах индивидуальных соединений La-Lu присутствуют линии L-серии (L_{α} , $L_{\beta 1}$, $L_{\beta 2}$, $L_{\gamma 1}$, $L_{\gamma 3}$). На рис. 1-2 представлены полученные нами XRF-спектры в диапазоне энергий 3-11 кэВ (400 каналов), где линии K_{α} или L_{α} элементов приняты равными 100 %.

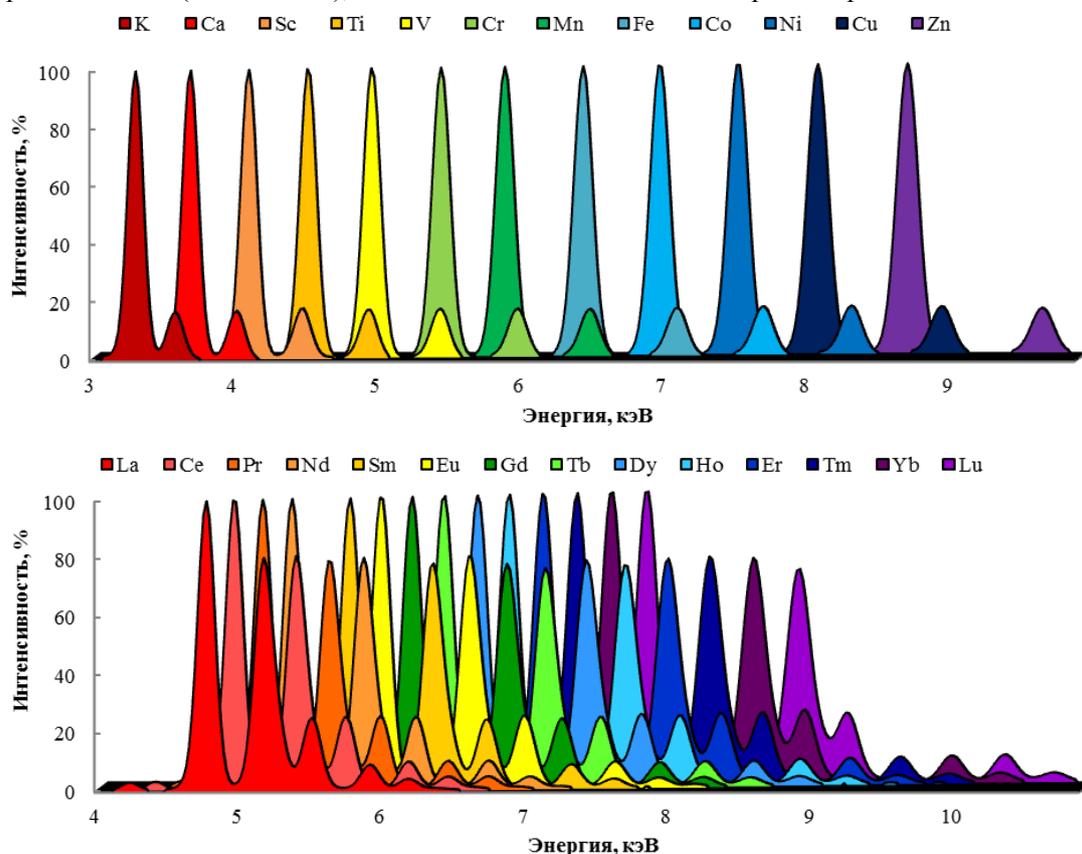


Рис.1-2. XRF-спектры соединений 4s, 3d и 4f элементов.

Степень наложения φ рентгеновских спектров А и В можно легко рассчитать, как отношение площади пересечения к общей площади двух пересекающихся спектров:

$$\varphi = \frac{S_{\text{пересеч}}(A, B)}{S_{\text{общая}}(A, B)} = \frac{d \cdot \sum \min I(A_i, B_i)}{d \cdot \sum \max I(A_i, B_i)} = \frac{\sum I(A_i) + \sum I(B_i) - \sum |I(A_i) - I(B_i)|}{\sum I(A_i) + \sum I(B_i) + \sum |I(A_i) - I(B_i)|}$$

где d – разрешение детектора (разница в энергии между соседними каналами), i – номер канала, которому соответствует определенная энергия, I – значение интенсивности i -го канала в XRF-спектре (в %).

Для соединений 4s и 3d элементов рентгеновские спектры пересекаются в незначительной степени, не превышающей 9 %, как показано в таблице 1. За исключением пар Co-Cu и Ni-Zn, наложение XRF-спектров происходит только для элементов, соседних в Периодической системе Д.И. Менделеева. Как можно увидеть на рис. 1, линия K_{α} текущего элемента пересекается с линией K_{β} предыдущего элемента.

Таблица 1.

Степень наложения XRF-спектров 4s элементов (карбонаты K, Ca) и 3d элементов (оксиды Sc-Zn).

K-Ca	Ca-Sc	Sc-Ti	Ti-V	V-Cr	Cr-Mn	Mn-Fe	Fe-Co	Co-Ni	Co-Cu	Ni-Cu	Ni-Zn	Cu-Zn
6,09	7,26	8,93	8,18	8,21	6,75	7,96	5,36	3,24	0,19	1,95	0,18	1,78

Рентгеновские спектры оксидов лантана и лантанидов пересекаются намного сильнее, чем XRF-спектры соединений 4s и 3d элементов. Степень наложения данных спектров достигает 32 % (максимум для пары La-Pr). Как следует из таблицы 2 и рис. 2, процесс пересечения рентгеновских спектров распространяется на все семейство лантанидов, благодаря наличию 6 характеристических линий у каждого 4f элемента. Степень наложения XRF-спектров становится равной нулю только для пары La-Lu.

Таблица 2.

Степень наложения XRF-спектров 4f-элементов (оксидов лантана и лантаноидов), %

	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
La	18,74	31,99	13,66	4,62	4,12	2,74	1,60	1,07	0,78	0,71	0,34	0,02	0,00
Ce	-	18,11	27,53	11,21	4,61	4,16	3,05	1,90	1,11	0,81	0,83	0,41	0,09
Pr		-	17,46	16,26	11,79	4,91	4,10	3,58	2,52	0,93	0,87	0,78	0,87
Nd			-	18,94	17,82	12,34	5,16	3,95	4,40	2,36	1,03	0,98	1,60
Sm				-	13,66	12,08	23,11	11,17	6,38	2,42	3,44	2,69	2,47
Eu					-	14,23	10,08	26,50	12,26	7,29	2,80	3,95	4,99
Gd						-	13,39	8,18	27,28	11,38	7,58	2,66	5,10
Tb							-	13,19	6,68	22,48	12,55	8,35	3,74
Dy								-	15,44	5,66	16,73	15,51	10,78
Ho									-	13,55	5,09	14,34	19,50
Er										-	14,13	4,43	11,56
Tm											-	14,10	4,70
Yb												-	14,97

Поскольку редкоземельные минералы часто содержат примеси породообразующих 4s и 3d элементов, и их характеристические линии расположены в одном и том же диапазоне энергий (3-11 кэВ), расчет степени наложений XRF-спектров представляет научный и практический интерес. Согласно полученным результатам (таблица 3), нами выявлено 3 пары элементов с сильным спектральным наложением и совпадением линий K_{α} - L_{α} , K_{β} - $L_{\beta 1}$: Mn-Eu, Co-Er, Ni-Yb. В данном случае сигнал первого элемента (Mn) будет интерпретирован как сигнал второго элемента (Eu) и наоборот. Предварительное концентрирование лантанидов и их очистка от примесей может способствовать решению этой проблемы.

Таблица 3.

Степень наложения рентгеновских спектров соединений 4s, 3d, 4f-элементов, %

	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Ca	0,61													
Sc	2,95	1,12	1,19	0,45										
Ti	10,37	5,61	5,15	1,18	0,91	0,04								
V	17,00	20,40	19,44	3,13	2,20	0,43	1,06	0,54						
Cr	10,99	14,71	19,19	9,33	3,98	4,46	5,32	1,10	0,33	1,07	0,31			
Mn	3,92	4,02	11,65	16,10	7,12	43,03	5,05	2,24	5,98	2,12	0,13	0,81	0,87	0,09
Fe	0,56	2,12	3,91	2,93	11,24	20,02	6,50	17,11	16,35	1,89	4,48	5,07	1,16	0,91
Co			0,55	2,02	1,64	9,11	10,65	21,84	6,59	9,71	38,16	2,94	1,81	6,57
Ni					1,68	3,50	1,27	8,37	11,46	21,19	5,47	7,17	29,57	7,48
Cu						1,04	2,25	2,95	1,69	8,36	12,10	17,76	4,40	6,72
Zn								0,58	2,42	2,80	0,97	5,88	12,28	19,31

ЛИТЕРАТУРА

1. Зинин Д. С., Бушуев Н. Н., Кузнецов В. В. Рентгенофлуоресцентное определение La, Ce, Pr, Nd и Sm в промышленных осадках сульфата кальция с использованием линейного регрессионного анализа. // Журнал аналитической химии. 2016. Т. 72. № 3. С. 226-236.
2. Барбалат Ю. А., Власов Ю. Г., Демин В. А. Новый справочник химика и технолога. Аналитическая химия. Часть III. СПб: АНО НПО «Мир и Семья», 2002. 692 С.

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА РАСТВОРА НА СКОРОСТЬ РЕАКЦИИ ХЕЛАТИРОВАНИЯ ХРОМА(III) ОКСИЭТИЛИДЕНДИФОСФОНОВОЙ КИСЛОТЫ

Иванова Н.А., Щеглова Н.В.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
ivanovan1996@mail.ru

Исследование равновесий комплексообразования хрома(III) и выбор оптимальных условий формирования комплексных частиц вызывают серьезные затруднения, связанные с инертностью гексааквакомплекса хрома(III) в реакциях лигандного обмена. В тоже время изучение особенностей кинетики процес-

сов комплексообразования хрома(III) в растворах представляет интерес для определения механизма образования координационных соединений этого металла, что способствует развитию возможностей их практического применения [1-5]. В связи с этим проведено изучение процессов хелатирования катионов хрома(III) с оксиэтилидендифосфоновой кислотой (ОЭДФ, H_5X) для определения влияния различных факторов на кинетику реакций лигандного обмена в системе Cr(III) - ОЭДФ. Ранее спектрофотометрическим методом проведено детальное изучение термодинамической стабильности образующихся в растворах системы Cr(III) - ОЭДФ координационных частиц, рассчитаны значения логарифмов констант устойчивости оксиэтилидендифосфатов хрома(III) [6]. С целью изучения механизма процесса лигандного обмена в системе Cr(III) - ОЭДФ спектрофотометрическим методом была исследована кинетика реакции хелатирования при варьировании концентраций компонентов, pH и температуры растворов. Полученные концентрационные зависимости изменения светопоглощения растворов позволили определить первый общий порядок реакции комплексообразования в системе Cr(III) - ОЭДФ и смоделировать механизм процесса хелатирования металла в растворе [7]. Показано, что лимитирующей стадией процесса комплексообразования является трансформация ионной пары гексааквахрома(III) с протонированными анионами лиганда во внутрисферный комплекс. Ассоциативный механизм реакции комплексообразования подтверждается низким значением энергии активации реакции, которая составляет 124,5 кДж/моль [8].

Установлено также, что существенную роль на скорость реакции хелатирования хрома(III) оказывает кислотность среды. На рисунке 1 представлено изменение светопоглощения растворов системы Cr(III) - ОЭДФ во времени. Понижение кислотности растворов в оптимальном для хелатирования ионов хрома(III) интервале pH от 1,5 до 4,1 обеспечивает увеличение значений константы скорости реакции комплексообразования вследствие совокупности одновременно происходящих процессов депротонирования гексааквахрома(III) и протонированных анионов комплексообразующего реагента. Согласно полученным данным, максимальная скорость процесса комплексообразования реализуется в интервале $\Delta pH = 3,5-4,1$, который соответствует области стабильного существования оксиэтилидендифосфатов хрома(III). В электронных спектрах поглощения растворов системы Cr(III) - ОЭДФ в этом интервале pH оптическая плотность на характеристических максимумах светопоглощения максимальная (рис. 2).

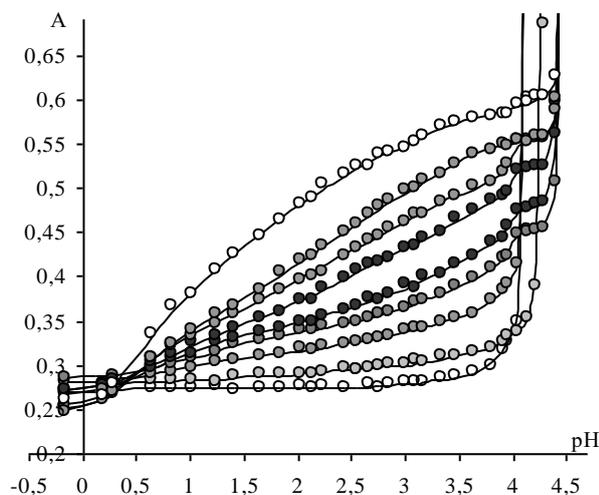


Рис. 1. Изменение зависимости оптической плотности растворов системы Cr(III) - ОЭДФ от pH в течение месяца
 $C(Cr(III)) = 0,04$ моль/л; $C(Cr(III)):C(OЭДФ) = 1:1$;
 $l = 3$ см; $\lambda = 640$ нм

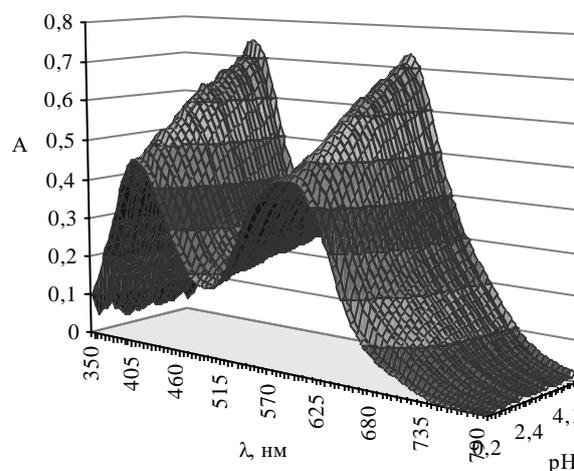


Рис. 2. Изменение электронных спектров поглощения системы Cr(III) - ОЭДФ в растворах при разных pH
 $C(Cr(III)) = 0,04$ моль/л; $C(Cr(III)):C(OЭДФ) = 1:1$; $l = 3$ см

Анализ литературных данных об особенностях кинетики реакций комплексообразования хрома(III) показал, что в некоторых случаях на скорость реакций хелатирования этого металла оказывает влияние ионная сила раствора, вследствие отрицательного катализа реакции разноименных ионов благодаря образованию ассоциатов с полной или частичной компенсацией заряда. Математическая обработка кинетических кривых, полученных при разных концентрациях хлорида калия в растворах системы Cr(III) - ОЭДФ, с расчетом констант скорости реакции комплексообразования показала, что, как и следовало ожидать, увеличение ионной силы раствора приводит к уменьшению константы скорости реакции. Использование теории Бренстеда-Бьеррума с построением зависимостей $\lg k = f(\sqrt{I})$ (рис. 3) позволило определить значение константы скорости реакции хрома(III) с ОЭДФ при бесконечном разбавлении раствора, которое составило $1,14 \cdot 10^{-6}$ моль/(л·с).

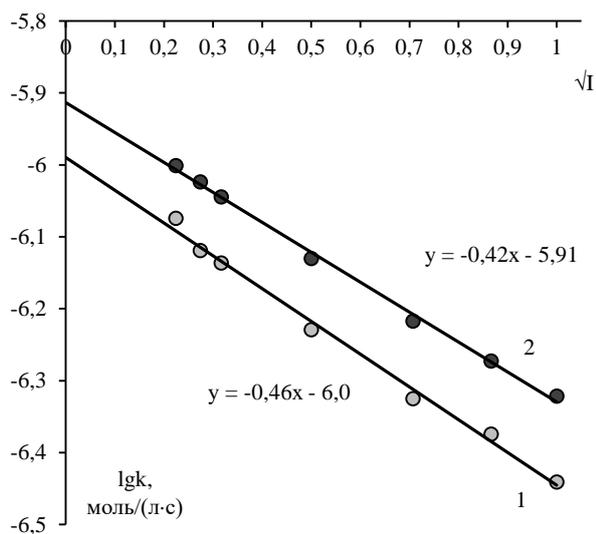


Рис. 3. Зависимость константы скорости реакции хрома(III) с ОЭДФ от ионной силы раствора $C(\text{Cr(III)}) = 0,04$ моль/л; $C(\text{Cr(III)}):C(\text{ОЭДФ}) = 1:1$; $\text{pH} = 3,5$; $\lambda = 450$ (1) и 640 нм (2); $l = 2$ см

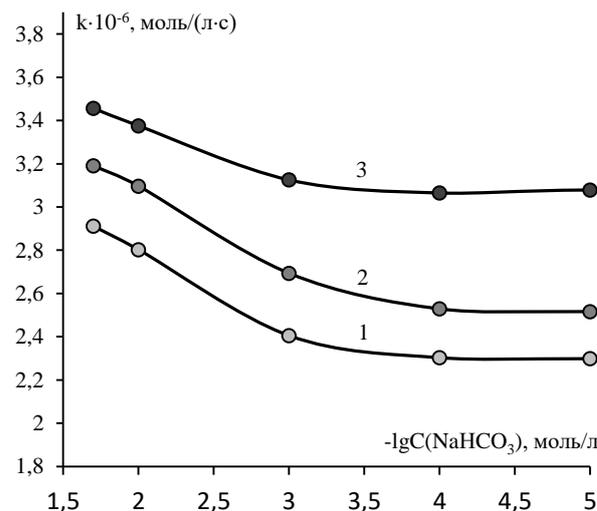


Рис. 4. Зависимости константы скорости реакции хрома(III) с ОЭДФ от концентрации карбоната натрия в растворе $C(\text{Cr(III)}) = 0,04$ моль/л; $C(\text{Cr(III)}):C(\text{ОЭДФ}) = 1:1$; $\text{pH} = 3,6$ (1), $3,9$ (2), $4,1$ (3); $\lambda = 640$ нм; $l = 2$ см

Известно также, что наличие в растворах гидрокарбонат-ионов обеспечивает повышение скорости внутрисферного замещения воды в аквакоординированном хром(III) на другие лиганды за счет образования лабильных частиц состава $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5(\text{HCO}_3)]^{2+}$ [8]. Исследование влияния концентрации гидрокарбоната натрия на кинетику хелатирования хрома(III) с ОЭДФ в растворах с различными значениями pH показало, что наиболее значительное изменение константы скорости реакции наблюдается только том случае, когда содержание катализатора сравнимо с концентрацией катионов хрома(III) и практически не зависит от кислотности среды (рис.4).

ЛИТЕРАТУРА

1. Корнев В.И., Микрюкова Г.А. Кинетика и механизм реакций в растворах комплексонов хрома (III) // Вестн. Удм. ун-та. Сер. Химия. 2004. № 9. С. 95-112.
2. Abdel-Messih M.F. Kinetics and mechanism of formation of 1:1 complex between chromium(III) with 1,3-propanediaminetetraacetate in aqueous acidic media // Chem. Science Trans. 2013. V. 2. № 2. P. 538-546.
3. Cerar J. Reaction between chromium(III) and EDTA ions: an overlooked mechanism of case study reaction of chemical kinetics // ActaChim. Slov. 2015. V. 62. P. 538-545.
4. Уткина Д.Д., Щеглова Н.В. Кинетика процессов комплексообразования хрома(III) с нитрилотриуксусной и малоновой кислотами // Современные проблемы медицины и естественных наук: сб. ст. Междунар. науч. конф. 2019. № 8. С.247-24
5. Домрачева Т.М., Попова Т.В. Оксидэтилендифосфонаты и нитрилотриметилфосфонаты хрома(III) // Коорд. химия. 1999. Т. 25. № 3. С. 198-201.
6. Иванова Н.А., Щеглова Н.В. Хелатирование хрома(III) оксидэтилендифосфоновой кислотой // Современные проблемы медицины и естественных наук: сб. ст. Всерос. науч. конф. 2018. № 7. С. 273-276.
7. Иванова Н.А., Щеглова Н.В. Кинетика и механизм реакции комплексообразования хрома(III) с оксидэтилендифосфоновой кислотой // Современные проблемы медицины и естественных наук: сб. ст. Междунар. науч. конф. 2019. № 8. С. 204-205.
8. Иванова Н.А., Щеглова Н.В., Попова Т.В. Процессы лигандного обмена катионов хрома(III) в водных растворах оксидэтилендифосфоновой кислоты // Перспективы внедрения инновационных технологий в медицине и фармации: сб. матер. VI Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. 2019. Т. 2. С. 108-113.
9. Ключковский С.П., Сабиров Д.Ш. Реакции замещения во внутренней сфере аквакомплексов хрома(III), катализируемые гидрокарбонат-ионами // Вестн. Башкир.ун-та. 2008. Т. 13. № 3. С. 483-486.

ИЗУЧЕНИЕ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ КОБАЛЬТА(II) С НИТРИЛОТРИУКСУСНОЙ КИСЛОТОЙ

Казакова Е.С., Петухова Т.В.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
elen.kaz.12@mail.ru

Квантово-химические расчёты в настоящее время – один из наиболее важных инструментов исследования протекания физико-химических и химических (каталитических) процессов. Учитывая развитие вычислительной техники и совершенствование методов квантовой химии, особенно в области создания новых программных продуктов, можно отметить, что это направление является одним из важных в химии и химической технологии.

Расчет геометрии комплекса Co-Nta был выполнен методом функционала плотности B3LYP в различных базисах: 6-31G, 6-311G, 6-31G(d), 6-311G(d), 6-311G(d,p). Метод B3LYP был выбран как наиболее оптимальный по соотношению точности результатов к затратам машинного времени.

Таблица 1

Рассчитанные величины длин связей, Å.

Связь	Длина связи, Å						Литературные данные [1]
	B3LYP 3-21G	B3LYP 6-31G	B3LYP 6-31G(d)	B3LYP 6-311G	B3LYP 6-311G(d)	B3LYP 6-311G(d,p)	
Me(1)-O(2)	1,908	1,880	1,869	1,879	1,874	1,875	1,95
Me(1)-O(3)	1,868	1,896	1,879	1,897	1,886	1,885	1,95
Me(1)-O(4)	1,938	1,954	1,931	1,942	1,937	1,937	1,98
Me(1)-N(14)	1,931	1,990	1,972	2,030	2,003	2,003	2,07

Таблица 2

Рассчитанные величины валентных углов, град.

Угол	B3LYP 3-21G	B3LYP 6-31G	B3LYP 6-31G(d)	B3LYP 6-311G	B3LYP 6-311G(d)	B3LYP 6-311G(d,p)
O(2)-Co(1)-O(3)	130,6	157,0	161,1	159,5	162,5	162,8
O(2)-Co(1)-O(4)	106,3	98,8	96,9	98,4	97,2	97,2
O(2)-Co(1)-N(14)	89,6	88,8	89,2	88,6	89,2	89,1
O(3)-Co(1)-O(4)	123,2	103,9	101,9	101,6	100,2	99,8
O(3)-Co(1)-N(14)	88,9	87,1	87,8	86,9	87,8	87,9
O(4)-Co(1)-N(14)	90,1	91,7	93,5	90,2	92,0	92,1
Co(1)-O(2)-C(9)	113,3	115,5	115,2	115,5	115,1	115,0
Co(1)-O(3)-C(5)	113,5	114,3	114,4	114,0	114,0	114,10
Co(1)-O(4)-C(7)	109,9	110,6	109,8	112,3	111,3	111,30
Co(1)-N(14)-C(11)	104,4	104,2	104,2	102,2	102,3	102,4
Co(1)-N(14)-C(12)	100,3	101,9	100,9	102,3	101,4	101,5
Co(1)-N(14)-C(13)	105,3	106,8	105,8	105,6	104,6	104,4

В литературных данных величины длин связей металл-азот и металл-кислород в комплексных соединениях с органическими лигандами находятся в диапазонах от 2,05 до 2,07 Å и от 1,95 до 1,98 Å соответственно. Сравнивая полученные расчетные результаты с литературными данными с можно сделать вывод, что расширение базиса приводит к результатам, более приближенным к экспериментальным данным. При анализе значения длин связей, полученных в базисах 3-21G, 6-31G и 6-311G, можно отметить, что происходит увеличение точности расчета, в сравнении с экспериментальными данными, добавление в базис дополнительных орбиталей практически не приводит к изменению значений длин связей, при значительно увеличивается машинное время. Однако при анализе полученных величин валентных углов стоит отметить, что наиболее приближенной к правильной октаэдрической структуре оказалась геометрия, рассчитанная в базисе 6-311G(d), добавление р-орбиталей, практически не изменяет полученные результаты.

Для установления состава комплекса Co(II) с Nta мы применили спектрофотометрический метод изучения комплексообразования в растворе, в широких интервалах pH.

В качестве исходных были взяты 0,1M раствор CoCl₂ и 0,1M раствор Nta. Предварительно нами были получены спектры поглощения 0,1M раствора соли Co(II) (кривая 1), раствора Co(II):Nta в соотношении 1:1 (кривая 2) и CoNta в соотношении 1:2 (кривая 3) (рис. 1). Измерения оптической плотности проводились на спектрофотометре КФК-3. При введении в раствор соли кобальта лиганда наблюдается гиперхромный эффект. Изменение оптической плотности говорит об образовании комплекса. Максимум светопоглощения наблюдается на λ=515 нм, дальнейшие измерения проводились на данной длине волны.

Для определения интервала pH комплексообразования Co-Nta проводили измерения оптической плотности в интервале pH от 0 до 12 на выбранной длине волны в двукратном избытке лиганда (рис. 2). В интервале pH от 0 до 1 комплексообразование не происходит, при pH от 1,0 до 3,2 наблюдается увеличение оптической плотности, следовательно, в данном интервале начинается процесс комплексообразования, уменьшение оптической плотности в интервале pH 6,0-9,5, так же может говорить об образовании комплекса. Таким образом, области существования устойчивых комплексов – 3,5-6,0 и 9,5-12 pH.

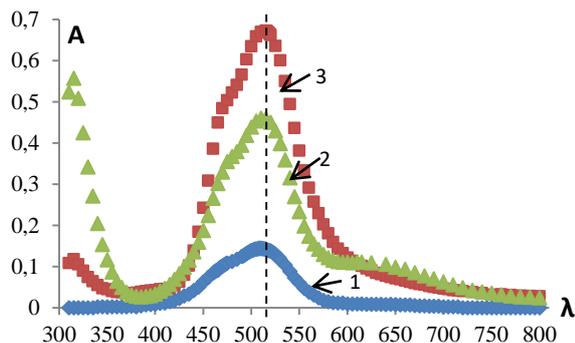


Рис. 1. Электронные спектры поглощения.

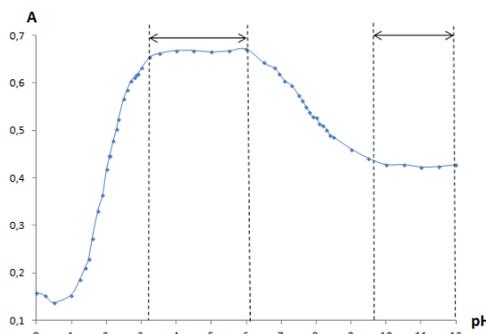


Рис. 2. Зависимость оптической плотности от pH раствора.

Для определения мольного соотношения Co-Nta применяли метод серий насыщения (рис. 3,4). На графике серии насыщений при pH = 4,0-5,0 наблюдается излом при соотношении Co-Nta 1:1, что говорит об образовании комплекса 1:1; на графике второй серии при pH = 10-11 наблюдается два излома: первый в соотношении 1:1, что говорит о существовании комплекса 1:1 и в щелочной среде тоже, и второй излом в соотношении 1:2, что говорит об образовании комплекса 1:2 только в щелочной среде.

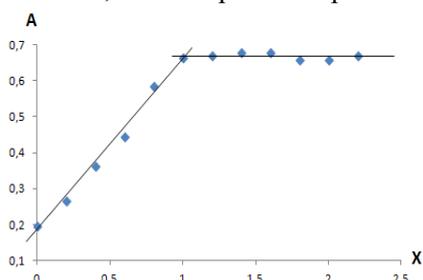


Рис. 3. Серия насыщения металла лигандом при pH = 4-5.

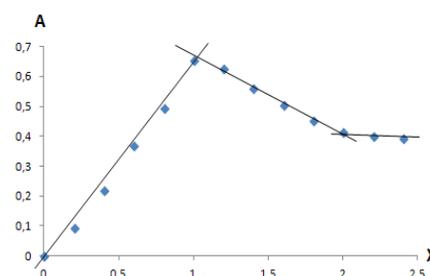


Рис. 4. Серия насыщения металла лигандом при pH = 10-11.

Для расчета констант устойчивости был проведен расчет мольных долей форм ионизации лиганда. На основе экспериментальных данных зависимости оптической плотности от pH методом Россотти были построены графики зависимости lgQ от pH (рис. 5, 6).

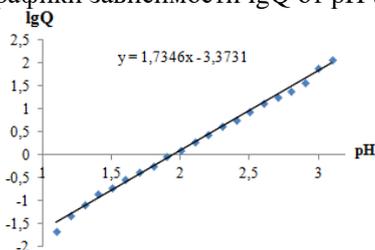


Рис. 5. График зависимости lgQ от pH.

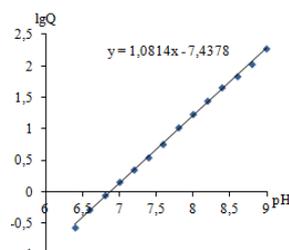


Рис. 6. График зависимости lgQ от pH.

Таблица 3

Рассчитанные константы устойчивости комплекса Co(II)-Nta 1:1 и Co(II)-Nta 1:2.

Схема ионизации	β	$\lg\beta$	Литературные данные [2]
$\text{Co}^{2+} + \text{H}_2\text{X} \rightarrow [\text{CoX}]^- + 2\text{H}^+$	$7,24 \cdot 10^{10}$	10,86	10,40
$[\text{CoX}]^- + \text{HX}^2 \rightarrow [\text{CoX}_2]^{4-} + \text{H}^+$	$3,79 \cdot 10^{14}$	14,58	14,31

Согласно полученной диаграмме распределения форм ионизации и полученным данным нами были смоделированы схемы доминирующих процессов и рассчитаны константы устойчивости образующихся комплексов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бацанов С.С. Структурная химия. Факты и зависимости. М.: Диалог МГУ, 2000. 123 С.
 2. Семенова М.Г., Корнев В.И. Комплексоны кобальта(II) и никеля(II) в водных растворах щавелевой кислоты // Удмуртский государственный университет // Химическая физика и мезоскопия. 2010. Том 12, №1. С. 131-138.

КИНЕТИКА СОРБЦИИ ИОНОВ МЕДИ (II) ХИТОЗАНОВЫМИ ПЛЕНКАМИ, МОДИФИЦИРОВАННЫМИ НАНОФИБРИЛЛАМИ ХИТИНА

Казаков М.О., Смотрина Т.В.

ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет», Йошкар-Ола
kazakov.maks1m@yandex.ru

Хитозан – биологически активный гетерополисахарид, который получают путем дезацетилирования хитина, одного из наиболее распространенных в природе полимеров. Для улучшения прочностных характеристик хитозана его модифицируют наночастицами хитина [1]. Исследования особенностей взаимодействия с водой пленок из хитозана и композиционных пленок, содержащих в качестве наполнителя наночастицы хитина показали, что композиционные пленки обладают более упорядоченной надмолекулярной структурой по сравнению с пленками из чистого хитозана [2].

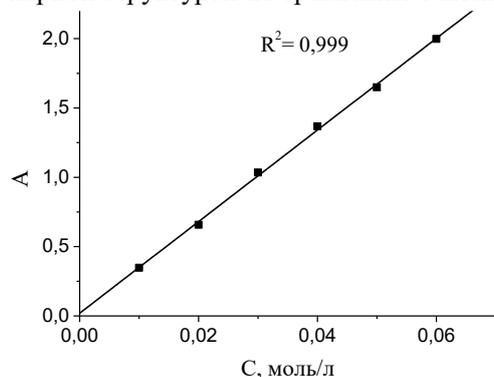


Рис. Градуировочный график для фотометрического определения меди (II)

позволило определить содержание ионов меди в растворе по формуле: $C(\text{моль/л}) = (A - 0,0196) / 33,04$.

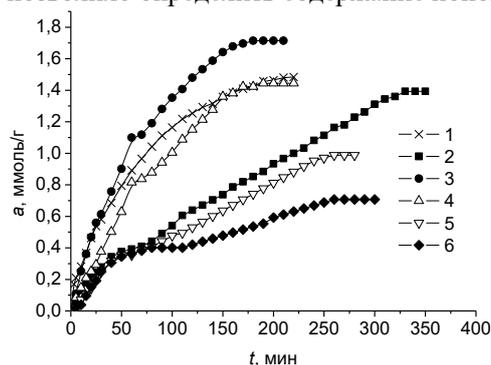


Рис. 2. Кинетические кривые сорбции Cu^{2+} композиционными пленками с содержанием компонентов хитозан/хитин (в %): 1 – порошок хитозан; 2 – 99,5/0,5; 3 – 99/1; 4 – 95/5; 5 – 90/10; 6 – 70/30

Таблица 1

Параметры кинетических кривых сорбции Cu^{2+} полимерами

Образец хитозан/хитин, %	a_0^* , г/г	t_p^* , мин	$t_{1/2}^*$, мин
99,5/0,5	0,089	330	140
99/1	0,109	180	47
95/5	0,092	190	55
90/10	0,063	260	110
70/30	0,045	260	55

* a_0 – предельная сорбционная ёмкость; t_p – время достижения равновесия; $t_{1/2}$ – время полусорбции

динамике уравнений внешней и внутренней диффузии линейны, т.е. процесс протекает в смешанно диффузионной области. Однако вклад внешне- и внутридиффузионных процессов неодинаков. Вклад внешней

Подобные структурные изменения могут оказывать значительное влияние на сорбционную способность и механизм сорбции композиционными пленками катионов меди(II).

Поэтому целью нашего исследования являлось изучение кинетики сорбции ионов меди хитозановыми пленками, модифицированными наночастицами хитина.

В качестве объектов исследования были использованы пленки из хитозана, модифицированные наночастицами хитина с соотношением хитозан/хитин от 100/0 до 1/99 мас. % (табл. 1).

Измерение концентрации ионов меди в водных растворах производилось фотометрическим методом. Максимум светопоглощения приходится на длину волны 820 нм. Концентрацию ионов Cu^{2+} в растворе определяли по градуировочному графику (рис.1). Коэффициент линейной корреляции составил 0,999, что

В ходе сорбции было установлено, что пленки из чистого хитина и хитозана не сорбируют ионы Cu^{2+} , что возможно связано с особенностями их строения. В работе [3] методом электронной сканирующей микроскопии показано, что пленки из индивидуальных хитина и хитозана, полученные методом коагуляционного формования, обладают гладкой поверхностью. Отсутствие пористости, по всей видимости, препятствует диффузии ионов Cu^{2+} в объем полимерной матрицы, однако найти литературные данные, подтверждающие это предположение, нам не удалось.

Кинетические кривые сорбции Cu^{2+} композиционными материалами представлены на рис. 2. С увеличением содержания хитина во всех пленках за исключением образца с соотношением хитозан/хитин 99,5/0,5 наблюдается уменьшение предельной сорбционной емкости, что объясняется большей структурной упорядоченностью хитина

по сравнению с хитозаном и согласуется с представлениями об ориентации макромолекул хитозана на поверхности наночастиц хитина (табл.1).

Кроме того, с уменьшением доли хитозана в пленке закономерно уменьшается количество свободных аминогрупп, вклад которых в сорбционный процесс значительно выше по сравнению с вкладом ацетамидных групп в хитине.

Процесс сорбции ионов Cu^{2+} хитозан/хитин-содержащими композиционными материалами сложный и включает множество стадий. Для выяснения механизма процесса сорбции кинетические кривые были обработаны с использованием уравнений диффузионной кинетики по методу Бойда [4]

Типичные кривые сорбции Cu^{2+} образцами, обработанными уравнениями для внешней и внутренней диффузии приведены на рис. 3-6. Можно видеть, что для всех исследуемых образцов кинетические кривые в координатах уравнений внешней и внутренней диффузии линейны, т.е. процесс протекает в смешанно диффузионной области. Однако вклад внешне- и внутридиффузионных процессов неодинаков. Вклад внешней

диффузии в общую скорость процесса для образцов с высоким содержанием хитина незначителен, прямолинейная зависимость наблюдается на участке от 0 до 50 мин, в то время как в пленках с меньшим содержанием хитина этот промежуток намного больше (от 110 до 180 мин).

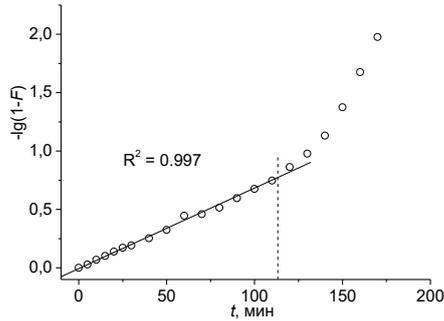


Рис. 3. Кинетическая кривая сорбции образца хитозан/хитин: 99/1 в координатах для внешнедиффузионных процессов

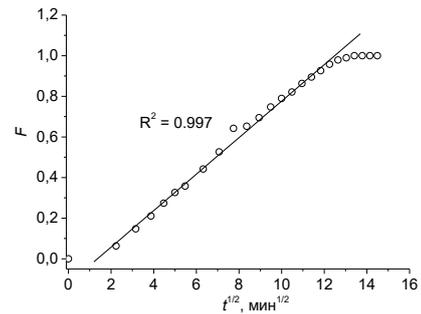


Рис. 4. Кинетическая кривая сорбции образца хитозан/хитин: 99/1 в координатах для внутридиффузионных процессов

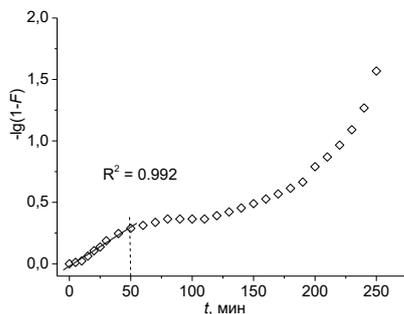


Рис. 5. Кинетическая кривая сорбции образца хитозан/хитин: 70/30 в координатах для внешнедиффузионных процессов

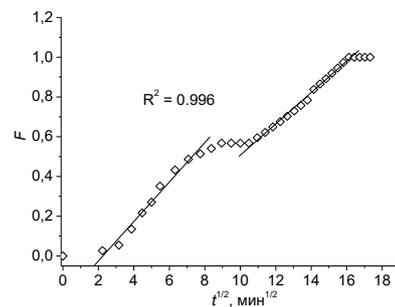


Рис. 6. Кинетическая кривая сорбции образца хитозан/хитин: 70/30 в координатах для внутридиффузионных процессов

Кроме того, для большинства пленочных композиций во внутридиффузионной области наблюдаются мультилинейные зависимости, что указывает на ступенчатый характер сорбции. В целом, наблюдаемая тенденция коррелирует с представлениями о высокой кристалличности нанофибрилл хитина и формировании в его присутствии упорядоченной структуры пленок с более плотной упаковкой полимерных цепочек.

В результате обработки кинетических кривых сорбции с использованием моделей кинетики псевдо-первого и псевдо-второго порядков высокие коэффициенты корреляции получены для композитной пленки с соотношением хитозан/хитин 99/1 в рамках модели псевдо-второго порядка $R^2 = 0,994$, что свидетельствует о существенном влиянии реакции комплексообразования на скорость сорбции ионов Cu^{2+} .

ЛИТЕРАТУРА

1. Михайлов, Г.М. Новые тканевые матрицы на основе рассасывающегося природного полисахарида хитина для культивирования и трансплантации клеток кожи человека / Г.М. Михайлов, М.Ф. Лебедева // Клеточная трансплантология и тканевая инженерия. – 2006. – №4(6). – С. 56 - 61.
2. Чурикова Т.И. Сорбция ионов меди(II) на хитозане / Т.И. Чурикова, Т.В. Смотрина // Современные проблемы медицины и естественных наук : сборник статей Международной научной конференции. Вып. 8. - Йошкар-Ола, 15–19 апреля 2019 г. / Мар. гос. ун-т. - Йошкар-Ола, 2019. – С. 254-255.
3. Структура и свойства одномерных матриц на основе хитозана и нанофибрилл хитина для клеточных технологий / И.П. Добровольская [и др.] // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Физико-математические науки. – 2014. - № 4 (206). – С. 74-88.
4. Liu Y. Biosorption isotherms, kinetics and thermodynamics / Y. Liu, Y.-J. Liu // Separation and Purification Technology. - 2008. - V. 61, № 3. - P. 229–242.

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ИОНОВ СВИНЦА В БЕНЗИНЕ И ДИЗЕЛЬНОМ ТОПЛИВЕ

Кистень К.Е., Петухова Т.В.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
kisten.1@yandex.ru

Исследование содержания ионов свинца в бензине и дизельном топливе является актуальной задачей в области защиты окружающей среды. Содержание ионов свинца недопустимая примесь в любом виде топлива. Прослеживается зависимость увеличения коррозионного воздействия топлива на детали двигателя при наличии в составе топлива катионов металла. Кроме коррозионных свойств на двигатель внутреннего сгорания, ионы свинца пагубно влияют на организм человека и природу, ведь при сгорании он выделяется с выхлопными газами в атмосферу [1,2].

Увеличить качество работы двигателя и машины в целом, можно при помощи введения в топливо вспомогательных присадок. Присадки делятся на: заводские, включенные в состав бензина на заводе (моющие, антиокислительные, повышающие устойчивость к детонации); вводимые, приобретаемые автолюбителями в специализированных магазинах. Несмотря на то, что содержание в топливе свинца считается недопустимым, недобросовестные производители добавляют присадку для повышения октанового числа, в составе которой присутствует тетраэтилсвинец. Данная присадка является запрещенной и ее нельзя использовать, для получения более высококачественного топлива [1-3].

Ранее в работе при определении содержания свинца в бензине и дизельном топливе, мы проводили качественное определение катионов металлов в данных видах топлива по ГОСТам [4,5]. Поскольку этот процесс трудоемок и не всегда возможен, нами было принято решение найти более доступный и приемлемый метод. По результатам предыдущей работы [5] содержание ионов свинца было установлено во всех анализируемых пробах. В соответствии с ГОСТом [6], была зафиксирована повышенная плотность одной из проб бензина, что также является показателем фальсификации топлива недобросовестными производителями. Из-за превышения плотности несоответствующей нормам ГОСТа, было решено провести количественное определение содержания ионов свинца в бензине и дизельном топливе.

В работе был применен «ГОСТ 18293-72. Вода питьевая. Методы определения содержания свинца, цинка, серебра», который позволяет работать с низкими концентрациями ионов свинца, для работы с бензином он был модифицирован. Согласно данному методу, анализ качественного определения свинца проходил пломбоновым методом (колориметрический метод) [7]. В основе метода лежит образование соединений свинца с сульфарсазеном (плomboном), где катион свинца проходит через экстракцию дитизоном в четыреххлористом углеводе. Образованный дитизонат свинца разрушают соляной кислотой, влияние мешающих катионов маскируют при помощи режстаркции соляной кислотой. Выпадение гидратов окисей металлов предотвращают добавлением виннокислого калия-натрия [7].

Таблица 1

Концентрации ионов свинца в исследуемых образцах

Марка бензина	Оптическая плотность, А	Содержание свинца мг/дм ³
АИ-92	0,296	0,054
АИ-92 new	0,069	0,024
АИ-95	0,034	0,026
ДТ АРКТИКА 1	0,142	0,047

По результатам проведенных исследований было определено количественное содержание иона свинца в исследуемых топливах, оно находится в интервале 0,024-0,054 мг/дм³.

Определение следовых количеств свинца, также можно проводить при помощи атомно-абсорбционной спектроскопии для установления количественного содержания свинца в неэтилированных бензинах [8], данный метод предназначен для определения концентраций различных примесей с интервалом массовой концентрации свинца 0,0025 до 0,025 г/л [8,9]. В наших образцах, кроме АИ-92 концентрация ионов свинца ниже, метод не покажет содержание ионов свинца.

В работе [1] изучено содержание свинца в топливе вольтамперметрическим методом.

Таблица 2

Показатели содержания свинца в топливе полученные вольтамперметрическим методом [1]

Показатели	АИ-80	АИ-92	Диз
Массовое содержание свинца, мг/дм ³ , не более	0,013	0,013	0,013

По данным статьи [1], массовое содержание свинца в исследуемых образцах составляет 0,013 мг/дм³, что соответствует норме. Допустимое содержание свинца в топливе составляет 0,013 мг/дм³. Полученные нами результаты демонстрируют превышение нормы ГОСТа более чем в 2 раза, что может говорить о применении запрещенных присадок.

По итогам проведенной работы, можно сделать вывод, что, несмотря на запрет, в топливо для повышения октанового числа были введены присадки, содержащие свинец. Для определения этапа введения запрещенных присадок, необходим более жесткий контроль качества топлива на различных этапах его продажи.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ибраев М.К., Даулетжанова Ж.Т., Ахметчина Т.К., Голубев О.А.* Определение свинца в жидком топливе и влияние его на окружающую среду // Современные научные исследования и разработки. 2017. № 9 (17). С.190-193.
2. *Гибайдуллина Л. Ф., Пасько В. М.* Охрана окружающей среды и обеспечение экологической безопасности в транспортной промышленности // Образование и наука в современных условиях. 2014. № 1 (1). С.12-17.
3. *Котлова А.А., Очередко Ю.А.* Метод экспрессного определения запрещенной в России антидетонационной присадки тетраэтилсвинца в моторном топливе // Материалы научных трудов XII Международной научно-практической конференции. 2018. С.133-136.
4. ГОСТ 12417-94. Нефтепродукты. Метод определения сульфатной золы.
5. *Кистень К.Е., Петухова Т.В.* Количественное определение содержания соединений свинца в бензине // Сборник статей Международной научной конференции «Современные проблемы медицины и естественных наук». 2019. С.210-211.
6. ГОСТ 2084-77 Бензины автомобильные. Технические условия.
7. ГОСТ 18293-72 Вода питьевая. Методы определения содержания свинца, цинка, серебра.
8. *Никитина Ю.Н.* Определение концентрации свинца в бензине методом атомно-абсорбционной спектроскопии // Теория и практика современной науки. 2015. С.17-19.
9. *Карелина А. С., Виноградов О. В.* Влияние металлов в составе нефтяных топлив на работу сельскохозяйственной техники // Управление рисками в АПК. 2016. № 4. С.32-39.

ВЛИЯНИЕ ВОДЫ НА СТРУКТУРУ ПОЛИОКСАДИАЗОЛЬНЫХ НИТЕЙ «АРСЕЛОН»

Колчина А.Н., Смотрина Т.В.

ФГБОУ ВО Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола
tatyana-smotrina@yandex.ru

Развитие современных наукоемких областей: авиа-, ракетно- и судостроения, военной, космической, электронной промышленности и др. невозможно без использования конструкционных материалов на основе термо- и огнестойких волокон, способных сохранять высокую механическую прочность и модуль упругости при высоких температурах, а также воздействию агрессивных сред и ионизирующего излучения. Среди термостойких полимерных материалов уникальными эксплуатационными характеристиками обладают полиоксадиазольные волокна и нити «Арселон».

Сведения по влиянию некоторых эксплуатационных воздействий, в частности, влаги и водных сред особенно в условиях повышенных температур на структуру, а, следовательно, и на свойства полиоксадиазольных волокон и нитей весьма ограничены. Поэтому целью работы являлось изучение влияния гидротермического воздействия (набухание и кипячение в воде) на структуру и параметры равновесной сорбции водяного пара нитями «Арселон» и «Арселон-С».

В качестве объектов исследования были использованы полиоксадиазольные нити (термообработанные и термовытянутые) и пряжа (без термовытяжки) «Арселон» и «Арселон-С» (с введением фотостабилизатора) производства РУП "Светлогорское химволокно". Для изучения влияния гидротермической обработки на сорбционные свойства полиоксадиазольных нитей исследуемые образцы подвергали набуханию в жидкой воде в течение 5 суток при комнатной температуре с последующим кипячением в воде в течение 8 часов.

Изотермы сорбции водяного пара для полиоксадиазольных волокон приведены на рис. 1.

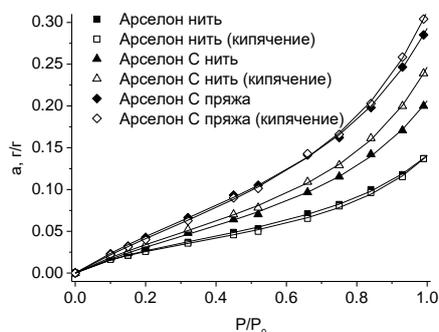


Рис. 1. Изотермы сорбции водяного пара

Изотермы имеют σ -форму, характерную для волокнообразующих полимерных сорбентов, набухающих в парах сорбата и в которых в процессе сорбции развиваются высокоэластические деформации.

Механизм абсорбции паров такими сорбентами удовлетворительно передает квазихимическая модель (КХМ) сорбционного равновесия [1]:

$$a = a_m \cdot \alpha \cdot h / \left\{ \left[1 - \beta \cdot \left(\frac{P}{P_0} \right) \right] \left[1 + (\alpha - \beta) \cdot \left(\frac{P}{P_0} \right) \right] \right\}, \quad (1)$$

здесь a — величина сорбции в г/г, a_m — суммарная концентрация доступных для молекул сорбата первичных сорбционных центров, г/г, α и β — параметры уравнения.

Параметры уравнения (1) приведены в табл.

Таблица

Параметры уравнения КХМ

Образец	a_m , г/г	α	β	R^2	a_0 , г/г*	X_c
«Арселон» нить	0,044±0,002	4,6±0,5	0,71±0,01	0,9992	0,141	0,49
«Арселон» нить (кипячение)	0,039±0,002	5,5±0,7	0,74±0,01	0,9989	0,141	0,51
«Арселон-С» нить	0,066±0,004	2,9±0,4	0,71±0,02	0,9992	0,206	0,33
«Арселон-С» нить (кипячение)	0,069±0,003	3,1±0,3	0,74±0,01	0,9995	0,247	0,26
«Арселон-С» пряжа	0,096±0,005	2,8±0,3	0,70±0,01	0,9994	0,293	0,04
«Арселон-С» пряжа (кипячение)	0,094±0,005	2,5±0,3	0,73±0,01	0,9994	0,314	0,06

* a_0 – максимальная сорбционная емкость при $P/P_0 = 1$

Наименьшей сорбционной способностью обладает нить «Арселон», прошедшая технологические стадии термообработки и термовытяжки, и, как следствие, обладающая наиболее упорядоченной структурой. В результате кипячения наблюдается небольшое снижение концентрации доступных сорбционных центров, обусловленное частичным снятием внутренних напряжений, сопровождающимся незначительной усадкой и уплотнением нитей. Сорбционная способность нитей «Арселон-С», прошедших стадию термической вытяжки, существенно выше, чем в образцах без светостабилизатора. После кипячения сорбционная способность нитей «Арселон-С» заметно возрастает, что свидетельствует о возможности формирования в процессе кристаллизации неравновесных жидкокристаллических областей, способных разрушаться под влиянием воды [2]. Для пряжи «Арселон-С» (без термической обработки), по нашему мнению, характерна аморфная структура, поскольку молекулы светостабилизатора, образующие водородные связи с макромолекулами, будут препятствовать структурным перестройкам в полимере. На это указывает высокая сорбционная емкость пряжи «Арселон-С», мало изменяющаяся после кипячения.

Для подтверждения этих предположений нами была проведена оценка степени кристалличности исследуемых волокон по уравнению (2). Для такой оценки мы воспользовались сведениями о сорбционной емкости полностью аморфного аналога полимера при различных значениях относительной влажности [3], рассчитанными по аддитивной схеме Ван Крелелена [4].

$$X_c = \frac{a_i^{am} - a_i}{a_i^{am}}, \quad (2)$$

где a_i^{am} и a_i - величины сорбции для аморфного аналога и исследуемого образца соответственно при i -том значении P/P_0 ; X_c – степень кристалличности.

Результаты расчета при различных относительных давлениях водяного пара хорошо согласуются между собой, средние значения сведены в табл.

Для пряжи «Арселон-С», не прошедшей производственную стадию термовытяжки, характерна аморфная структура. Доля упорядоченных областей составляет всего 4%. При кипячении X_c несколько повышается, что может быть обусловлено протеканием в пластифицированном водой полимере релаксационных процессов, способствующих появлению упорядоченных мезаморфных структурных образований, обладающих ограниченной доступностью для молекул воды.

Наибольшей кристалличностью обладают термообработанные нити «Арселон» (49 %), частичное снятие внутренних напряжений при кипячении приводит к достройке элементов надмолекулярной структуры и X_c несколько повышается (51 %).

Наибольшие изменения надмолекулярной структуры в результате принудительной обработки водой зафиксированы для светостабилизированных нитей «Арселон-С». В результате «разрушительного» воздействия воды (набухание с последующим кипячением) степень кристалличности снизилась с 33 до 26 %. Вероятно, это связано с «отщеплением» от жидкокристаллических образований «недостаточно» ориентированных цепей.

Таким образом, показано, что длительное воздействие воды на полиоксадиазольные волокна приводит к структурным перестройкам в полимере. Наибольшим изменениям подвержены светостабилизированные термообработанные нити «Арселон-С», в которых под влиянием воды происходит, по нашему мнению, разрушение наименее упорядоченных частей жидкокристаллических образований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Laatikainen M., Lindstrom M. General sorption isotherm for swelling materials // Acta Polytechn. Scand. Chem. Technol. and Met. Ser. 1987. № 178. P. 105-116.
2. Smotrina T.V., Grebennikov S.F., Busygin K.N., Smotrin V.A., Zhizhenkov V.V., Kvachadze N.G. Destruction of liquid-crystalline structures in paraamide polymers during swelling in water // Polymer Science. Series A. 2017. V. 59. № 2. С. 206-214.
3. Dresvyanina E.N., Grebennikov S.F., Perepelkin K.E., Ivanov V.A., Smotrina T.V. Sorption and diffusion of water in Arselon and Arselon-S polyoxadiazole yarns // Russian Journal of Applied Chemistry. 2010. V.83. № 3. P. 501-508.

4. Ван Кревелен, Д.В. Свойства и химическое строение полимеров. М.: Химия, 1976. 415 с.

ГЕТЕРОЛИГАНДНОЕ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ НИКЕЛЯ(II) С ИМИНОДИУКСУСНОЙ КИСЛОТОЙ И ЭТИЛЕНДИАМИНОМ

Комарова М. С., Щеглова Н.В.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола

masha.komarova99@mail.ru

Гетеролигандные комплексные соединения являются объектом активных исследований, целью которых является установление закономерностей конкурентного заполнения координационной сферы лигандами, определение совместимости лигандов по мере усложнения состава комплекса, а также влияние геометрического, стерического и электростатических эффектов на строение и устойчивость комплексов. В настоящее время повышенное внимание уделяется определению корреляций между термодинамическими характеристиками и параметрами лигандов в гетеролигандных комплексах никеля(II), что обусловлено перспективами их использования для направленного синтеза функциональных материалов с заданными свойствами [1-3]. Эффективным способом получения гетеролигандных комплексов никеля(II) является совместное хелатирование металлоцентра анионами иминодиуксусной кислоты и дикарбоновых кислот [4], аминокислот [5], гипуровой кислоты [6] или других комплексонов [7].

Целью данной работы являлось изучение процесса комплексообразования никеля(II) с иминодиуксусной кислотой (Ida) и этилендиамином (En) в водных растворах методом молекулярной адсорбционной спектроскопии. Для изучения процессов комплексообразования в системах Ni(II) – Ida и Ni(II) – Ida – En были исследованы электронные спектры поглощения растворов хлорида никеля(II), растворов соли никеля(II) с иминодиуксусной кислотой с мольными соотношениями 1:1 и 1:2, а также растворов соли никеля(II) при одновременном присутствии иминодиуксусной кислоты и этилендиамина с мольным соотношением 1:1:1. Установлено, что при введении в водный раствор хлорида никеля(II), для которого в дуплетном электронном спектре поглощения регистрируются максимумы на длинах волн 380 и 600 нм, полидентатных комплексообразующих реагентов наблюдается гиперхромное изменение оптической плотности с одновременным гипсохромным сдвигом длинноволновых полос светопоглощения (рис. 1). Величины гипер- и гипсохромного эффекта определяется составом и количеством лигандов в координационной сфере никеля(II), а также кислотностью среды.

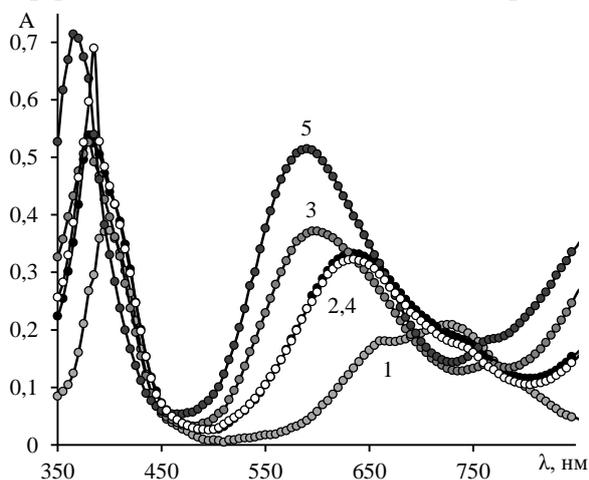


Рис. 1. Электронные спектры поглощения растворов

- 1 - $C(\text{Ni}^{2+}):C(\text{IDA}) = 1:0$;
 - 2 - $C(\text{Ni}^{2+}):C(\text{IDA}) = 1:1$; pH = 3,2;
 - 3 - $C(\text{Ni}^{2+}):C(\text{IDA}) = 1:2$; pH = 4,1;
 - 4 - $C(\text{Ni}^{2+}):C(\text{IDA}):C(\text{En}) = 1:1:1$; pH = 4,5;
 - 5 - $C(\text{Ni}^{2+}):C(\text{IDA}):C(\text{En}) = 1:1:1$; pH = 7,3;
- $C(\text{Ni}^{2+}) = C(\text{IDA}) = C(\text{En}) = 0,02$ моль/л, $l = 5$ см

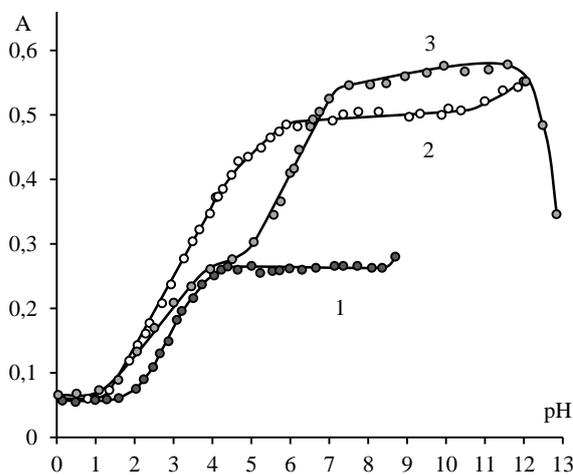


Рис. 2. Зависимости оптической плотности растворов от pH

- 1 - $C(\text{Ni}^{2+}):C(\text{IDA}) = 1:1$;
 - 2 - $C(\text{Ni}^{2+}):C(\text{IDA}) = 1:2$;
 - 3 - $C(\text{Ni}^{2+}):C(\text{IDA}):C(\text{En}) = 1:1:1$;
- $C(\text{Ni}^{2+}) = C(\text{IDA}) = C(\text{En}) = 0,02$ моль/л, $l = 5$ см

Изучением влияния кислотности растворов на процессы хелатирования катионов никеля(II) установлено, что комплексообразование в системе Ni(II):Ida = 1:1 происходит уже в кислых средах (pH > 2,0), а образовавшийся моноиминодиацетатный комплекс устойчив в узком интервале pH от 4,2 до 8,4 (рис. 2). В растворах с двухкратным избытком Ida при pH более 4,2 происходит внедрение второго аниона аминокарбоксилатного лиганда в координационную сферу моноиминодиацетатного комплекса с формированием би-

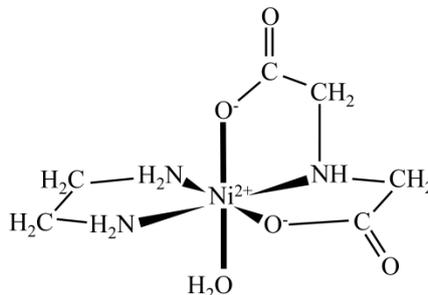
симинодиацетата никеля(II), устойчивого при $\Delta pH = 5,9-10,5$. Подтверждение формирования моно- и бисиминодиацетатов никеля(II) при оптимальной кислотности растворов проведено методом серий насыщения. В растворах системы Ni(II):Ida:En = 1:1:1 регистрируется последовательная координация катионами никеля(II) анионов Ida при $\Delta pH = 4,0-4,5$ и молекулы En с формированием гетеролигандного хелата, стабильного при $\Delta pH = 7,5 - 12,0$, что подтверждено исследованием электронных спектров поглощения. Математическая обработка экспериментальных данных методом Россотти позволила смоделировать процессы комплексообразования в изученных системах и рассчитать константы устойчивости образующихся гомо- и гетеролигандных координационных частиц никеля(II) (таблица 1).

Таблица 1

Логарифмы константы устойчивости гомо- и гетеролигандных комплексов никеля(II) с иминодиуксусной кислотой и этилендиамином

Мольное соотношение Ni(II) : IDA : En	ΔpH	Уравнение комплексообразования	$\lg\beta$	
			экспер.	лит. [8]
1 : 1 : 0	2,0 – 4,0	$Ni^{2+} + H_2Ida = [NiHIda]^+ + H^+$	2,29	-
		$Ni^{2+} + HIda^- = [NiIda]^0 + H^+$	8,47	8,19
1 : 2 : 0	1,6 – 6,0	$Ni^{2+} + 2HIda^- = [NiIda_2]^{2-} + 2H^+$	14,37	14,30
		$Ni^{2+} + 2HIda^- = [Ni(HIda)Ida]^- + H^+$	9,84	-
1 : 1 : 1	1,1 – 4,0	$Ni^{2+} + H_2Ida = [NiIda]^0 + 2H^+$	8,91	8,19
	4,7 – 7,0	$[NiIda]^0 + HEn^+ = [NiIdaEn]^0 + H^+$	11,41	-

Как и следовало ожидать, термодинамическая устойчивость хелатов никеля(II) повышается по мере увеличения количества хелатирующих лигандов в координационной сфере металлоцентра. Кроме того, замена одного иминодиацетат-аниона в бисиминодиацетатном хелате никеля(II) на молекулу этилендиамина и образование гетеролигандного комплекса обеспечивает усиление термодинамической и гидролитической стабильности координационных частиц в растворах. Одна из наиболее вероятных моделей координации полидентатных лигандов в октаэдрическом полиэдре гетеролигандного комплекса никеля(II) с иминодиуксусной кислотой и этилендиамином может быть представлена следующей схемой:



ЛИТЕРАТУРА

1. Takahira I., Fuchida H., Tabata S., Shindo N., Uchinomiya S., Hamachi I., Ojida A. Design of a binuclear Ni(II)-iminodiacetic acid (IDA) complex for selective recognition and covalent labeling of His-tag fused proteins // Bioorg. Med. Chem. Lett. 2014. 24. P. 2855-2858.
2. Гимадеева Р.Р., Щеглова Н.В. Гетеролигандное комплексообразование никеля(II) с нитрилтриуксусной кислотой и полиаминами // Современные проблемы медицины и естественных наук: сб. статей Межд. науч. конф. Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т. 2019. Вып. 8. С. 196-198.
3. Elshami F.I., Ramadan A.E.-M.M., Ibrahim M.M., El-Mehasseb I.M., Al-Juaid S., Shaban S.Y. Metformin containing nickel(II) complexes: synthesis, structural characterization, binding and kinetic interactions with BSA, Antibacterial and in-vitro cytotoxicity studies // Appl. Organometal. Chem. 2020. P. 1-17.
4. Корнев В.И., Семенова М.Г., Меркулов Д.А. Гетеролигандные комплексы кобальта(II) и никеля(II) с иминодиуксусной и дикарбоновыми кислотами в водном растворе // Коорд. химия. 2010. 36. С. 595-600.
5. Пырзу Д.Ф., Базанова М.А., Гридчин С.Н., Козловский Е.В. Термохимическое изучение комплексообразования иминодиацетатов меди(II) и никеля(II) с аминокислотами в водном растворе // Журн. неорг. химии. 2016. 61. С. 950-958.
6. Kumar G. Synthesis and characterization of mixed ligand nickel(II) complexes of iminodiacetic acid and hippuric acid // Asian J. Chem. 20. P. 1143-1147.
7. Корнев В.И., Алабдулла Г.Ф. Моделирование равновесий образования моно и полиядерных гетеролигандных комплексона-тов кобальта(II) и никеля(II) в водных растворах // Журн. неорг. химии. 2017. 62. С. 1126-1132.
8. Anderegg G., Arnaud-Neu F., Delgado R., Felcman J., Popov K. Critical evaluation of stability constants of metal complexes of complexones for biomedical and environmental applications // Pure Appl. Chem. 2005. 77. P. 1445-1495.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЛЕКСООБРАЗУЮЩИХ СВОЙСТВ НИТРИЛОТРИМЕТИЛЕНТРИ-ФОСФОНОВОЙ КИСЛОТЫ С ИОНАМИ ЦЕРИЯ(III) И ИТТЕРБИЯ(III)

Кривова А.А., Аль Ансари С.В.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола, 424000, пл. Ленина, д. 1
ab11598@mail.ru

Редкоземельные элементы (РЗЭ) являются комплексообразователями средней силы, но их способность проявлять высокие координационные числа, отсутствие строгой избирательности к донорным атомам лигандов обуславливают разнообразие комплексов. Изучить различие в свойствах комплексов: в растворимости, устойчивости, летучести, а затем наиболее полно реализовать эти различия при разделении РЗЭ – вот задача современного химика, работающего с РЗЭ.

Для разделения РЗЭ эффективно используют экстракцию, а в качестве экстрагентов – производные фосфоновой кислоты. Поиск новых экстрагентов продолжается и в настоящее время.

Нами, в качестве лиганда и, возможно, хорошего экстрагента была использована нитрилотриметилен-трифосфоновая кислота (НТФ, H_6L), а в качестве комплексообразователей – соли $Ce(III)$ и $Yb(III)$.

Исследование комплексообразования в двойных системах $M - L$ проводили электрохимическими методами: кондуктометрическим и потенциометрическим. Постоянство ионной силы ($I = 0,1$) поддерживали KCl («ч.д.а.»). Исследование проводили при комнатной температуре $20 \pm 2^\circ C$. Растворы реагентов готовили из точных навесок веществ марки «х.ч.».

Используемые нами методы анализа позволяют доказать протекание процесса комплексообразования в изучаемых системах, найти соотношение компонентов в комплексном ионе, а также константы устойчивости образующихся комплексных частиц. Кривые кондуктометрического и потенциометрического титрования с фиксацией ЭДС в системе $Ce(III) - НТФ$ приведены на рисунках 1 и 2.

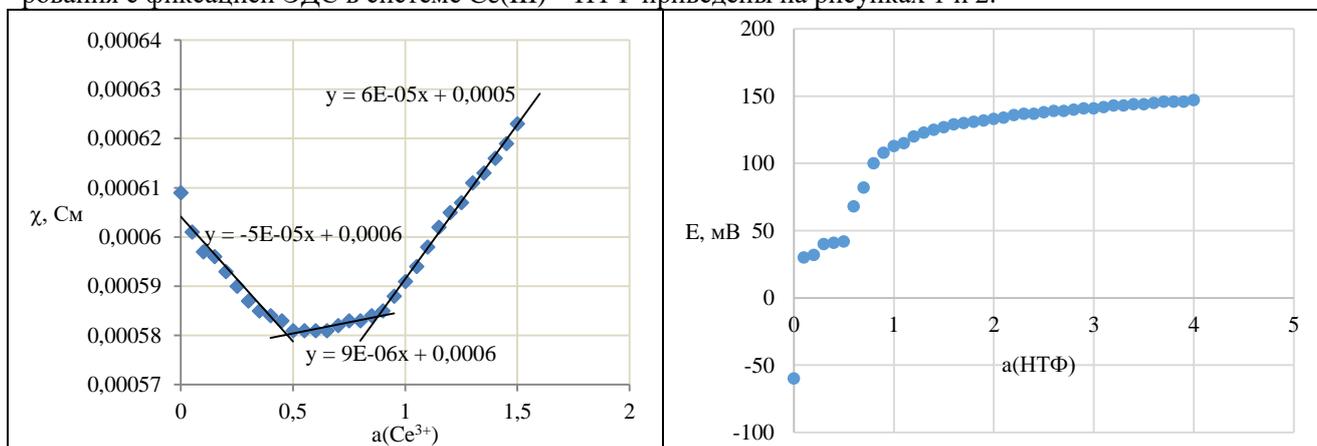


Рис. 1. Кривая кондуктометрического титрования НТФ солью $Ce(III)$

Рис. 2. Кривая потенциометрического титрования соли $Ce(III)$ НТФ: $C_{Ce(III)} = 0,05M$

Кондуктометрическая кривая (рис. 1) имеет два излома, соответствующих соотношениям $Ce(III) : НТФ$ в образующихся комплексах, равным $1 : 2$ и $1 : 1$. На потенциометрической кривой (рис. 2) зафиксировано образование двух комплексных частиц с соотношением $Ce(III) : НТФ$ равным $2 : 1$ и $1 : 1$.

Изучение системы $Yb(III) - НТФ$ этими же методами показало, что в ней образуются комплексные частицы с соотношением $Yb(III) : НТФ$ равным $2 : 1$ и $1 : 1$.

При расчете констант устойчивости по кондуктометрическим кривым мы использовали метод, предложенный в работе [1]. При расчете необходимо знать тангенсы углов наклона прямых, соединяющихся в точке излома. Приведем пример расчета $lg\beta_1$ комплекса $Ce(III)$ с НТФ ($1 : 1$). Так уравнения пересекающихся в точке при $a = 1$ прямых:

$$y_1 = 9 \cdot 10^{-6}x + 0,0006$$

$$y_2 = 6 \cdot 10^{-5}x + 0,0005.$$

Из них находим ε (разница $tg\alpha_1$ и $tg\alpha_2$):

$$\varepsilon = 6 \cdot 10^{-5} - 9 \cdot 10^{-6} = 51 \cdot 10^{-6}$$

Рассчитав ε находим значение константы нестойкости:

$$K_H = 1 \cdot \frac{(51 \cdot 10^{-6})^2}{1 - 51 \cdot 10^{-6}} \cdot 5 \cdot 10^{-2} = 1,3 \cdot 10^{-6}$$

Отсюда

$$\beta_1 = \frac{1}{K_H} = \frac{1}{1,3 \cdot 10^{-6}} = 7,19 \cdot 10^6$$

$$lg\beta_1 = 6,88$$

Аналогичным образом рассчитали $lg\beta_i$ всех зафиксированных комплексных соединений, как Ce(III), так и Yb(III) с НТФ.

Анализ экспериментальной зависимости ЭДС от концентрации металла и лиганда при различных их соотношениях позволяет определить параметры комплексообразования – число лигандов (n) и константу устойчивости комплекса ML_n [2]. При постоянстве $[L]$, когда концентрация L много больше концентрации M , должна наблюдаться прямая зависимость ЭДС от $\ln C_L$ с коэффициентом наклона, равным $\frac{nRT}{zF}$. Построив данную зависимость и определив $tg\alpha$, находим число n . Далее расчеты ведем, используя следующие формулы:

$$E_{M^{z+}/M}^0 = E_{изм1} - \frac{RT}{zF} \ln C(M^{z+}) \quad (1)$$

Значение $E_{изм1}$ определяют в системе, не содержащей НТФ. Экстраполируя прямую $E - \ln C_L$ к значению $\ln C_L = 0$, находят $E_{изм2}$ и согласно уравнению определяют $\ln\beta_n$:

$$E_{изм2} = E_{M^{z+}/M}^0 - \frac{RT}{zF} \ln\beta_n \quad (2)$$

Например, для системы Ce(III) – НТФ $tg\alpha = 0,0084$ (рис. 3), отсюда число лигандов $n = 1$. $E_{изм1} = -0,06$ В. Из выражения (1) находим $E_{Ce^{z+}/Ce}^0 = -0,01362$ В. $E_{изм2} = 0,0947$ В. Из (2) рассчитываем значение $\ln\beta_1 = 12,895$. Отсюда $lg\beta_1 = 5,60$.

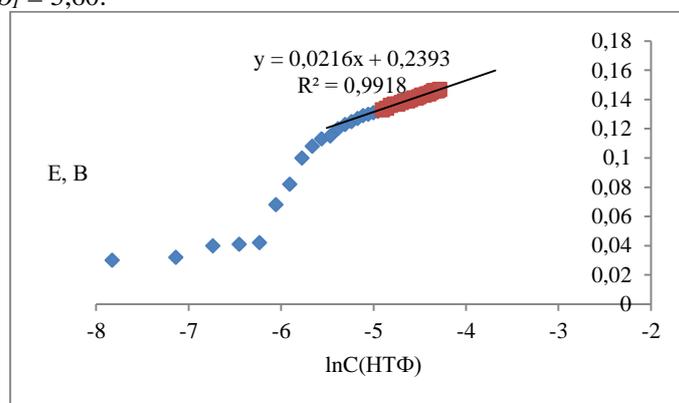


Рис. 3. Зависимость ЭДС от $\ln C(\text{НТФ})$

Таким же образом рассчитаны $lg\beta_i$ для всех зафиксированных комплексов церия(III) и иттербия(III) (табл.).

Таблица

Константы устойчивости Ce(III) и Yb(III) с НТФ

К.С.	Соотношение M : L		
	1 : 1	1 : 2	2 : 1
Ce(III)	6,88 (5,60)*	16,16	(13,17)*
Yb(III)	(7,82)*	-	15,25

* В скобках приведены $lg\beta$, рассчитанные из кривых $E = f(\text{антф})$.

Таким образом, для аналогичных комплексных частиц устойчивость комплексов Yb(III) оказалась выше, что можно объяснить уменьшением радиуса в ряду лантаноидов. И, следовательно, НТФ можно рекомендовать для экстракционного разделения солей церия(III) и иттербия(III).

ЛИТЕРАТУРА

1. Шлефер Г.Л. Комплексообразование в растворах. М.-Л., Химия, 1964. – 381 с.
2. Дорожко Е.В., Короткова Е.И., Воронова О.А. и др. Исследование комплексообразующих свойств глутатиона с ионами ртути потенциометрическим и спектрофотометрическим методами // Фунд. исследования. 2013. №8. С. 601-604

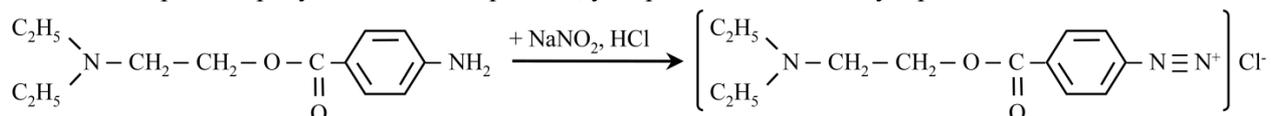
ОСОБЕННОСТИ НИТРИТОМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОВОКАИНА

Крылов И.А., Щеглова Н.В.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
kryloff.iv97@mail.ru

Новокаин (*Novocainum*) является местноанестезирующим средством с умеренной анестезирующей активностью, большой шириной терапевтического действия, самой низкой токсичностью и представляет

собой сложный эфир диэтиламиноэтанола и пара-аминобензойной кислоты [1, 2]. Современный контроль качества местноанестезирующих препаратов активно использует разнообразные физико-химические методы анализа: электрохимические, хроматографические, спектроскопические и экстракционно-фотометрические методы [3]. Фотометрическое определение содержания новокаина основано на образовании вишнево-красного *p*-аминогидроксамата железа(III) в результате гидроксамовой реакции новокаина со щелочным раствором гидроксиламина с получением *N*-гидроксиамида *p*-аминобензойной кислоты, в котором протон гидроксильной группы проявляет кислотные свойства и способен замещаться на атомы металла [4-6]. В данной работе проведено изучение особенностей определения новокаина нитритометрическим методом (ОФС.1.2.3.0013.15), который является основным методом количественного определения этого анестетика (ФС.2.1.0166.18), регламентируемым Государственной фармакопеей Российской Федерации XIV [7] и основанным на реакции диазотирования при титровании раствором натрия нитрита в солянокислой среде в присутствии калия бромида, ускоряющего химическую реакцию:



Согласно фармакопейной методике процедуру титрования проводят при температуре раствора 15 - 20 °С, или при охлаждении до 0 - 5 °С, что определяет необходимость применения охлаждающих систем. Кроме того, добавление титранта должно проводиться скоростью 2 мл/мин, а в конце титрования – 0,05 мл/мин, что приводит к понижению экспрессности аналитического определения. Учитывая крайнюю химическую неустойчивость раствора нитрита натрия, любое титриметрическое определение новокаина сопровождается предварительной стандартизацией титранта по сульфаниловой кислоте (ОФС.1.3.0002.15), что также значительно увеличивает время анализа.

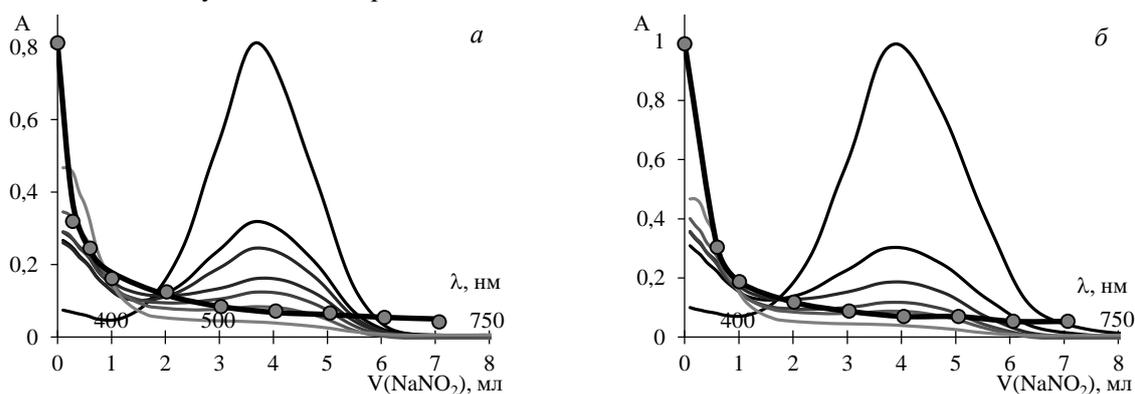


Рис. 1. Изменение ЭСП и оптической плотности растворов тропеолина 00 (а) и смеси тропеолина 00 с метиленовым синим (б) в процессе нитритометрии $C(\text{Tr}) = 0,2$ ммоль/л; $C(\text{MC}) = 0,2$ ммоль/л; $C(\text{NaNO}_2) = 0,01$ моль/л; $l = 1$ см

Определение точки эквивалентности в процессе нитритометрического контроля качества новокаина проводится электрометрическими методами, с помощью внешнего индикатора или внутренних окислительно-восстановительных индикаторов: тропеолин 00 (Тр), тропеолин 00 в смеси с метиленовым синим (МС), нейтральный красный (НК). Титрование с Тр осуществляется до перехода окраски от красной окисленной формы моноазокрасителя к желтой, характерной для диазасоединения новокаина. При использовании смеси Тр с МС переход окраски от красно-фиолетовой к голубой обусловлен присутствием дополнительного тиазинового красителя, не участвующего в редокс-процессе. Изменение окраски раствора в процессе титрования с НК от красно-фиолетовой к синей определяется окраской окисленной и восстановленной форм диазинового красителя. Сравнительное титрование раствора новокаина с использованием трех индикаторных систем показало, что в условиях применения регламентированных Государственной Фармакопеей количеств индикаторов наиболее контрастный переход окраски достигается для НК. Для экспериментального определения минимальной индикаторной ошибки было проведено спектрофотометрическое титрование растворов трех индикаторных систем. На рисунках 1 и 2 приведено изменение электронных спектров поглощения растворов Тр, смеси Тр и МС, НК при добавлении раствора нитрита натрия, а также изменение оптической плотности растворов на соответствующих максимумах светопоглощения. В соответствии с полученными данными наименьшая индикаторная ошибка нитритометрического определения достигается при использовании индикатора нейтрального красного.

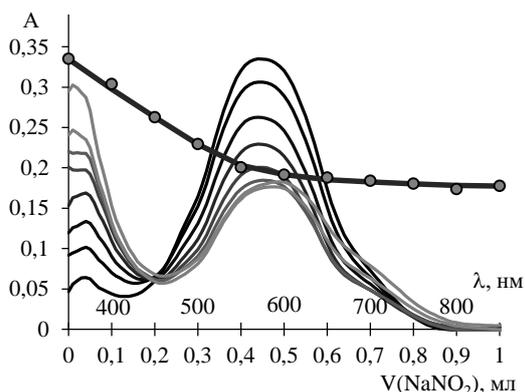


Рис. 2. Изменение ЭСП и оптической плотности растворов нейтрального красного в процессе нитритометрии $C(\text{НК}) = 0,2$ ммоль/л; $C(\text{NaNO}_2) = 0,001$ моль/л; $l = 1$ см

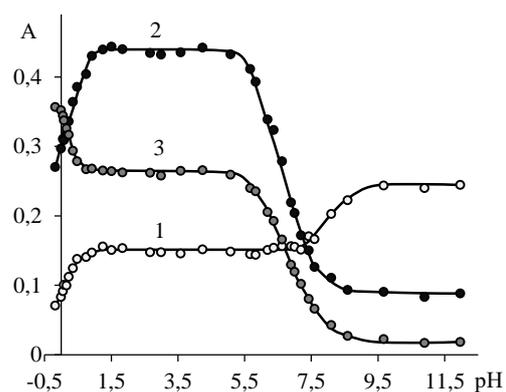


Рис. 3. Зависимости оптической плотности растворов нейтрального красного от pH $C(\text{НК}) = 0,2$ ммоль/л; $\lambda = 450$ (1), 525 (2) и 575 (3); $l = 1$ см

Исследованием влияния pH на оптические характеристики растворов НК установлено, что диазиновый краситель образует три окрашенные формы: красно-фиолетовую дипротонированную катионную форму ($\lambda_{\text{max}} = 575$ нм), красную монопротонированную катионную форму ($\lambda_{\text{max}} = 525$ нм) и желтую форму нейтральных молекул ($\lambda_{\text{max}} = 450$ нм). На рисунке 3 приведены данные изменения оптической плотности растворов на характеристических максимумах светопоглощения в зависимости от кислотности среды, что позволило оценить интервалы pH существования различных форм ионизации красителя. Показано, что красно-фиолетовая дипротонированная форма НК существует только в сильноокислых средах ($\text{pH} < 0$), монопротонированная форма преобладает при pH от 1,0 до 5,2, а нейтральные молекулы индикатора с желтой окраской преимущественно образуются при $\text{pH} > 8,6$. Полученные данные свидетельствуют о необходимости поддержания высокой кислотности растворов при проведении нитритометрического определения новокаина.

Три индикаторные системы были использованы для нитритометрического определения новокаина в реализуемом розничной аптечной сети лекарственном средстве «Новокаин» (раствор для инъекций), в котором действующим веществом является прокаин (*Procaine*, код АТХ: N01BA02 Прокаин) с дозировкой 5 мг/мл. После статистической обработки результатов нитритометрии, проведенной в соответствии с ОФС.1.1.0013.15., получены данные, согласно которым содержание новокаина составило $4,3 \pm 0,3$ мг/мл при использовании в анализе Тр, $4,3 \pm 0,4$ мг/мл при использовании смеси Тр и МС и $4,3 \pm 0$ мг/мл с применением НК. Полученные результаты нитритометрического определения новокаина в растворе для инъекций отличаются от заявленного производителем содержанием анестетика.

ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник Видаль 2020. Лекарственные препараты в России. М.: Видаль Рус. 2020. 1120 с.
2. Пицинский И.А., Захарова И.А. Свойства современных местных анестетиков, применяемых для обезболивания в терапевтической стоматологии // Современная стоматология. 2016. С. 31-34.
3. Азизов С.Д., Абдурахимов А.А., Щеглова Н.В. Методы определения новокаина // Современные проблемы медицины и естественных наук: сб. статей Всерос. науч. конф. Йошкар-Ола: Мар гос. ун-т. 2018. Вып. 7. С. 112-119.
4. Аржанова К.А., Попова Т.В. Применение реакции взаимодействия железа(III) хлорида с *n*-гидроксиамидом парааминобензойной кислоты для фотометрического определения содержания новокаина в лекарственных препаратах // Студенческая наука Подмосквю: матер. Межд. науч. конф. молодых ученых. Орехово-Зуево: Изд-во ГГТУ. 2017. С. 62-65.
5. Обрезков А.В., Ключкин А.Р., Гусева И.С., Кузнецова К.О., Попова Т.В. Определение массовой доли новокаина гидрохлорида в лекарственном препарате фотометрическим методом и методом потенциометрического титрования // Студенческая наука Подмосквю: матер. Межд. науч. конф. молодых ученых. Орехово-Зуево: Изд-во ГГТУ. 2018. С. 415-418.
6. Азизов С.Д., Абдурахимов А.А., Уткина Д.Д., Щеглова Н.В. Спектрофотометрическое определение новокаина в виде гидроксаматного комплекса с катионами железа(III) // Современные проблемы медицины и естественных наук: сб. статей Всерос. науч. конф. Йошкар-Ола: Мар гос. ун-т. 2018. Вып. 7. С. 133-138.
7. <https://pharmacopoeia.ru/gosudarstvennaya-farmakopeya-14-izdaniya>

КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ СМЕШАННОЛИГАНДНЫХ КОМПЛЕКСОВ НИКЕЛЯ(II)

Кудрявцева Е.С., Петухова Т.В.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
lena.kudryavtseva_1997@mail.ru

Важной проблемой координационной химии является проблема исследования закономерностей образования смешаннолигандных комплексов. И особенно это важно в тех случаях, когда в координационной сфере находятся несколько ионов металлов и несколько объемных органических лигандов [1].

Цель нашей работы изучение геометрического строения смешаннолигандных комплексов никеля(II) методом функционала плотности B3LYP в базисах 3-21G и 6-31G(d). Нами было изучено строение молекул $\text{Ni}[(\text{NTA})(\text{H}_2\text{O})_2]^-$, $\text{Ni}[\text{NTAEn}]^-$. На первом этапе мы провели предварительную оптимизацию геометрического строения молекулы $\text{Ni}[(\text{NTA})(\text{H}_2\text{O})_2]^-$ в базисе 3-21G. Анализируя полученную геометрию, можно заметить что, пятичленные циклы не плоские, а находятся в конформации конверт. Атомы азота, никеля и кислорода лежат в одной плоскости. Угол $\text{O}(2)-\text{Ni}(1)-\text{O}(3)$ равен $150,8^\circ$, отклонение от 180° градусов составляет $29,2^\circ$. Величины углов $\text{O}(3)-\text{Ni}(1)-\text{N}(13)$, $\text{O}(4)-\text{Ni}(1)-\text{N}(13)$, $\text{O}(2)-\text{Ni}(1)-\text{N}(13)$ составляют примерно 85° . Далее геометрия этого комплекса была рассчитана с применением более широкого базиса 6-31G(d). Полученные результаты показывают, что связь $\text{Ni}(1)-\text{N}(13)$ при расчете в широком базисе удлиняется на $0,068 \text{ \AA}$ и составляет $2,045 \text{ \AA}$, в длинах связей $\text{Ni}(1)-\text{O}(2)$, $\text{Ni}(1)-\text{O}(3)$ и $\text{Ni}(1)-\text{O}(4)$ изменений не наблюдается. Можно заметить, что комплекс с повышением точности расчета стремится к более правильной октаэдрической форме. Угол $\text{O}(2)-\text{Ni}(1)-\text{O}(3)$ при расчете в базисе 6-31G(d) увеличился примерно на 8° .

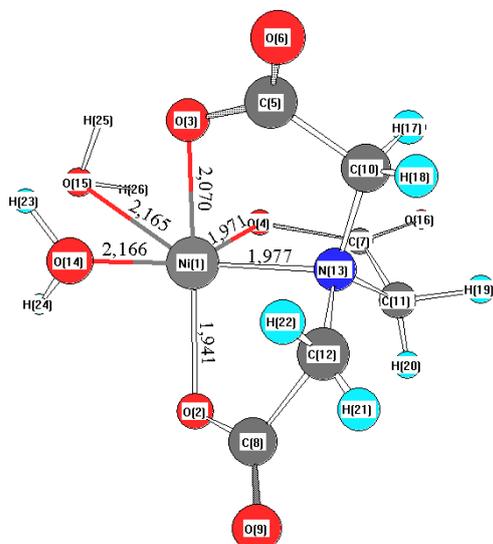


Рис. 1. Геометрическое строение $\text{Ni}[(\text{NTA})(\text{H}_2\text{O})_2]^-$ (B3LYP/3-21G)

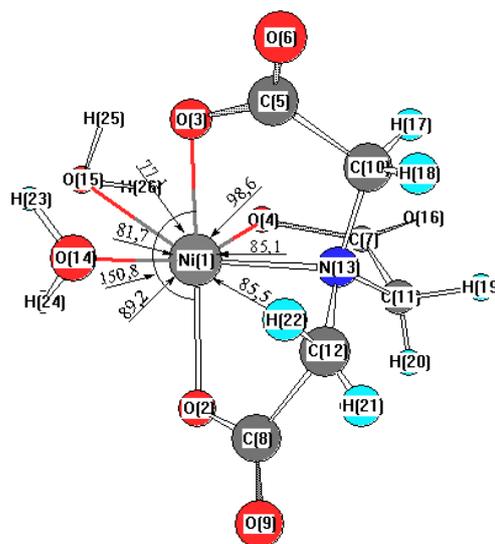


Рис. 2. Геометрическое строение $\text{Ni}[(\text{NTA})(\text{H}_2\text{O})_2]^-$ (B3LYP/3-21G)

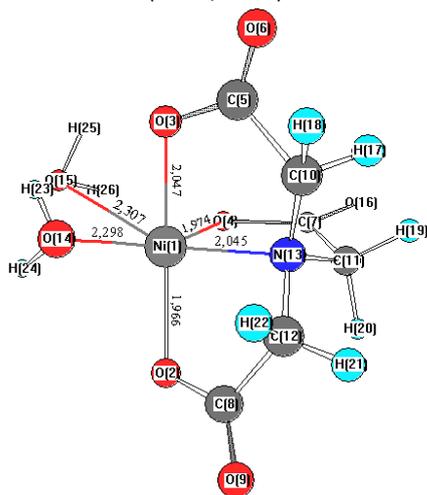


Рис. 3. Геометрическое строение $\text{Ni}[(\text{NTA})(\text{H}_2\text{O})_2]^-$ (B3LYP/6-31G(d))

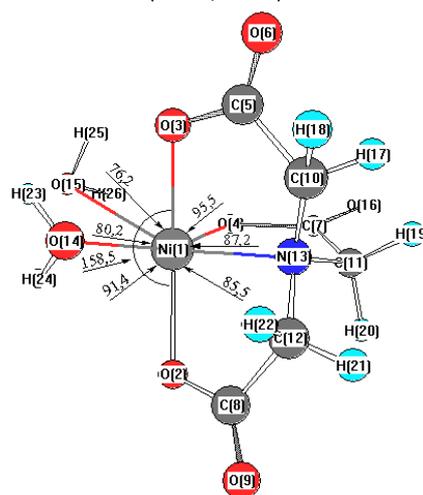


Рис. 4. Геометрическое строение $\text{Ni}[(\text{NTA})(\text{H}_2\text{O})_2]^-$ (B3LYP/6-31G(d))

Затем мы рассчитали комплекс $\text{Ni}[\text{NTAEn}]^-$ в базисе 3-21G. Пятичленный цикл с этилендиамином находится в конформации конверт. Длина связи $\text{Ni}(1)-\text{N}(14)$ равна $2,039 \text{ \AA}$ в отличие от длины связи в комплексе $\text{Ni}[(\text{NTA})(\text{H}_2\text{O})_2]^-$ которая составляет $2,045 \text{ \AA}$, длина связи $\text{Ni}(1)-\text{N}(14)$ в комплексе $\text{Ni}[\text{NTAEn}]^-$ короче, чем в комплексе $\text{Ni}[(\text{NTA})(\text{H}_2\text{O})_2]^-$. Уменьшение длины связи $\text{Ni}(1)-\text{N}(14)$ в комплексе $\text{Ni}[\text{NTAEn}]^-$ связано с тем, что En является более объемным лигандом. Величина угла $\text{O}(2)-\text{Ni}(1)-\text{O}(3)$ равна $147,5^\circ$, его отклонение от 180° составляет $32,5^\circ$.

Далее для этого комплекса был проведен расчет в более широком базисе 6-31G(d). Сравнивая ее с предыдущими результатами можно заметить, что длина связи Ni(1)-N(13) которая равна 2,073 Å, увеличилась на 0,034 Å, полученное в базисе 3-21G значение составляло 2,039 Å. Можно сделать вывод, что с повышением базиса точность расчета увеличивается. Угол O(2)-Ni(1)-O(3) при расчете в базисе 6-31G(d) равный 151,4° увеличился на 3,9°.

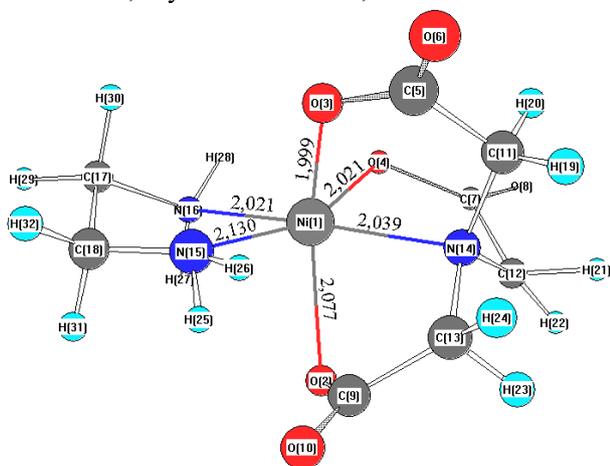


Рис. 5. Геометрическое строение Ni[NTAEn]⁻ (B3LYP/3-21G)

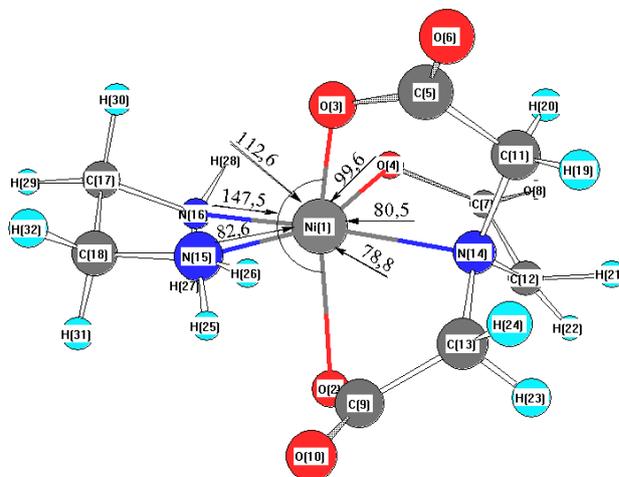


Рис. 6. Геометрическое строение Ni[NTAEn]⁻ (B3LYP/3-21G)

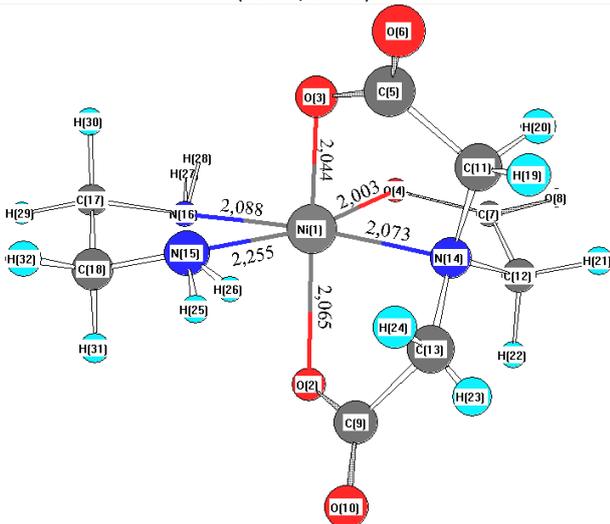


Рис. 7. Геометрическое строение Ni[NTAEn]⁻ (B3LYP/6-31G(d))

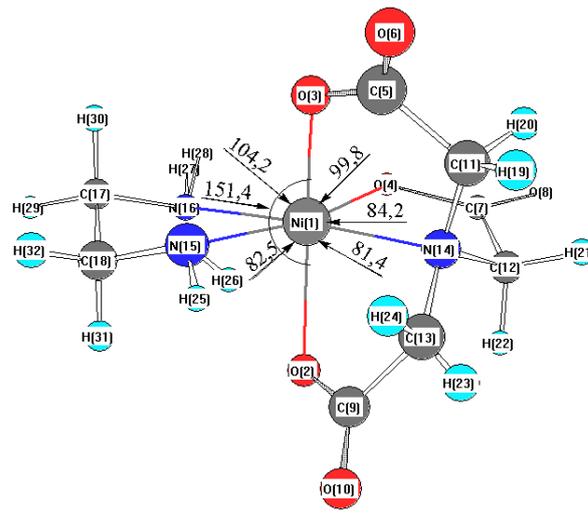


Рис. 8. Геометрическое строение Ni[NTAEn]⁻ (B3LYP/6-31G(d))

Исходя из всех полученных результатов, по исследованным комплексам можно сделать вывод, что они имеют октаэдрическое строение, и что расширение базиса до 6-31G(d) приводит к более точным результатам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алабдулла Г.Ф., Корнев В.И. Разнолигандные гетерополиядерные этилендиаминтетраацетаты кобальта(II) и никеля (II) в водных растворах нитрилотриуксусной кислоты. // Химическая физика и мезоскопия. 2016. № 2. С. 272-280.

КОНЦЕНТРАЦИОННАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ЭНЕРГИИ АКТИВАЦИИ ВЯЗКОСТИ ВОДНОГО РАСТВОРА ЭТИЛЕНГЛИКОЛЯ

Лоскутов В.В.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
val_losk@rambler.ru

Этиленгликоль (НОСН₂СН₂ОН, этандиол-1,2) представляет собой простую полярную молекулу. Этиленгликоль (ЭГ) является простейшим вицинальным спиртом, он гигроскопичен и полностью смешивается с водой и многими полярными растворителями, образуя водородную связь и трехмерную сетку молекул.

кул, связанных через водород. Водные растворы этиленгликоля представляют интерес с точки зрения как прикладных, так и фундаментальных наук. С одной стороны, они играют важную роль в стандартных системах отопления и охлаждения. ЭГ является одним из наиболее важных криопротектантов. С другой стороны, ЭГ - простая полярная молекула, которую можно рассматривать как аналог воды, но которая имеет две внутренние степени свободы. ЭГ можно считать модельной системой при изучении конкуренции между внутримолекулярными и межмолекулярными водородными связями.

Прогнозирование вязкости жидких смесей является давней целью, имеющей как теоретическое, так и практическое значение. Один из общих подходов описания вязкости заключается в определении вязкости смеси со свойствами чистых компонентов и с термодинамическими характеристиками взаимодействия между компонентами. Такие свойства, как плотность, вязкость и проводимость растворов, дают большую информацию о различных молекулярных взаимодействиях в растворе, и это исследование позволяет понять структурное соответствие одного растворителя другому.

Энергия активации для константы скорости реакции $k(T)$, определяемая уравнение $E_a = -\partial \ln k(T) / \partial \beta$, где $\beta = 1 / k_B T$, является одной из наиболее фундаментальных характеристик химического процесса. Чаще всего эту зависимость представляют в виде $k(T) = A e^{-E_a / RT}$, где множитель A предполагается независимым от температуры. Энергия активации большое значение не только для процессов, связанных с химическими реакциями. Коэффициент диффузии, вязкость и времена диэлектрической релаксации - это лишь несколько примеров процессов, которые могут быть описаны уравнением Аррениуса. Поскольку лежащие в основе процессы не связаны с изменениями химической связи, они, как правило, имеют меньшие значения энергии активации и, таким образом, более слабо зависят от температуры. Кроме того, интерпретация энергии активации является более сложной в таких случаях, когда четко не определена координата реакции и потенциальный барьер не идентифицирован однозначно.

В данной работе представлены результаты измерений концентрационной и температурной зависимостей вязкости бинарной смеси ЭГ+Вода (ЭГВ). Анализ температурных зависимостей проводился в диапазоне 10-30°C, где данные зависимости хорошо описываются уравнением Аррениуса [1,2]. На рис.1 показаны температурные зависимости динамической вязкости для раствора ЭГВ различного состава и рис.2. представляет концентрационную зависимость энергии активации вязкости. При увеличении молярного v_W / v_{EG} отношения энергия активации вязкости плавно уменьшается от энергии активации чистого ЭГ $E_a^{EG} = 33.7$ кДж/моль до асимптотического предела $E_a^W = 17.78$ кДж/моль при $v_W / v_{EG} \rightarrow \infty$.

Для аналитического описания полученных концентрационных зависимостей энергии активации и вязкости рассмотрим произвольную молекулу в растворе, которая окружена другими молекулами. Согласно теории скоростей химических реакций [1], элементарный акт потока жидкости, вызванного внешней силой, состоит в термически активированном скачке молекулы из одного устойчивого положения на соседнее свободное место (вакансию), что требует некоторой энергии активации E_a . Предположим, что в рассматриваемой системе существует два возможных энергетических барьера E_a^W и E_a^{EG} , высота которых соответствует энергии активации чистой воды и ЭГ соответственно. Для элементарного смещения молекула должна преодолеть энергетический барьер

$$E_a = p_W E_a^W + p_{EG} E_a^{EG}, \tag{1}$$

где p_W и p_{EG} - вероятности попадания в состояние с соответствующей энергией активации. В рамках теории свободного объема эти вероятности можно интерпретировать как вероятность образования свободного объема или вероятность разрыва существующей связи и образования новой.

Элементарный акт процесса потока состоит в том, что молекула преодолевает потенциальный барьер при перемещении из одного положения в другое. Для этого молекула должна обладать достаточной энергией, и, кроме того, вблизи исходного положения должно быть свободное пространство - «дырка», которому может соответствовать новое состояние равновесия. Предположим, что система содержит N_W молекулы воды и N_{EG} молекул ЭГ. Если рассматривать молекулы как жесткие сферы, то вероятности перехода будут пропорциональны числу молекул: N_{EG} / N и N_W / N , что соответствует идеальной смеси. Чтобы учесть неидеальность, введем соответствующие свободные объемы v_f^i ($i=EG$ или W). Тогда уравнения для вероятности перехода молекулы из одного состояния в другое можно записать в виде

$$\frac{dp_W}{dt} = -v_f^W N_W p_W + v_f^{EG} N_{EG} p_{EG}, \quad \frac{dp_{EG}}{dt} = v_f^W N_W p_W - v_f^{EG} N_{EG} p_{EG}.$$

Переходя от числа молекул N к числу молей v , можно записать стационарное решение для вероятностей

$$p_W = \frac{v_f^W v_W}{v_f^W v_W + v_f^{EG} v_{EG}}, \quad p_{EG} = \frac{v_f^{EG} v_{EG}}{v_f^W v_W + v_f^{EG} v_{EG}}.$$

Подставляя это решение в уравнение (1), получим концентрационную зависимость энергии активации

$$E_a = \frac{v_{EG}^0 v_{EG}}{v_{EG}^0 v_{EG} + v_W^0 v_W} E_a^{EG} + \frac{v_W^0 v_W}{v_{EG}^0 v_{EG} + v_W^0 v_W} E_a^W. \quad (2)$$

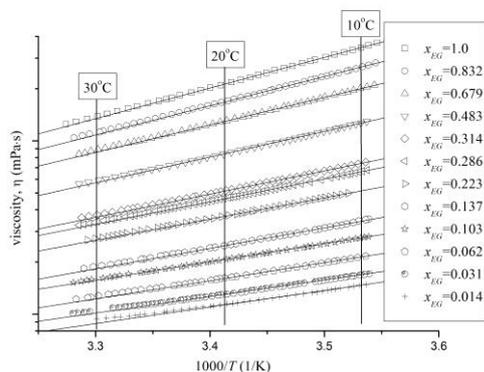


Рис.1. Динамическая вязкость раствора ЭГВ как функция температуры и состава. Прямые линии соответствуют уравнению Арениуса.

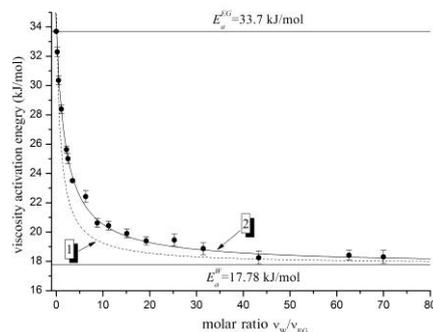


Рис.2. Концентрационная зависимость энергии активации вязкости от молярного. Кривая 1 соответствует идеальной смеси, кривая 2 соответствует уравнению (2).

Из (2) следует, что обратная величина приведенной энергии активации вязкости, является линейной функцией молярного отношения

$$\frac{E_a^{EG} - E_a}{E_a - E_a^W} = \alpha \frac{v_{EG}}{v_W}. \quad (3)$$

На рис.3 показана приведенная энергия активации вязкости. Прямая линия на рис.3 соответствует зависимости (3) при $\alpha = 0.41$. Из сравнения с (2) получаем, что параметр α есть отношение свободных объемов компонент раствора $\alpha = v_f^W / v_f^{EG}$. Исходя из уравнения (3), концентрационную зависимость вязкости можно представить в виде $\ln \eta = \frac{x_{EG}}{x_{EG} + \alpha x_W} \ln \eta_{EG} + \frac{\alpha x_{EG}}{x_{EG} + \alpha x_W} \ln \eta_W$, что показано на рис.4

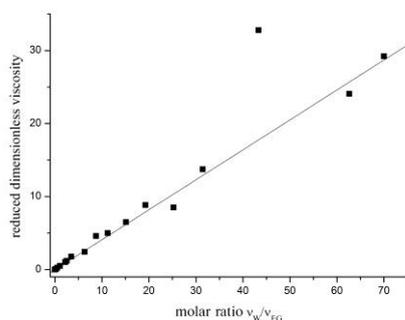


Рис.3. Зависимость приведенной вязкости от молярного соотношения. Сплошная линия соответствует уравнению (3).

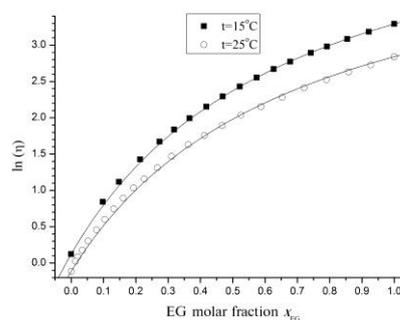


Рис.4. Концентрационная зависимость логарифма вязкости раствора ЭГВ при 15 и 25 °С: как функция от молярной доли ЭГ. Кривые соответствуют уравнению (8).

ЛИТЕРАТУРА

1. Loskutov V.V., Kosova G. N. Molecular Structure of an Ethylene Glycol–Water Solution at 298 K // Rus. J. Phys. Chem. A. 2019. 93. P. 260–264.
2. Loskutov V.V. Вязкость водных растворов моно-, ди- и три этиленгликолей // Изв. Высш. Уч. Завед. Хим. Хим. Технол. 2019. 62. С.41-46.

ГЕТЕРОЛИГАНДНОЕ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ НИКЕЛЯ(II) С ТРИЭТИЛЕНТЕТРАМИНОМ И ДИЭТИЛЕНТРИАМИНПЕНТАУКСУСНОЙ КИСЛОТЫ

Мельникова Ю.Д., Щеглова Н.В.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
juiea@mail.ru

Возможности тонкого регулирования свойств и широкие возможности практического применения соединений, содержащих в координационной сфере несколько различных комплексообразующих реагентов, обуславливает актуальность синтеза и исследований закономерностей образования таких веществ [1-3]. В связи с этим представляет интерес изучение реакций образования гетеролигандных соединений никеля(II) в водных растворах, содержащих одновременно два комплексообразующих реагента [4-6].

При изучении процесса комплексообразования никеля(II) с триэтилентетрамином (Триен) и диэтилен-триаминпентауксусной кислотой (ДТРА) установлено, что при введении в водный раствор сульфата никеля(II), для которого в электронном спектре поглощения регистрируется характеристический максимум на длине волны 620 нм, полидентатных комплексообразующих реагентов наблюдается гиперхромное изменение оптической плотности с одновременным гипсохромным сдвигом полос светопоглощения. Так в растворах двойной системы Ni(II):Триен = 1:1 максимум светопоглощения регистрируется на длине волны 610 нм, а в тройной системе Ni(II):ДТРА = 1:1 – на длине волны 635 нм. В растворах с одновременным присутствием лигандов в эквимольном соотношении характер электронных спектров поглощения зависит от кислотности среды. Так в кислых растворах (рН = 4,0) электронный спектр поглощения тройной системы Ni(II):Триен:ДТРА = 1:1:1 полностью совпадает с таковым для двойной системы Ni(II):ДТРА = 1:1, однако при переходе в щелочные среды наблюдается гипсохромное смещение характеристического максимума с одновременным значительным гиперхромным эффектом (рис. 1). Наблюдаемые изменения спектральной картины обусловлены одновременной координацией катионами никеля(II) полиаминого и полиаминополикарбоксилатного комплексообразующих реагентов в тройной системе.

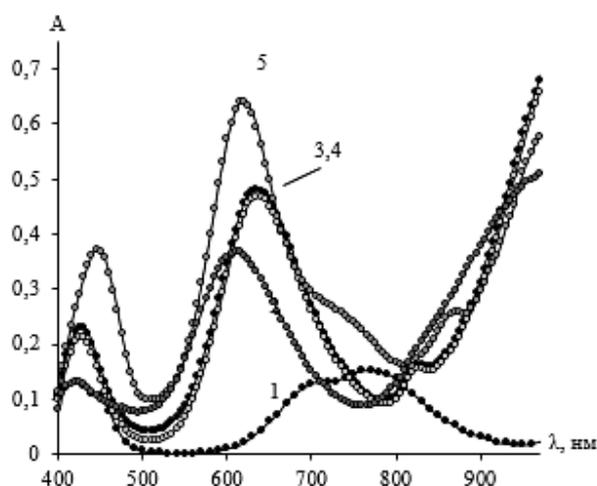


Рис. 1. Электронные спектры поглощения растворов систем Ni(II) - Триен, Ni(II) - ДТРА и Ni(II) – Триен – ДТРА
 1 – Ni(II);
 2 – Ni(II):Триен = 1:1, рН = 10,5;
 3 – Ni(II):ДТРА = 1:1, рН = 4,0;
 4 – Ni(II):Триен:ДТРА = 1:1:1, рН = 4,0;
 4 – Ni(II):Триен:ДТРА = 1:1:1, рН = 10,5;
 С(Ni(II)) = 0,02 моль/л; l = 3 см

Изменение оптических характеристик растворов двойной системы Ni(II) - Триен при варьировании кислотности среды приведено на рисунке 2. Установлено, что формирование полиаминого хелата никеля(II) начинается в слабокислой среде (рН = 4,3) и завершается при рН раствора 6,6. Образующее синее комплексное соединение стабильно в интервале кислотности среды от рН=6,2 до рН=8,0. Увеличение щелочности среды более рН=8,4 приводит к повышению оптической плотности растворов, регистрируемое на длине волны 610 нм, которое завершается при значении рН=9,1. Изменение оптических характеристик растворов, по-видимому, обусловлено изменением состава формирующихся в растворе комплексных частиц. Образующийся фиолетовый полиаминовый комплекс никеля(II) стабилен в интервале ΔрН = 9,1-10,6. Последующее увеличение рН раствора (более 10,6 единиц рН) приводит к разрушению комплексного соединения, обусловленное процессом щелочного гидролиза комплексообразователя и формированием в системе малорастворимого гидроксида никеля(II).

На зависимости А-рН для тройной системы Ni(II) – Триен – ДТРА как и для двойной системы Ni(II) – Триен наблюдается две области существования хелатов никеля(II) (ΔрН₁ = 2,0-5,0 и ΔрН₂ = 7,0-12,0), однако процессы комплексообразования в тройной системе реализуются уже в сильнокислых средах (при рН более 0,6), что, обусловлено высокой комплексообразующей способностью аминокислотного лиганда. Исследование электронных спектров поглощения тройной системы в растворах с ΔрН₁ = 2,0-5,0 подтвердило наличие анионов ДТРА в координационной сфере никеля(II), а оптические характеристики рас-

творов при $\Delta pH_2 = 7,0-12,0$ подтверждают образование гетеролигандного комплекса никеля(II) с ДТРА и Триен.

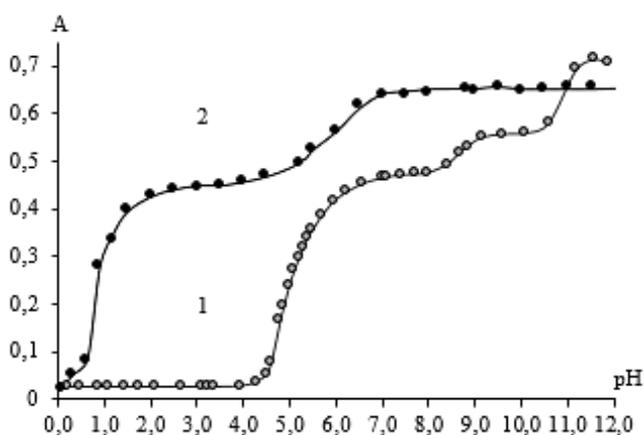


Рис. 2. Зависимость оптической плотности от pH для систем Ni(II) - Триен и Ni(II) – ДТРА- Триен
1 – Ni(II):Триен = 1:1;
2 – Ni(II):Триен:ДТРА = 1:1:1;
C(Ni(II)) = 0,02 моль/л; l = 3 см;
 $\lambda = 610$ (1) и 635 (2) нм

Для изучения мольного соотношения компонентов в координационной сфере комплексных частиц в двойной системе Ni(II) - Триен был использован метод насыщения комплексообразователя лигандом, для чего в растворах создавали постоянную концентрацию катионов никеля(II) с одновременным увеличением содержания полиаминного лиганда при постоянной кислотности среды ($\Delta pH = 8,0-8,5$). Зарегистрированные изменения оптической плотности однозначно подтвердили возможность существования в растворе комплексных частиц никеля(II) с Триен только с мольным соотношением 1:1. Для расчёта констант устойчивости полиаминных комплексов никеля(II) в двойной системе Ni(II) - Триен применяли метод Россоти и полученные экспериментальные данные зависимости $A = f(pH)$. Численные значения логарифмов констант устойчивости триэтилентетраминных комплексов никеля(II) представлены в таблице 1. Как и ожидалось, термодинамическая стабильность депротонированного триэтилентетраминникеля(II) превосходит устойчивость протонированных координационных частиц.

Таблица 1

Логарифмы констант устойчивости комплексов никеля(II) с триэтилентетрамином

ΔpH	Уравнение комплексообразования	$\lg \beta$	
		Экспер.	Литер. [7]
4,3-7,5	$Ni^{2+} + H_3X^{3+} \leftrightarrow [NiH_2X]^{4+} + H^+$	5,46	-
	$Ni^{2+} + H_2X^{2+} \leftrightarrow [NiHX]^{3+} + H^+$	8,25	-
7,5-11,5	$[NiH_2X]^{4+} \leftrightarrow [NiX]^{2+} + 2H^+$	13,58	14,0

ЛИТЕРАТУРА

1. Ali S. Mixed ligand complexes of Co(II) and Ni(II) containing organic acids and amine bases as primary and secondary ligands // Intern. J. Mater. Sci. Appl. 2015. V. 4. № 4. P. 225-228.
2. Пырзу Д.Ф., Гридчин С.Н. Образование смешаннолигандных комплексов металлов(II) с моноаминными комплексонами и аминокислотами в растворе // Журн. физ. химии. 2018. Т. 92. № 5. С. 741-750.
3. Корнев, В.И. Протолитическое и координационные равновесия в водных растворах комплексонатов никеля(II) / В. И. Корнев, Н. С. Буддакова // Журнал неорганической химии. – 2015. – Т. 60. – № 3. – С. 453-457.
4. Гимадеева Р.Р., Щеглова Н.В. Комплексообразование никеля(II) с нитрилтриуксусной кислотой и этилендиамином в водных растворах // Современные проблемы медицины и естественных наук: сб. статей Всерос. науч. конф. Йошкар-Ола: Мар гос. ун-т. 2018. Вып. 7. С.342–345.
5. Гимадеева Р.Р., Щеглова Н.В. Гетеролигандное комплексообразование никеля(II) с нитрилтриуксусной кислотой и диэтилентриамином // Студенческая наука и XXI век. 2019. Т. 16. № 1(18). С. 55-56.
6. Гимадеева Р.Р., Щеглова Н.В. Гетеролигандное комплексообразование никеля(II) с нитрилтриуксусной кислотой и полиаминами // Современные проблемы медицины и естественных наук: сб. статей Межд. науч. конф. Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т. 2019. Вып. 8. С. 196-198.
7. Lauriea S.H., Prime D.H. Analytical potentiometric and spectroscopic study of the equilibria in the aqueous nickel(II)-triethylenetetramine and nickel(II)-D-penicillamine systems // Can. J. Chem. 1979. V. 57. 3. 1411-1417.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ ЧАСТИЦ КЕРАМИЧЕСКОГО ГРАНУЛАТА В АГРЕССИВНЫХ СРЕДАХ

Михеева В.В., Полякова Е.А., Смирнова Л.Г.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
vikamikheeva0506@mail.ru, ecctb@mail.ru

Исследование коррозионной стойкости керамики в различных растворах кислот необходимо для оценки возможности изготовления из нее деталей, работающих в агрессивных средах. Для получения керамического материала с хорошими свойствами нужно, чтобы его микроструктура была однородной, мелкозернистой и свободной от дефектов. Одним из важнейших параметров исходного керамического порошка является размер частиц, который определяет свойства получаемой керамики [1].

Целью работы явилось определение размеров микрочастиц грубодисперсной системы, образованной керамическим порошком на основе глинозема в агрессивных средах, седиментационным методом, сущность которого заключается в определении скорости осаждения частиц под действием силы тяжести в центробежном поле. Этот метод дает возможность получения кривых распределения частиц по размерам. Анализ этих зависимостей позволяет установить, относительное содержание микрочастиц в заданных интервалах радиуса или фракционный состав системы [2].

Были исследованы системы «Керамический порошок- вода- уксусная кислота» и «Керамический порошок- вода- щавелевая кислота». Определение массы оседающих частиц проводилось при помощи торсионных весов.

С помощью измерений были получены кривые седиментации. Методом касательных была проведена обработка полученных кривых седиментации, рассчитаны массы (m_i) и процентное содержание каждой фракции (рис.1 и рис.2).

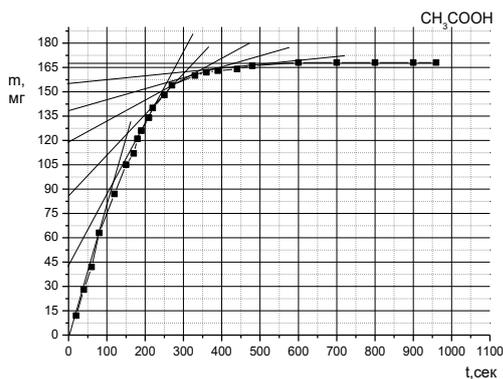


Рис.1. Кривая седиментации для системы «Керамический порошок- вода- уксусная кислота».

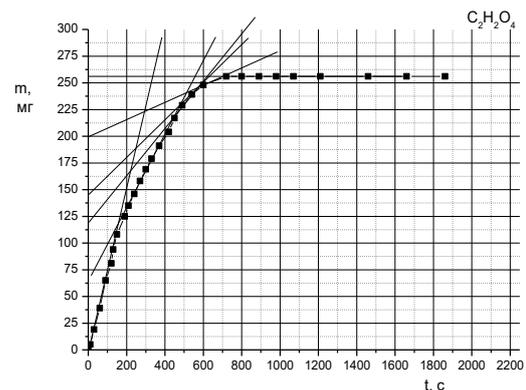


Рис.2. Кривая седиментации для системы «Керамический порошок- вода- щавелевая кислота».

Для каждой фракции рассчитывался радиус частиц (r) и были построены интегральные кривые распределения частиц по размерам, позволяющие определить процентное содержание дисперсной фазы с определенными размерами микрочастиц (r_i) в системе (рис.3 и рис.4).

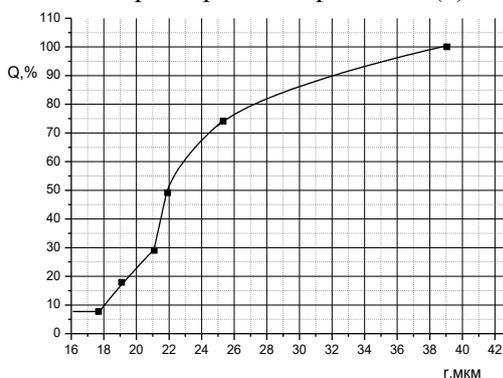


Рис.3. Интегральная кривая распределения частиц системы «Керамический порошок- вода- уксусная кислота».

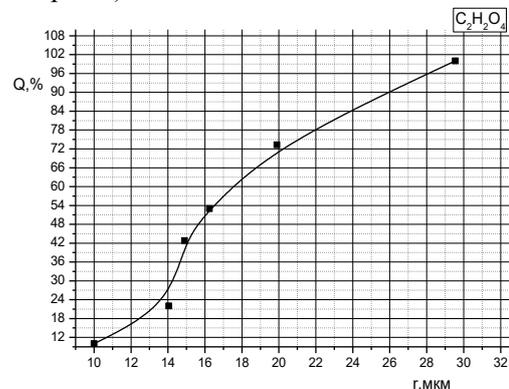


Рис.4. Интегральная кривая распределения частиц системы «Керамический порошок- вода- щавелевая кислота».

Более наглядное представление о распределении частиц по размерам дает дифференциальная кривая распределения, которая позволяет определить радиус микрочастиц, преобладающих в исследуемой грубодисперсной системе (рис.5 и рис.6).

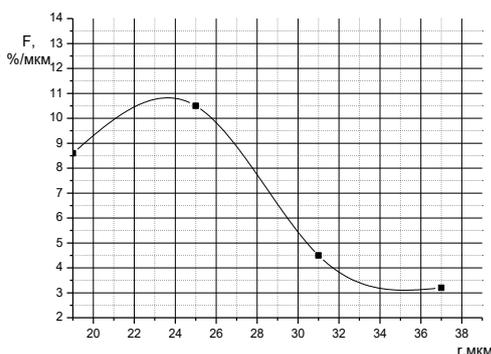


Рис.5. Дифференциальная кривая распределения частиц системы «Керамический порошок- вода- уксусная кислота».

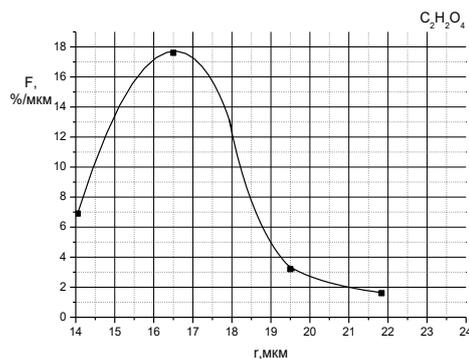


Рис.6. Дифференциальная кривая распределения частиц системы «Керамический порошок- вода- щавелевая кислота».

По полученной дифференциальной кривой размеры частиц исследуемой системы «Керамический порошок- вода- уксусная кислота» лежат в пределах от 19 до 28 мкм, преобладающей фракцией являются микрочастицы с $r = 24$ мкм. Аналогично был проведен анализ системы «Керамический порошок- вода- щавелевая кислота», размеры керамического материала в данной среде лежат в пределах от 14 до 18 мкм, преобладающей фракцией являются микрочастицы с $r = 16$ мкм.

Таким образом, метод седиментации позволил рассчитать радиусы керамического порошка в исследуемых агрессивных средах и определить размеры частиц.

ЛИТЕРАТУРА

1. Матренин С.В. Техническая керамика / С.В. Матренин, А.И. Слосман.- Томск: Изд-во ТПУ, 2004. С. 16-19.
2. Михеева В.В., Полякова Е.А. Определение размеров частиц керамического порошка// Студенческая наука и XXI век. – 2019. – Т.16.- №1(18).- Ч.1.- С.104-106.

КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ СВИНЦА ПЛЮМБОНОВЫМ МЕТОДОМ В ТВЕРДЫХ ФРАКЦИЯХ НЕФТИ

Моисеева Е.Г., Петухова Т.В.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
moiseeva_liza8231@mail.ru

Самыми распространенными продуктами переработки нефти являются различные виды топлива: дизельное топливо, мазут, авиакеросин и бензин. Исследование содержания ионов металлов в топливе является наиболее актуальной задачей в нефтехимии, поскольку от их количества зависит коррозионное воздействие топлива на детали двигателей, технологических установок, что может привести к выходу из строя оборудования, кроме того продукты переработки соединений свинца оказывают негативное влияние на окружающую среду [1].

Ранее мы изучили качественное содержание ионов металлов в твердой фракции (мазуте, солидоле) нефти [2]. Исследования проводились по ГОСТу 12417-94 «Нефтепродукты. Метод определения сульфатной золы» [3].

В результате проведения испытаний нами были обнаружены следующие ионы металлов: Pb^{2+} , Sn^{2+} , Fe^{3+} .

Таблица 1

Результаты качественного анализа мазута и графитового солидола.

Исследуемое вещество	Найденные ионы Me
Мазут	Pb^{2+} , Sn^{2+} , Fe^{3+}
Солидол графитовый	Sn^{2+} Pb^{2+}

Поскольку самым токсичным, из найденных ионов металлов, является ион свинца, а присадки к топливу, содержащие этот ион запрещены, мы провели исследование его количественного содержания [4].

Так как ГОСТа по обнаружению ионов свинца в твердых фракциях нефти не существует, наше исследование мы провели по ГОСТу 18293-72 «Вода питьевая. Методы определения содержания свинца, цинка, серебра», который был взят за основу потому что, он позволяет работать с малым количеством содержания ионов свинца. ГОСТ требовал небольшой модификации, которая заключалась в выдерживании исследуемых образцов в течение суток в дистиллированной воде. При этом происходило извлечение ионов

свинца в водную фазу, увеличение времени выдержки не приводило к росту концентрации ионов свинца в водной фазе.

В работе мы исследовали вторичные продукты переработки нефти – мазут и графитовый солидол. Было проведено количественное определение содержания ионов свинца фотоколориметрическим методом, который основывается на образовании соединения свинца с сульфарсезеном окрашенного в жёлто-оранжевый цвет.

Для построения калибровочного графика была приготовлена стандартная шкала (калибровочный график), представленная на рисунке 1.

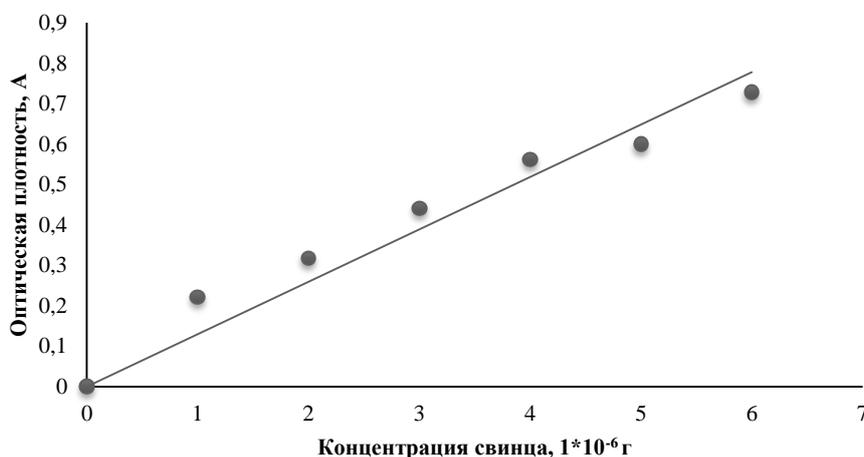


Рис.1. Калибровочный график стандартных растворов

Дальнейшее исследование проводили в соответствии с ГОСТом [5]. Полученный раствор оставляли на 30 минут для развития окраски. Интенсивность окраски измеряли фотометрически. Изменение оптической плотности проводили с зеленым светофильтром ($\lambda = 515$ нм), используя кювету с толщиной рабочего слоя 2 см.

Полученные результаты рассчитывали по формуле. Содержание свинца (X), мг/дм³:

$$X = \frac{a * 1000}{V * 1000}$$

где а – содержание свинца, найденное по калибровочному графику, мкг;

V – объём исследуемой воды, взятой для определения, см³.

Таблица 2

Результаты оптической плотности на фотоколориметре мазута и графитового солидола.

Исследуемые вещества	Оптическая плотность, А	Содержание свинца, мг/дм ³
Мазут (образец 1)	0,058	0,009
Мазут (образец 2)	0,149	0,023
Графитовый солидол (образец 1)	0,114	0,017
Графитовый солидол (образец 2)	0,110	0,017

Диапазон допустимых значений содержания свинца в топливе составляет 0,013мг/дм³ [6]. По данным эксперимента можно сделать вывод что, во всех исследованных образцах твердой фракции нефти присутствуют ионы свинца. Поскольку мазут является резервным топливом, а в различных видах топлива присадки со свинцом запрещены, необходим более жесткий контроль качества топлива на всех этапах его использования. Графитовый солидол так же должен подвергаться более полной очистке перед отправлением на промышленные предприятия, т.к. присутствие в нем ионов свинца неприемлемо.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ибраев М.К., Даулетжанова Ж.Т., Ахметчина Т.К., Голубев О.А. Определение свинца в жидком топливе и влияние его на окружающую среду. Тип: статья в журнале - научная статья Язык: русский. Номер: 9 (17) Год: 2017 Страницы: 190-193.
2. Моисеева Е.Г., Петухова Т.В. Качественное обнаружение ионов металлов в твердой фракции нефти (мазуте и солидоле) В сборнике: Современные проблемы медицины и естественных наук сборник статей Всероссийской научной конференции. 2018. С. 379-381.
3. ГОСТ 12417-94. Нефтепродукты. Метод определения сульфатной золы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://internet-law.ru/gosts/gost/38294/>

4. СТУДЕНЧЕСКАЯ НАУКА И XXI ВЕК. Учредитель: ФГБОУ ВО «Марийский Государственный Университет» / Исследование фракции нефти на содержание ионов металлов//Студенческая наука и XXI век. – 2018. – Т.15.- №2(17).- Ч.1.- С.115-116.

5. ГОСТ 18293-72. Вода питьевая. Методы определения содержания свинца, цинка, серебра. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-18293-72>

6. ГОСТ EN 237-2013 Нефтепродукты жидкие. Определение низких концентраций свинца методом атомно-абсорбционной спектроскопии. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200108423>

ИЗУЧЕНИЕ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ CU(II) С НИТРИЛОТРИУКСУСНОЙ КИСЛОТОЙ

Мурзаева В.Ю., Петухова Т.В.

ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет», г. Йошкар-Ола
murzaevaveronika23@mail.ru

Комплексоны и гидроксикарбоновые кислоты в виде индивидуальных реагентов и при совместном присутствии широко используются в качестве хелатирующих агентов в различных областях науки и техники. Одной из самых простых аминокислот является нитрилтриуксусная кислота. Она образует устойчивые растворимые комплексы с ионами металлов, имеет высокие значения констант устойчивости, которые являются следствием совокупного эффекта основной аминогруппы и высокого отрицательного заряда нескольких карбоксилатных групп, а также формирования нескольких пятичленных металлоциклов [1,2]. Нами была выбрана модельная система комплекса медь (II) с нитрилтриуксусной кислотой.

Ранее геометрическое строение комплекса было изучено с помощью квантово-химического расчета, результаты представлены на рисунках 1 и 2 и в таблице 1.

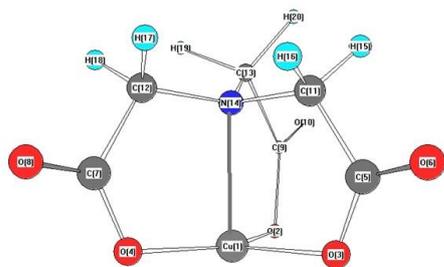


Рис 1. Геометрическое строение Cu(II) - Nta 1:1

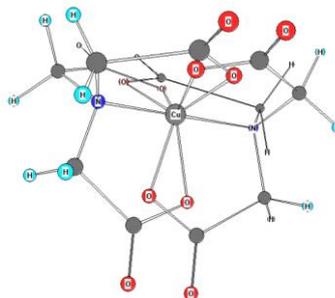


Рис. 2. Геометрическое строение Cu(II) - Nta 1:2

Таблица 1

Основные величины длин связей, рассчитанных в системе комплекса Cu(II) – NTA

Связь	Метод, длины связей					Лит. данные[4]
	V3LYP 3-21G	V3LYP 6-31G	V3LYP 6-31G(d)	HF 6-31G	HF 6-31G(d)	
Cu(1)-O(2)	1,840	1,883	1,868	1,922	1,914	1,95
Cu(1)-O(3)	1,872	1,919	1,920	1,915	1,924	1,95
Cu(1)-O(4)	1,841	1,883	1,868	1,915	1,907	1,98
Cu(1)-N(14)	1,996	2,202	2,143	2,269	2,187	2,07

В нашей работе мы исследовали систему Cu^{2+} и Nta спектрофотометрическим методом, с помощью электронных спектров поглощения, изучили комплексообразование Cu-Nta, нашли область устойчивости комплекса в соотношении 1:1, 1:2 и рассчитали константы устойчивости данных комплексов. Были сняты спектры поглощения водных растворов Cu(II) с Nta в соотношении 1:1 и 1:2, представленные на рис. 3, область максимального светопоглощения находится на длине волны $\lambda=820$ нм, все дальнейшие измерения проводились на этой длине волны. Для установления интервала pH растворов, оптимального для процессов комплексообразования в системе Cu-Nta, провели измерения оптической плотности в соотношении 1:2 при значениях pH от 0 до 12, с шагом измерения 0,25-0,5 единиц pH (рис. 4). На графике наблюдается две области существования устойчивого комплекса: первая от 1,98 до 6,7, вторая от 9,5 до 10,5.

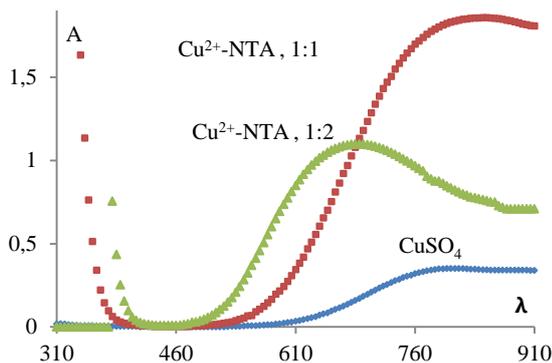


Рис. 3. Электронные спектры поглощения Cu(II) и Nta

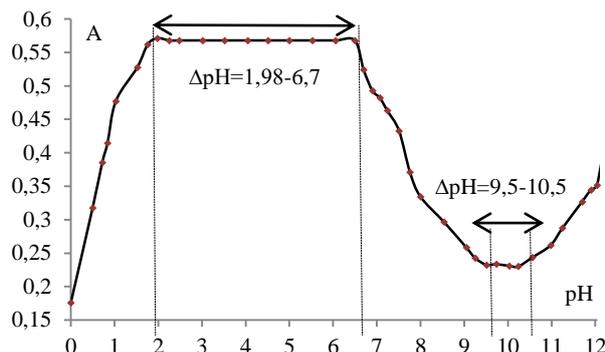


Рис. 4. Зависимость оптической плотности от pH

Мольное соотношение определяли методом серий насыщения. При постоянной общей концентрации металла постепенно увеличивали концентрацию лиганда. Были построены зависимости светопоглощения от отношения $C(\text{Cu(II)})$ к $C(\text{Nta})$, были получены две кривые насыщения. На рис. 5 наблюдается один излом, который соответствует стехиометрическому отношению $\text{Me:Lig} = 1:1$. Поддерживалась кислотность среды от pH 4-5. На рис. 6 наблюдается два излома, первый излом соответствует $\text{Me:Lig} = 1:1$, в щелочной среде он малоустойчив, второй свидетельствует о соотношении $\text{Me:Lig} = 1:2$, соблюдался постоянный pH 9,5-10,5.

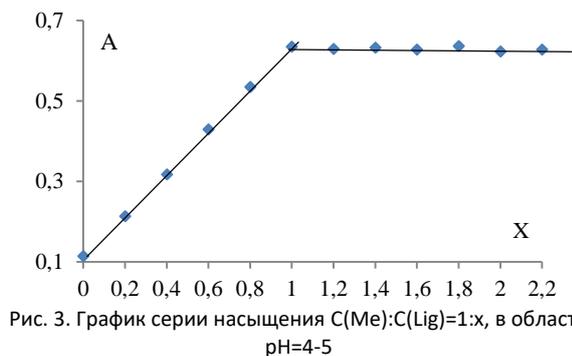


Рис. 3. График серии насыщения $C(\text{Me}):C(\text{Lig})=1:x$, в области pH=4-5

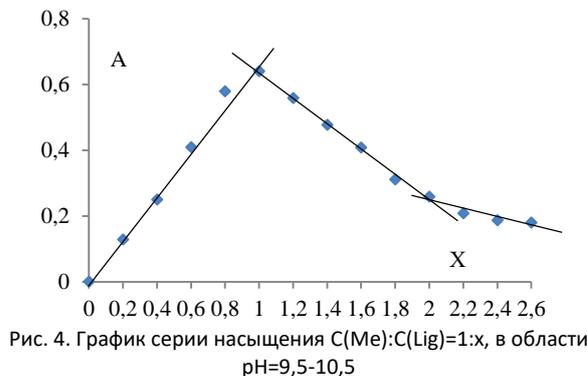


Рис. 4. График серии насыщения $C(\text{Me}):C(\text{Lig})=1:x$, в области pH=9,5-10,5

Расчет констант устойчивости и моделирования реакции комплексообразования провели методом Россоти. Используя экспериментальные данные оптической плотности и значений pH, в областях комплексообразования построены графики $\lg Q$ от pH. По графикам было определено число протонов, которые отщепляются от лиганда при образовании комплекса.

Таким образом спектрофотометрическим методом анализа проведено исследование системы Cu^{2+} -Nta и доказано существование процесса комплексообразования в растворе, методом серий насыщения подтверждено эквимолярное соотношение Me:Lig равное 1:1 и 1:2 в образовании комплекса Cu-Nta , с использованием расчетного метода Россоти определены значения констант устойчивости (табл. 2), которые хорошо согласуются с литературными данными.

Таблица 2

Расчет константы устойчивости

Моделирование реакций	$\lg \beta$	Литер. данные $\lg \beta$ [3]
$\text{Cu}^{2+} + \text{H}_2\text{X}^- \rightarrow 2\text{H}^+ + [\text{CuX}]^-$	12,84	12,96
$[\text{CuX}]^- + \text{HX}^- \rightarrow [\text{CuX}_2]^{4-} + \text{H}^+$	17	17,43

ЛИТЕРАТУРА

1. Сабанцев Д.В. Комплексообразование меди (II) с нитрилотриуксусной кислотой и этилендиамином в водных растворах/ Д.В. Сабанцев, Н.В. Щеглова // Современные проблемы медицины и естественных наук.2017. Вып. 6. С. 108-111.
2. Корнев В.И., Кепель Н.В. Смешанолигандные комплексы меди (II) с нитрилотриуксусной и лимонной кислотами в водном растворе // Вестн. Удмурт. ун-та. Физика. Химия. 2009. Вып. 2 С. 25-30.
3. Дятлова Н.М. Комплексоны и комплексоны металлов / Н. М. Дятлова, В. Я. Темкина, К. И. Попов. М.: Химия. 1988.С. 111.
4. Гришаева Т.Н. Сравнение производительности квантово-химических программных пакетов Gaussian 09, ORCA 2.8 и Priroda 11 на примере расчета структур комплексов никеля(II) и меди(II) / Т.Н. Гришаева, А.Н. Маслий // Вестник Казанского технологического университета. - 2012. - Т.12, №12. - С. 7-11.

КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ МЕДИ(II) С ТРИЭТИЛЕНТЕТРАМИНОМ В РАСТВОРАХ НИТРИЛОТРИУКСУСНОЙ И ЭТИЛЕНДИАМИНТЕТРАУКСУСНОЙ КИСЛОТ

Нурматов А.Б., Щеглова Н.В.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
nurmata@mail.ru

Уникальные особенности строения и устойчивости комплексных соединений, образующихся в поликомпонентных системах, обуславливают широкие области их применения, в том числе в качестве функциональных и технологических материалов, высокоэффективных и высокоспецифических лекарственных препаратов и средств диагностики. Это является определяющим фактором при проведении многочисленных исследований в области синтеза и исследования свойств комплексных соединений металлов с одновременной координацией разных комплексообразующих реагентов [1-4].

В данной работе приведены результаты изучения процессов комплексообразования меди(II) с триэтилентетрамином (Teta) в растворах аминокарбоксилатных лигандов: нитрилотриуксусной (Nta) и этилендиаминтетрауксусной (Edta) кислот с целью установления возможности формирования гетеролигандных координационных частиц. С применением метода молекулярной адсорбционной спектроскопии установлено, что в растворах системы Cu(II):Teta:Nta=1:1:1 процессы комплексообразования регистрируются уже в кислых средах ($\Delta\text{pH}=0,6-2,2$) с формированием устойчивых при $\Delta\text{pH}=2,2-4,0$ комплексных частиц определенного состава. Последующее понижение кислотности среды ($\Delta\text{pH}=3,4-6,2$) приводит к изменению состава хелатов меди(II) с уменьшением оптической плотности растворов в длинноволновой области спектра видимой области и с повышением светопоглощения растворов в коротковолновой области. Область существования комплексных частиц системы Cu(II)-Teta-Nta в щелочных растворах ограничивается интервалом $\Delta\text{pH}=6,2-11,8$ (рис. 1). В системе Cu(II):Teta:Edta=1:1:1 установлено, что образование комплексных частиц также реализуется уже в сильнокислых средах ($\Delta\text{pH}=0-0,6$), однако образующийся при низких значениях комплекс устойчив в весьма узком интервале pH ($\Delta\text{pH}=0,6-1,0$). Последующее увеличение щелочности растворов ($\Delta\text{pH}=1,0-3,8$) обеспечивает значительное увеличение светопоглощения растворов, обусловленное изменением состава координационной сферы в хелате меди(II), а интервал pH комплексных частиц нового состава составляет 3,8-6,5 единиц. В нейтральных и слабощелочных растворах ($\Delta\text{pH}=6,5-10,0$) в системе Cu(II):Teta:Edta=1:1:1, как и в системе Cu(II):Teta:Nta=1:1:1, снижается оптическая плотность растворов в длинноволновой области спектра видимой области и увеличивается светопоглощение растворов в коротковолновой области, что обусловлено процессами лигандного обмена. Образующееся в щелочных растворах системы Cu(II):Teta:Edta=1:1:1 комплексное соединение стабильно в более узком, по сравнению с системой Cu(II):Teta:Nta=1:1:1, диапазоне кислотности среды: от 10,0 до 12,0 единиц pH (рис. 2).

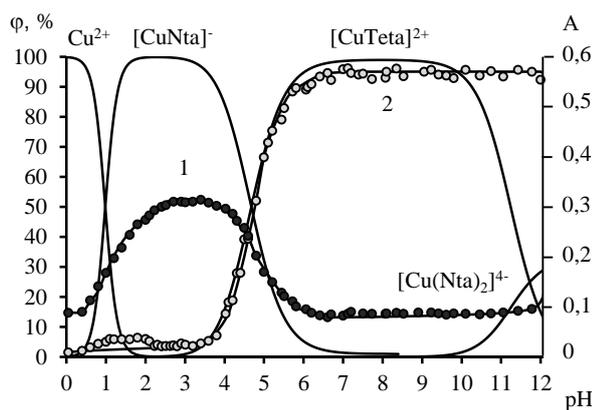


Рис. 1. Диаграммы распределения комплексов и зависимости оптической плотности от pH растворов системы Cu(II):Teta:Nta=1:1:1.
C(Cu(II))=0,01 моль/л, $\lambda=900$ (1) и 620 (2) нм, l=0,5 см

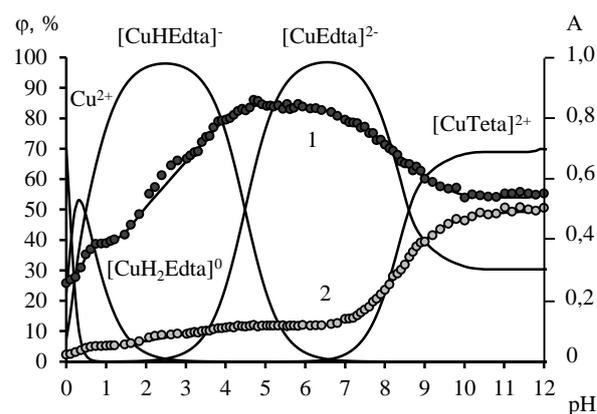


Рис. 2. Диаграммы распределения комплексов и зависимости оптической плотности от pH растворов системы Cu(II):Teta:Edta=1:1:1.
C(Cu(II))=0,01 моль/л, $\lambda=780$ (1) и 640 (2) нм, l=0,5 см

Изучение электронных спектров поглощения растворов систем Cu(II):Teta:Nta=1:1:1 и Cu(II):Teta:Edta=1:1:1 (рис. 3 и 4) и применение метода серий насыщения в растворах при pH, соответствующих стабильному существованию комплексных соединений, позволило однозначно установить состав формирующихся в растворах координационных частиц. Согласно полученным данным в обеих исследуемых системах в кислых растворах внутренняя сфера комплексных частиц меди(II) содержит анионы

аминокарбоксилатного лиганда, а по мере повышения щелочности среды наблюдаются процессы лигандного обмена с замещением комплексона на молекулы полиаминного лиганда. Причем согласно диаграммам распределения комплексных частиц (рис. 1 и 2) в системе Cu(II):Teta:Nta=1:1:1 в слабощелочных средах в растворе катионы меди(II) максимально координированы триэтилентетрамином, а в системе Cu(II):Teta:Edta=1:1:1 даже в сильнощелочных растворах образуется равновесная смесь триэтилентетраминного и этилендиаминтетраацетатного хелатов меди(II). Однако в системе Cu(II)-Teta-Edta, как и в системе Cu(II):Teta:Nta=1:1:1, в сильнощелочных растворах преобладающими являются комплексные частицы меди(II) с Teta.

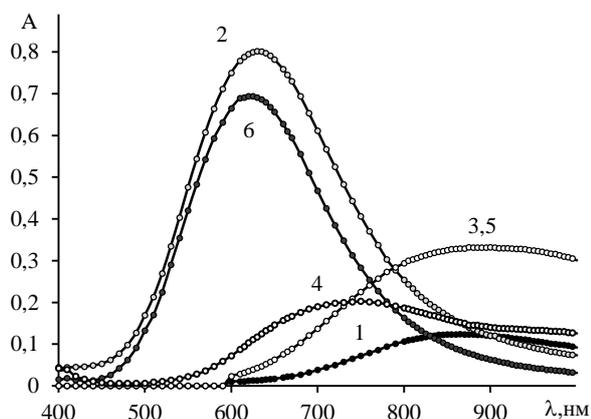


Рис. 3. Электронные спектры поглощения растворов системы Cu(II)-Teta-Nta.

1 - Cu(II); 2 - Cu(II):Teta=1:1, pH=7,2; 3 - Cu(II):Nta=1:1, pH=3,5;
4 - Cu(II):(Nta)=1:2, pH=9,8; 5 - Cu(II)-Teta-Nta=1:1:1, pH=9,2.
6 - Cu(II)-Teta-Nta=1:1:1, pH=9,2;
C(Cu(II))=0,01 моль/л, l=0,5 см

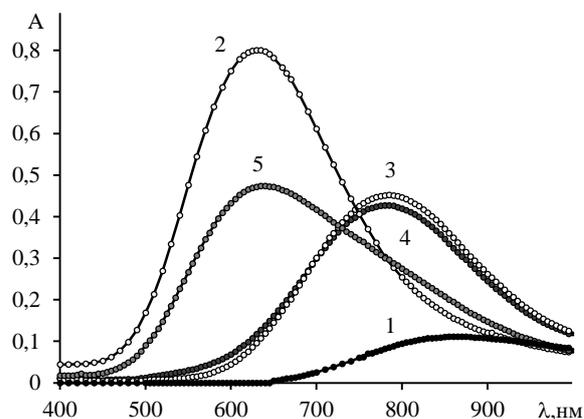


Рис. 4. Электронные спектры поглощения растворов системы Cu(II):Teta:Edta.

1 - Cu(II); 2 - Cu(II):Teta=1:1, pH=7,2;
3 - Cu(II):Edta=1:1, pH=7,0; 4 - Cu(II):Teta:Edta=1:1:1, pH=7,0;
5 - Cu(II):Teta:Edta=1:1:1, pH=11,8;
C(Cu(II))=0,01 моль/л, l=0,5 см

С использованием расчетного метода Россотти были смоделированы процессы хелатирования катионов меди(II) в растворах при совместном присутствии Teta и комплексонов и определены количественные характеристики образующихся комплексных частиц, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Процессы комплексообразования меди(II) в растворах при совместном присутствии триэтилентетрамина и нитрилотриуксусной или этилендиаминтетрауксусной кислот

Система	ΔрН	Реакция комплексообразования	lgβ
Cu(II):Teta:Nta=1:1:1	2,2 - 4,0	$Cu^{2+} + H_3Nta = [CuHNta]^0 + 2H^+$	5,01
		$Cu^{2+} + H_2Nta^- = [CuNta]^- + 2H^+$	12,75
		$Cu^{2+} + H_3Nta = [CuNta]^- + 3H^+$	12,67
	6,2 - 11,8	$[CuNta]^- + H_3Teta^{3+} = [CuTeta]^{2+} + Nta^{3-} + 3H^+$	21,73
Cu(II):Teta:Edta=1:1:1	0,6 - 1,0	$Cu^{2+} + H_6Edta^{2+} = [CuH_2Edta]^0 + 4H^+$	8,63
		$Cu^{2+} + H_5Edta^+ = [CuHEdta]^- + 4H^+$	14,29
	3,8 - 6,5	$[CuH_2Edta]^0 = [CuHEdta]^- + H^+$	14,32
		$[CuH_2Edta]^0 = [CuEdta]^{2-} + 2H^+$	20,07
10,0 - 12,0	$[CuEdta]^{2-} + HTeta^+ = [CuTeta]^{2+} + Edta^{4-} + H^+$	20,44	

Полученные экспериментальные данные позволяют сделать вывод об отсутствии гетеролигандного комплексообразования в системах Cu(II)-Teta-Nta и Cu(II)-Teta-Edta, а в растворах меди(II) при совместном присутствии триэтилентетрамина и нитрилотриуксусной или этилендиаминтетрауксусной кислот реализуется только конкурирующее комплексообразование, причем в щелочных средах, где возможна координация обоих комплексообразующих реагентов, полиамин проявляет дискриминирующие свойства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Астафьева Е., Золотарева А., Шеглова Н.В., Попова Т.В. Смешаннолигандные комплексы меди(II) и никеля(II) с диаминами // Структура и динамика молекулярных систем: сб. статей XIV Всерос. конф.. 2007. С. 364-367.
2. Лазарева Н.О. Конкурирующее и смешаннолигандное комплексообразование меди(II) с диэтилентриамином в растворах комплексонов // Студ. наука и XXI век. 2017. С. 53-55.

3. Сабанцев Д.В., Щеглова Н.В. Комплексообразование меди(II) с нитрилтриуксусной кислотой и этилендиамином в водных растворах // Современные проблемы медицины и естественных наук: сб. статей Всерос. науч. конф. Йошкар-Ола: ООО ИПФ «СТРИНГ». 2017. Вып. 6. С.108–111.

4. Лазарева Н.О., Щеглова Н.В. Дискриминирующие свойства ЭДТА и ДТПА в водных растворах диэтилентриаминных комплексов меди(II) // Современные проблемы медицины и естественных наук: сб. статей Межд. науч. конф. Йошкар-Ола: ООО ИПФ «СТРИНГ». 2017. Вып. 6. С. 18-22.

5. Reilley C.N., Schmid R.W. Stability of metal-triethylenetetramine complexes // J. Mitchell Soc. 1957. V. 57. № 11. 279-284.

6. Stability Constants Database SCQUERY, IUPAC and Academic Software SCQUERY Version 1.38. 1993.

ОЦЕНКА ПРИМЕНИМОСТИ ПОЛУЭМПИРИЧЕСКИХ МЕТОДОВ РАСЧЕТА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ НИТРИДНЫХ КЛАСТЕРФУЛЛЕРЕНОВ

Овсянников В. И., Петухова Т. В.

ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет
80nph1r3@gmail.com, chemistry@marsu.ru

Нитридные кластерфуллерены впервые были описаны в 1999 [1] и с тех пор привлекают внимание исследователей всего мира. Они применяются для создания фотоэлектрических элементов [2], в медицинской диагностике [3,4] и других областях.

Изучение таких систем с точки зрения квантовой химии представляет собой нетривиальную задачу, поскольку расчеты подобных молекул с использованием *ab initio* методов с большими базисными наборами могут быть достаточно затратны и из-за их большого размера. Учитывая это, становится привлекательным использование полуэмпирических методов расчета. Эти методы, несравнимо выгоднее в плане вычислительных затрат по сравнению с методами *ab initio*. Однако вследствие использования не имеющих физического смысла приближений, а также схемы параметризации серьезно ограничивает область применения полуэмпирических методов [5]. По этой причине полуэмпирические методы не могут применяться для получения удовлетворительных расчетных результатов, но могут стать инструментом предварительной обработки для последующих *ab initio* расчетов.

Электронная структура эндометаллофуллеренов описывается с помощью ионной модели, предполагающей перенос электронов от внутренних атомов к углеродному каркасу. Количество переносимых электронов зависит от внутренней части кластера. В данной работе были рассмотрены каркасы кластеров $Sc_3N@C_x$, ($x = 78, 82, 84, 96$). Для частицы Sc_3N характерен перенос 6 электронов, соответственно были рассмотрены каркасы $(D_h-C_{78})^{6-}$, $(C_s-C_{82})^{6-}$, $(C_s-C_{84})^{6-}$, $(D_2-C_{96})^{6-}$. Кластеры с такой симметрией были синтезированы и зарегистрированы [6].

Полуэмпирические методы показывают удовлетворительные результаты для оптимизации фуллерена C_{60} , как видно из таблиц 1 и 2.

Таблица 1

Длины связей в C_{60} , полученные экспериментально и расчетно с использованием полуэмпирических методов

Экспериментальные результаты, Å [7]			Расчетные результаты (среднее значение), Å		
Метод	5:6	6:6	Метод	5:6	6:6
ЯМР	1,448	1,370	AM1	1,4639	1,3846
Нейтроннография	1,444	1,391	RM1	1,4506	1,3751
Электроннография	1,458	1,401	PM3	1,4575	1,3839
РСА	1,467	1,355	PM6	1,4689	1,3856

Таблица 2

Абсолютные значения отклонения расчетных длин связей в C_{60} от экспериментальных, %

Расч. метод \ Эксп. метод	AM1		RM1		PM3		PM6	
	5:6	6:6	5:6	6:6	5:6	6:6	5:6	6:6
ЯМР	1,10	1,07	0,18	0,37	0,66	1,01	1,44	1,14
Нейтроннография	1,38	0,46	0,46	1,14	0,93	0,51	1,72	0,39
Электроннография	0,40	1,17	0,51	1,85	0,03	1,22	0,75	1,10
РСА	0,21	2,18	1,12	1,48	0,65	2,13	0,13	2,26
Ср. отклонение	0,77	1,22	0,57	1,21	0,57	1,22	1,01	1,22
Общ. отклонение	1,00		0,89		0,89		1,12	

Для *ab initio* расчетов был использован метод DFT на уровне BP86[8,9]/TZP[10]. При расчете энергии минимума таких систем полуэмпирические методы показывают неудовлетворительные результаты (таблица 3). Несмотря на это, данные о геометрии изучаемых нами углеродных структур можно в дальнейшем обрабатывать на уровне DFT BP86/TZP, который широко используется для решения задач изучения кластерных эндометаллофуллеренов [6], с использованием программного пакета CP2K. В связи с размером системы расчет проводился с использованием псевдопотенциала GTH-BP [11] и базисного набора, оптимизированного для неперриодических молекулярных расчетов TZVP-MOLOPT-GTH [12]. Были получены минимизированные структуры, энергия которых сравнивалась с энергией структуры, полученных также в результате расчетов *ab initio*, но предварительно обработанных различными полуэмпирическими методами. Результаты расчетов представлены в таблице 3.

Видно, что в расчетах с предварительной обработкой время вычисления снижается. Более наглядно это представлено на рисунке 1.

Полученные нами результаты позволяют заключить, что, хотя полуэмпирические методы квантово-химических расчетов неприменимы в качестве самостоятельных, но позволяют сократить вычислительные расходы, но чем меньше размер системы, тем меньше выигрыш от применения предварительной полуэмпирической обработки. Также имеет значение выбор параметрической модели: некоторые из них могут не сокращать, но увеличивать время расчета (как, например, PM6 для $(D_h-C_{78})^{6-}$). Таким образом, упрощается работа с большими системами, но для менее масштабных молекул эффект не так значителен.

Таблица 3

Результаты расчета внешних структур кластерфуллеренов, %

	$(D_h-C_{78})^{6-}$				$(C_5-C_{82})^{6-}$			
	AM1	PM3	PM6	RM1	AM1	PM3	PM6	RM1
Сходимость энергии минимума	17,71	23,84	21,26	19,55	17,69	23,82	21,25	19,53
Сходимость энергии минимума при постобработке	$1,44 \cdot 10^{-5}$	$1,32 \cdot 10^{-5}$	$1,44 \cdot 10^{-5}$	$1,42 \cdot 10^{-5}$	$6,82 \cdot 10^{-6}$	$7,10 \cdot 10^{-6}$	$4,81 \cdot 10^{-6}$	$6,55 \cdot 10^{-6}$
Уменьшение времени расчета	20,33	16,72	-1,77	6,66	23,80	18,78	8,78	19,03
	$(C_5-C_{84})^{6-}$				$(D_2-C_{96})^{6-}$			
	AM1	PM3	PM6	RM1	AM1	PM3	PM6	RM1
Сходимость энергии минимума	17,68	23,81	21,24	19,52	17,67	23,79	21,23	19,50
Сходимость энергии минимума при постобработке	$8,73 \cdot 10^{-6}$	$9,40 \cdot 10^{-6}$	$3,18 \cdot 10^{-6}$	$7,11 \cdot 10^{-6}$	$1,75 \cdot 10^{-6}$	$1,75 \cdot 10^{-6}$	$1,82 \cdot 10^{-6}$	$1,30 \cdot 10^{-6}$
Уменьшение времени расчета	31,73	30,28	21,97	25,38	39,06	41,27	32,60	36,82

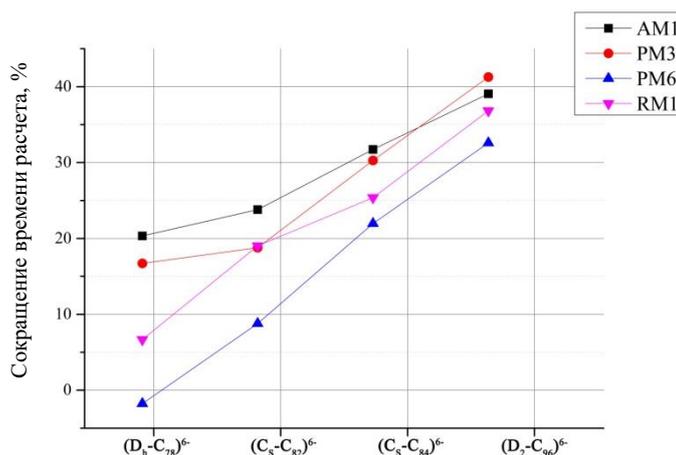


Рис. 1. Динамика сокращения вычислительных расходов с ростом системы при предварительной обработке

ЛИТЕРАТУРА

1. S. Stevenson, G. Rice, T. Glass, K. Harich, F. Cromer, M. R. Jordan, J. Craft, E. Hadju, R. Bible, M. M. Olmstead, K. Maitra, A. J. Fisher, A. L. Balch and H. C. Dorn. Erratum: Small-bandgap endohedral metallofullerenes in high yield and purity // Nature, 401, 1999. С. 55-57.
2. J. R. Pinzón, M. E. Plonska-Brzezinska, C. M. Cardona, A. J. Athans, S. S. Gayathri, D. M. Guldi, M. A. Herranz, N. Martin, T. Torres, L. Echegoyen. Sc3N@C80-ferrocene electron-donor/acceptor conjugates as promising materials for photovoltaic applications // Angewandte Chemie International Edition, 47, 2008. С. 4173-4176.

3. Ch. Shu, F. D. Corwin, J. Zhang, Zh. Chen, J. E. Reid, M. Sun, W. Xu, J. H. Sim, Ch. Wang, P. P. Fatouros, A. R. Esker, H W. Gibson, H. C. Dorn. Facile Preparation of a New Gadofullerene-Based Magnetic Resonance Imaging Contrast Agent with High 1H Relaxivity // Bioconjugate Chemistry, 20, 2009. С. 1186-1193.
4. K. Braun, L. Dunsch, R. Pipkorn, M. Bock, T. Baeuerle, Sh. Yang, W. Waldeck, M. Wiessler. Gain of a 500-fold sensitivity on an intravital MR Contrast Agent based on an endohedral Gadolinium-Cluster-Fullerene-Conjugate: A new chance in cancer diagnostics // International Journal of Medical Science, 7, 2010. С. 136-146.
5. Блатов В.А. Полуэмпирические расчетные методы квантовой химии: Учебное пособие / В.А. Блатов, А.П.Шевченко, Е.В. Пересыпкина – изд-е 2 - Самара: «Универс-групп», 2008. С. 7.
6. M. Mulet-Gas. Computations on Endohedral Metallofullerenes: Characterization, Properties and Growth. 2015. С. 44-62
7. L. Stobinski, J. Peszke, Hong-Ming Lin Computational studies of SWCNTs capped by hemispheres of C₆₀ fullerene, based on semi-empirical methods // Reviews on Advanced Material Science, 5, 2003. С. 365.
8. A. D. Becke. Density functional calculations of molecular bond energies // Journal of Chemical Physics, 84, 1986. С. 4524.
9. J. P. Perdew. Density-functional approximation for the correlation energy of the inhomogeneous electron gas // Physical Review B, 33, 1986. С. 8822-8824.
10. S. H. Vosko, L. Wilk, and M. Nusair. Accurate spin-dependent electron liquid correlation energies for local spin density calculations: A critical analysis // Canadian Journal of Physics, 58, 1980. С. 1200.
11. S. Goedecker, M. Teter, J. Hutter. Separable dual-space Gaussian pseudopotentials // Physical Review B, 54, 1996. С. 1703.
12. J. V. VandeVondele, J. Hutter. Gaussian basis sets for accurate calculations on molecular systems in gas and condensed phases // Journal of Chemical Physics, 127, 2007. С. 114105-1- 114105-9

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ СОРБЦИИ ХЛОРИД ИОНОВ НА СИНТЕТИЧЕСКИХ АНИОНИТАХ

Оразматов Д.З., Смирнова Л.Г.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
smirnova_lg@mail.ru

Защите окружающей среды от возрастающей антропогенной нагрузки в настоящее время уделяется все большее внимание во всем мире. Развитие промышленности, в том числе и химической, увеличение добычи ископаемого сырья, расширение использования транспорта сопровождается поступлением в окружающую среду больших количеств различных загрязняющих веществ, в том числе хлорид-ионами.

Сильное загрязнение окружающей среды приводят к возникновению неблагоприятных последствий, к нарушению нормальной жизнедеятельности биосферы, поэтому так актуальны работы связанные с процессом снижения содержания хлорид-ионов в объектах окружающей среды.

Целью работы являлось изучение процессов сорбции хлорид-ионов на сильноосновном анионите АВ-17-8 и слабоосновных анионитах АН-2ФН, АН-1, АН-31, ЭДЭ-10П. Была определена поглотительная способность данных сорбентов.

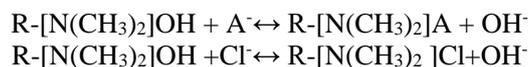
Функциональными группами анионитов являются первичные, вторичные, третичные, а так же четвертичные алифатические аминогруппы.

Предварительным этапом работы являлась подготовка ионообменных смол к работе. Сорбент переводили в ОН- форму выдерживая его в растворе гидроксида натрия с последующем промыванием раствором хлороводородной кислоты до нейтральной реакции среды.

Для количественного определения хлорид-ионов использовались ГОСТовские методы. Определение проводилось аргентометрически и меркуриметрически.

Процесс сорбции ионов изучался в статических условиях. Определенную массу синтетического ионита погружали в раствор хлорида натрия с известной концентрацией, интенсивно перемешивали, через определенный промежуток времени отбирали аликвоты растворов, в которых определяли содержание хлорид-ионов.

Обмен на анионитах протекает последующей схеме:



По полученным данным определялись сорбционные емкости каждого сорбента. Эксперимент проводился в течение 48 часов, химическое равновесие достигалось уже в первые 30-60 минут, в зависимости от анионита. Как показал эксперимент, меркуриметрическое титрование является более удобным и точным. По полученным данным были определены величины поглотительной сорбции (a) ионитов.

Анионит	ЭДЭ-10П	АН-2ФН	АВ-17-8	АН-1	АН-31
a_{\max} , МОЛЬ/Г Cl-	0,0012	0,0009	0,0018	0,0011	0,0009

Как видно, высокоосновный сорбент АВ-17-8, имеющий четвертичные алифатические аминогруппы обладает наибольшей поглотительной способностью по отношению хлорид-ионам, аниониты АН-31 и АН-2ФН, соответственно наименьшей.

Для количественной характеристики кинетических свойств анионитов рассчитаны константы скорости сорбции. В рассматриваемых системах концентрация ионогенных групп не изменяется. Можно допустить, что сорбция анионов описывается уравнением реакции первого порядка. $-dc/dt=kc$, или в решенном виде: $\ln c = \ln c^0 - kt$, c^0 и c - концентрация вещества исходная и в момент времени

На основе линейной зависимости вычислены константы скорости сорбции, которые приведены в таблице для исследуемых ионитов.

Как видно, из проведенных данных, наибольшее значение константы скорости реакции сорбции ионов имеет слабоосновной анионит АН-1, самое наименьшее АН-2ФН.

Ионит	Cl ⁻ -ионы	
	Уравнение	k
АВ-17-8	$y = - 0,0007x - 3,3871$	0,0007
АН-1	$y = - 0,0109x - 2,729$	0,0109
АН-2ФН	$y = - 0,0002x - 3,1749$	0,0002
АН-31	$y = - 0,0097x - 2,7716$	0,0097
ЭДЭ-10П	$y = - 0,0117x - 2,7184$	0,0117

Таким образом, при изучении процессов сорбции хлорид-ионов на синтетических анионитах по полученным данным можно сделать следующие выводы, что кинетика сорбции хлорид-ионов на синтетических сорбентах АВ-17-8 с функциональными четвертичными триметиламмониевыми группами основного характера, АН-1 с первичными и вторичными аминогруппами, АН-2ФН с вторичными и третичными алифатическими аминогруппами, ЭДЭ-10П с вторичными, третичными и четвертичными алифатическими аминогруппами и АН-31 с вторичными и третичными алифатическими аминогруппами одинакова, но константы скорости сорбции и величины поглотительной сорбции различны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Трус И. Н. Исследование процессов ионообменного разделения хлоридов и нитратов / И. Н. Трус, Н. Д. Гомеля, В. И. Воробьева // Экология и безопасность в техносфере : современные проблемы и пути решения. - 2016. - С. 15-17.

КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ МЕДИ(II) В РАСТВОРАХ ТРИЭТИЛЕНТЕТРАМИНА И ДИЭТИЛЕНТРИАМИНПЕНТАУКСУСНОЙ КИСЛОТЫ

Орлова А.В., Щеглова Н.В.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
orlova.an325@gmail.com

Достижения в области изучения состава, устойчивости и строения разнолигандных комплексов, установленные закономерности их образования, корреляции между термодинамическими и кинетическими характеристиками позволяют применять комплексные соединения в промышленности, медицине, науке и сельском хозяйстве [1 - 4].

В данной работе приведены результаты изучения реакций образования комплексных соединений меди(II) с триэтилентетрамином (Teta) и диэтилентриаминпентауксусной кислотой (Dtpa) в водных растворах спектрофотометрическим методом. При исследовании электронных спектров поглощения растворов установлено, что спектры как аквакоординированного катиона меди(II), так и систем Cu(II) – Teta, Cu(II) – Dtpa и Cu(II) – Teta - Dtpa относятся к синглетному типу с характеристическими максимумами светопоглощения на длинах волн от 500 до 800 нм (рис. 1). Кроме того, показано, что при наличии в растворе сульфата меди(II) эквимольного количества комплексообразующих реагентов наблюдаются значительные гипер- и гипсохромные эффекты, обусловленные хелатированием катиона металла.

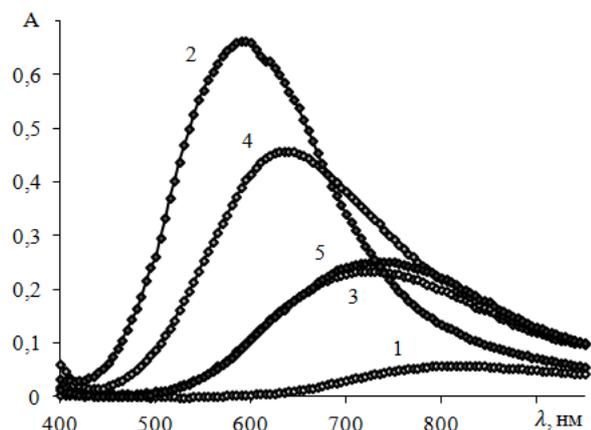


Рис. 1. Электронные спектры поглощения растворов систем Cu(II) – Teta и Cu(II) – Teta – Dtpa
 1 - Cu(II); 2 - Cu(II):Teta = 1:1, pH = 10,0;
 3 - Cu(II):Teta:Dtpa = 1:1:1, pH=2,0;
 4 - Cu(II):Teta:Dtpa = 1:1:1, pH=10,0;
 5 - Cu(II):Dtpa = 1:1, pH=2,0;
 $C(\text{Cu(II)}) = 0,01$ моль/л, $l = 0,5$ см

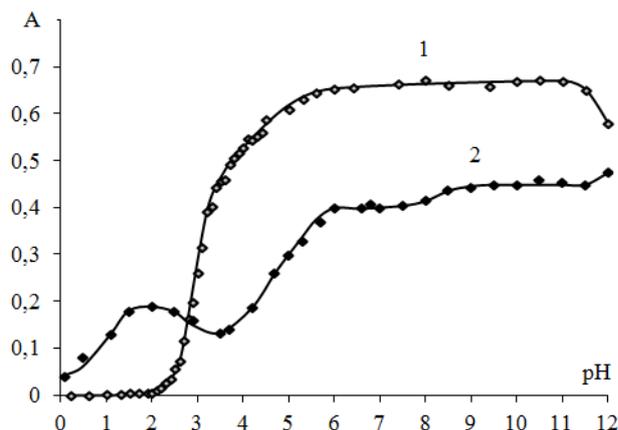


Рис. 2. Зависимости оптической плотности от pH растворов систем Cu(II) – Teta и Cu(II) – Teta – Dtpa
 1 - Cu(II):Teta = 1:1, $\lambda = 610$ нм;
 2 - Cu(II):Teta:Dtpa = 1:1:1, $\lambda = 630$ нм;
 $C(\text{Cu(II)}) = 0,01$ моль/л, $l = 0,5$ см

Поскольку процессы комплексообразования в растворах в значительной степени зависят от кислотных свойств водной среды, то для установления влияния кислотности среды на процессы комплексообразования в системах Cu(II) – Teta и Cu(II) – Teta – Dtpa были приготовлены серии растворов с постоянным соотношением концентраций ионов металла и лиганда с различными значениями pH.

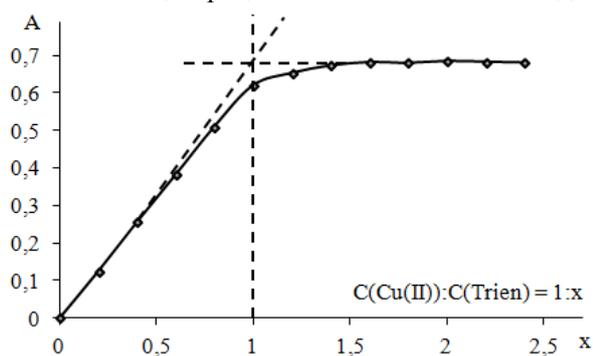


Рис. 4. График серии насыщения раствора меди(II) триэтилентетраминном
 $C(\text{Cu(II)}) = 0,01$ моль/л, pH = 6,5 - 11,0; $\lambda = 610$ нм, $l = 0,5$ см

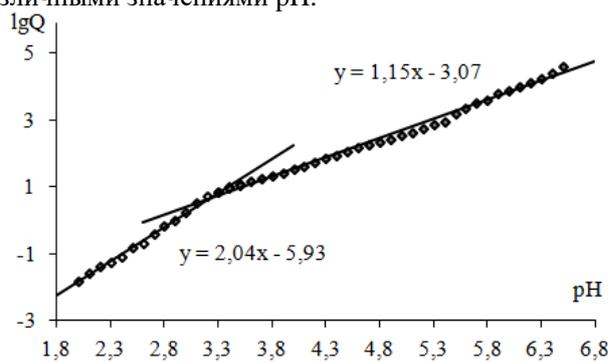
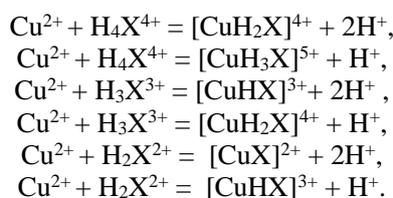


Рис. 3. Зависимости $\lg Q = f(\text{pH})$ для системы Cu(II):Trien = 1:1

Установлено, что оптические характеристики растворов для системы Cu(II):Teta = 1:1 изменяются в интервале $\Delta\text{pH} = 2,0 - 6,5$, а образующийся триэтилентетраминный хелат меди(II) устойчив в интервале $\Delta\text{pH} = 6,5 - 11,0$ (рис. 2). Последующее увеличение pH растворов приводит к нарушению гомогенности системы с выделением ярко-голубого осадка гидроксида меди(II). Эквимолярное соотношение компонентов в координационной сфере полиаминного комплекса меди(II) подтверждено методом серий насыщения (рис.3). После математической обработки экспериментальных данных методом Россотти и на основании полученных зависимостей $\lg Q = f(\text{pH})$ (рис.4) были смоделированы процессы хелатирования катионов меди(II) триэтилентетраминном:



Модельные схемы процессов комплексообразования в системе Cu(II) – Teta позволили определить численные значения констант устойчивости для комплекса меди с триэтилентетраминном (таблица 1).

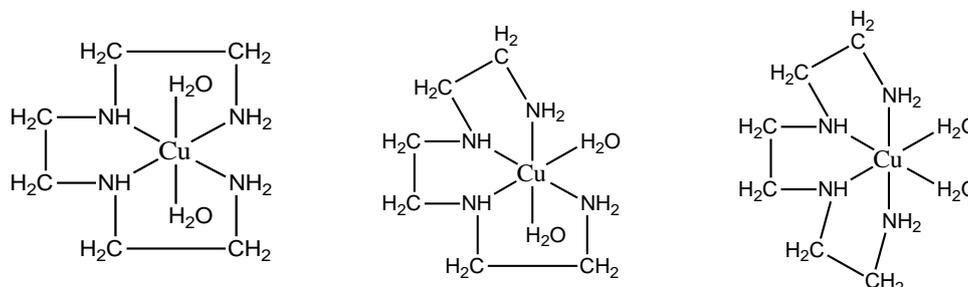
Таблица 1

Логарифмы констант устойчивости комплексов меди(II) с триэтилентетраминном

Состав комплексного иона	$\lg\beta$	
	эсп.	лит. [5]

$[\text{CuH}_3\text{X}]^{5+}$	2,48	—
$[\text{CuH}_2\text{X}]^{4+}$	5,11	—
$[\text{CuHX}]^{3+}$	9,95	—
$[\text{CuX}]^{2+}$	17,92	20,00

Как и следовало ожидать, устойчивость полиаминных хелатов меди(II) повышается по мере уменьшения степени протонирования комплексообразующего реагента. Наиболее вероятные схемы координации триэтилентетрамина в координационном полиэдре хелата меди(II) может быть представлены следующим образом:



В растворах системы $\text{Cu(II):Teta:Dtpa} = 1:1:1$ процессы комплексообразования регистрируются в более широком интервале кислотности растворов ($\Delta\text{pH} = 0 - 11,5$). При этом формируется несколько областей рН, соответствующих существованию разных по составу хелатов меди(II): $\Delta\text{pH}_1 = 1,5 - 3,0$; $\Delta\text{pH}_2 = 6,0 - 7,7$ и $\Delta\text{pH}_3 = 8,5 - 11,5$ (рис. 2). Изучение электронных спектров поглощения этой системы позволило установить, что в сильнокислых средах ($\Delta\text{pH}_1 = 1,5 - 3,0$) происходит формирование только Dtpa-хелата меди(II), поскольку оптические характеристики растворов систем $\text{Cu(II):Dtpa} = 1:1$ и $\text{Cu(II):Teta:Dtpa} = 1:1:1$ полностью совпадают (рис. 1). При переходе в щелочные среды ($\Delta\text{pH}_3 = 8,5 - 11,5$) электронный спектр раствора системы $\text{Cu(II):Teta:Dtpa} = 1:1:1$ значительно отличается от спектра раствора системы $\text{Cu(II):Teta} = 1:1$, причем наблюдается выраженные гипсо- и батохромные эффекты. Это, по-видимому, связано с отсутствием координации в щелочных растворах полиаминного лиганда, обусловленное высокой полиденатностью диэтилентриаминапентауксусной кислоты и тетрагональным искажением координационного полиэдра катионов меди(II).

ЛИТЕРАТУРА

1. Козловский Е.В., Пырзу Д.Ф., Хоченкова Т.Б. Термодимическое исследование реакций образования смешаннолигандных комплексов в системе $\text{M}^{2+}\text{-Nta}^{3-}\text{-En}$ ($\text{M} = \text{Ni}, \text{Cu}, \text{Zn}, \text{Cd}$) // Журн. неорг. химии. 2008. Т. 53. № 7. С. 1244-1247.
2. Santhakumar P., Arumugham M.N. Synthesis, characterization of copper (II) complex with mixed ligands of 1,10-phenanthroline, l-phenylalanine and ethylamine: studies on DNA binding, nuclease and biological activities// Int. J. Recent Scientific Research. 2012. V. 3, № 6. P. 459 -466.
3. Сабанцев Д.В., Щеглова Н.В. Комплексообразование меди(II) с нитрилотриуксусной кислотой и этилендиамином в водных растворах // Современные проблемы медицины и естественных наук: сб. статей Всерос. науч. конф. Йошкар-Ола: ООО ИПФ «СТРИНГ». 2017. Вып. 6. С.108–111.
4. Лазарева Н.О., Щеглова Н.В. Дискриминирующие свойства ЭДТА и ДТПА в водных растворах диэтилентриаминных комплексов меди(II) // Современные проблемы медицины и естественных наук: сб. статей Межд. науч. конф. Йошкар-Ола: ООО ИПФ «СТРИНГ». 2017. Вып. 6. С. 18-22.
5. Reilley C.N., Schmid R.W. Stability of metal-triethylenetetramine complexes // J. Mitchell Soc. 1957. V. 57. № 11. 279-284.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ХИМИЧЕСКОГО НИКЕЛИРОВАНИЯ

Остеев М.В., Смирнова Л.Г

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
osteev@mail.ru

В настоящее время остается актуальным вопрос повышения прочности и коррозионной стойкости различных материалов. Одним из способов решения данной проблемы является нанесение на поверхность детали металлического покрытия, которые имеют большое значение в промышленности, благодаря таким свойствам, как высокая микротвердость, износостойкость и коррозионная стойкость.

Процесс нанесения металлических покрытий химическим способом получил широкое распространение в промышленности благодаря высокой равномерности его толщины покрытия на деталях сложной конфигурации, высокой твердости и износостойкости.

В настоящее время разработаны составы растворов для нанесения химическим способом следующих металлов: никеля, меди, кобальта, олова, хрома, кадмия, свинца, драгоценных металлов и различных сплавов. В промышленности наиболее широко применяют химическое никелирование для деталей, которые требуют высокой точности по равномерности покрытия.

Сущность этого процесса заключается в химическом восстановлении никеля на поверхности детали из раствора, содержащего соль этого металла и восстановитель.

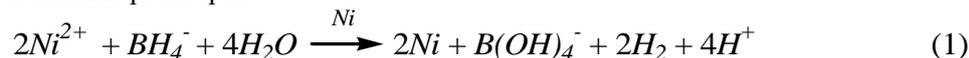
В состав растворов, как правило, входят следующие компоненты: соль осаждаемого металла, восстановитель, буферная добавка для стабилизации pH, комплексообразователь для удержания ионов никеля в растворённом состоянии, стабилизатор, предупреждающий объёмное саморазложение раствора.

В качестве никелевых солей наиболее часто используют NiCl_2 и NiSO_4 . В качестве восстановителей используют NaH_2PO_2 , NaBH_4 , N_2H_4 и аминобораны. В качестве стабилизирующих pH добавок в раствор вводят уксуснокислый натрий, молочную кислоту, малеиновокислый натрий, янтарнокислый натрий, адипиновую кислоту и другие. Для удержания ионов никеля в растворённом состоянии применяют комплексообразующие добавки, такие как лимоннокислый натрий и аммиак. Тиомочевина, тиосульфат натрия, сульфид свинца используются как стабилизаторы, предупреждающие объёмное саморазложение раствора.

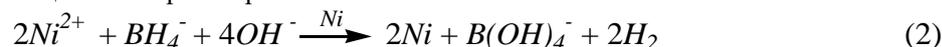
Интересны исследования влияния на качество антикоррозионного покрытия различных факторов, в том числе и действия разных восстановителей. Например, если использовать NaH_2PO_2 и NaBH_4 , то результаты химического никелирования будут зависеть еще и от полноты протекания химических реакций на поверхности деталей и от pH среды раствора

Боросодержащие соединения имеют большую восстановительную способность, чем гипофосфит, поэтому использование некоторых боросодержащих восстановителей даёт возможность получать покрытия при относительно низких температурах (40 °C). Это способствует их применению для нанесения покрытий на нетермостойкие неметаллические материалы. Кроме того, повышенная твёрдость Ni-B покрытий (особенно после термообработки), высокая температура плавления, большая износостойкость и коррозионная стойкость делают эти покрытия более привлекательными в машиностроении. Наиболее часто в промышленности применяют борогидрид натрия (NaBH_4). Восстановление никеля борогидридом можно представить следующими схемами.

В кислых растворах:

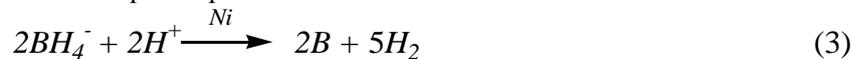


В щелочных растворах:

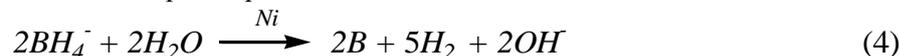


Восстановление бора происходит в результате каталитического распада восстановителя.

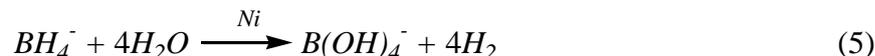
В кислых растворах:



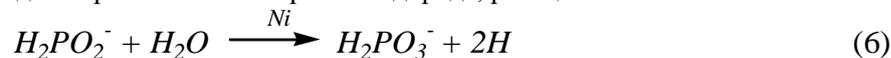
В щелочных растворах:



В ходе окислительно-восстановительного процесса часть борогидрида разлагается по уравнению 5 и как установлено в результате химического эксперимента, лишь 10–20 % его реагирует по схеме 1 и 2, восстанавливая никель:



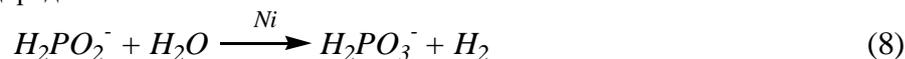
Если в качестве восстановителя применять гипофосфит натрия, то реакция восстановления никеля будет иметь ступенчатый характер. Исходя из того, что при растворении гипофосфита натрия в воде происходит образование атомарного водорода, реакцию можно записать:



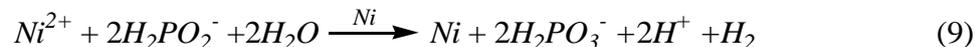
Выделяющийся водород, абсорбируется на поверхности деталей и вступает в реакцию с ионами никеля



Одновременно гипофосфит-ионы окисляются в результате гидролиза с выделением молекулярного водорода:



Суммарную реакцию химического никелирования гипофосфитом можно представить следующим уравнением:



Таким образом, определение особенностей химического никелирования, изменение состава растворов, температуры, pH среды, времени металлизации, подбор восстановителей, предложение механизма проте-

кания физико-химических процессов на поверхности деталей являются важнейшей задачей защиты материалов от коррозии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мамаев В. И. Функциональная гальванотехника: учебное пособие. Киров : ФГБОУ ВПО «ВятГУ», 2013. С. 208
2. Алексеенко И.А. Исследование механизма и совершенствование технологии химического никелирования алюминиевых сплавов. Томск: ТПУ, 2016. С. 99

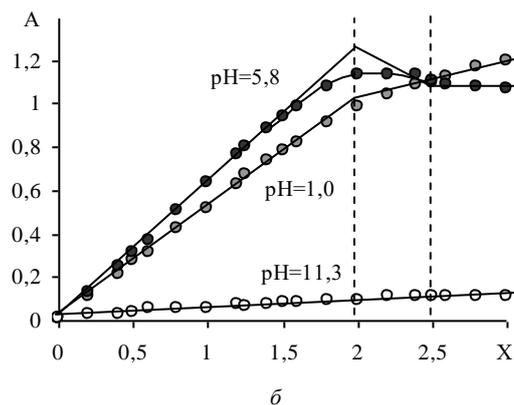
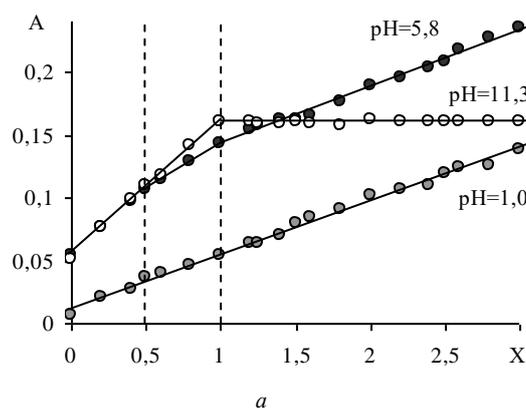
ГОМО- И ГЕТЕРОЯДЕРНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ДИЭТИЛТРИАМИНПЕНТАУКСУСНОЙ КИСЛОТЫ С КАТИОНАМИ КОБАЛЬТА(II) И МЕДИ(II) В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ

Павловская А.Р., Щеглова Н.В.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
npr.97@mail.ru

Актуальной задачей современной координационной химии является синтез и исследование полиядерных комплексных соединений с различным сочетанием металлоцентров с целью получения функциональных материалов с заданными свойствами [1-5]. В настоящее время установлены уникальные магнитные [6-8], электрические [9] и биохимические [10, 11] свойства, проявляемые гетерометаллическими однородно- и смешаннолигандными координационными частицами. Возможность варьирования природы металлоцентров в составе полиядерных хелатов стала определяющим фактором при разработке новых противогрибковых средств и химиотерапевтических препаратов с улучшенными фармакокинетическими и фармакодинамическими свойствами [12-14].

Методом молекулярной адсорбционной спектроскопии в видимой области спектра были исследованы гомо- и гетероядерные комплексы кобальта(II) и меди(II) с диэтилтриаминапентауксусной кислотой (H_5X) в водных растворах. Предварительные исследования гомоядерных ДТПА-комплексонатов кобальта(II) и меди(II) в растворах позволило установить, что высокая дентатность аминокарбоксилатного комплексообразующего реагента обеспечивает возможность формирования в растворах как моно- так и биядерных координационных частиц, для которых характеристические максимумы светопоглощения расположены на длинах волн 515 нм для систем $Co(II):DTPA = 1:1$ и $2:1$ и 330-350, 750 нм - для систем $Cu(II):DTPA = 1:1$ и $2:1$. В результате спектрофотометрического изучения возможности образования в водных растворах гетероядерного ДТПА-хелата с катионами кобальта(II) и меди(II) установлено, что синглетный электронный спектр поглощения гетероядерного ДТПА-комплекса кобальта(II), меди(II) не совпадает с соответствующими спектральными характеристиками растворов моно- и бигомоядерных хелатов металлов и характеризуется индивидуальной полосой светопоглощения с максимумом на длине волны 730 нм.



Изменением кислотности среды с одновременным фиксированием оптических характеристик были определены оптимальные условия формирования в растворах протонированных и депротонированных моноядерных, гомо- и гетеробиядерных комплексов металлов (таблица 1) и рассчитаны термодинамические параметры устойчивости образующихся координационных частиц [5]. Установлено, что для системы, содержащей одновременно два металлоцентра – катионы кобальта(II) и меди(II), хелатирование полиаминополикарбоксилатным реагентом реализуется в сильноокислых средах, однако при этом в растворах с $\Delta pH=0,3-0,7$ реализуется только формирование моноядерного монопротонированного хелата меди(II), устойчивого при $\Delta pH=0,8-1,3$.

При понижении кислотности среды ($\Delta pH=1,4-3,6$) регистрируется увеличение светопоглощения растворов, обусловленное одновременным депротонированием $[CuHX]^{2-}$ и внедрением в координационную сферу второго металлоцентра с образованием гетеробиядерного комплекса состава $[CoCuX]^{-}$ стабильного при $pH=3,7-7,4$. При переходе в щелочные среды ($pH>7,5$) гетерометаллический хелат подвергается гидролитическому разложению с выделением в твердую фазу малорастворимого гидроксида меди(II), а в щелочных растворах фиксируется только моноядерный ДТПА-хелат кобальта(II). Схема образования гетеронуклеарных координационных частиц в растворах с оптимальной кислотностью среды была подтверждена методом серий насыщения (рисунок 1), также определено мольное соотношение основных компонентов координационной сферы, равное $Co(II):Cu(II):ДТПА=1:1:1$.

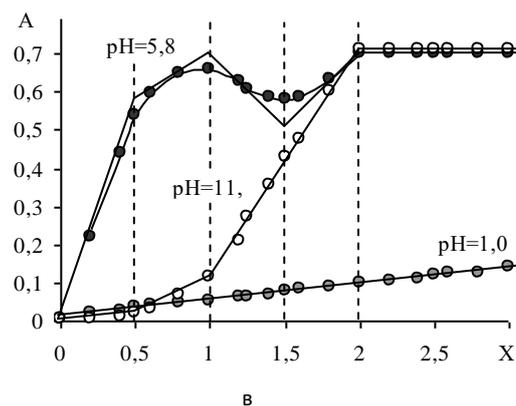


Рис. 1. Серии насыщения катионами кобальта(II) (а), меди(II) (б) и ДТПА (в) в системе Co(II)-Cu(II)-ДТПА
C = 0,01 моль/л; l = 1 см; λ = 500 (а) и 730 нм (б, в)

Таблица 1

Интервалы pH комплексообразования, состав и константы устойчивости комплексов кобальта(II) и меди(II) с ДТПА

Мольное соотношение металл:лиганд	ΔpH	Уравнения комплексообразования	$\lg \beta$	
			экспер.	литер. [15, 16]
1:1	0,1-1,0	$Co^{2+} + H_5X \rightarrow [CoHX]^{2-} + 4H^+$	17,47	-
	3,7-4,8	$[CoHX]^{2-} \rightarrow [CoX]^{3-} + H^+$	19,73	18,40-19,72
	0-2,0	$Cu^{2+} + H_5X \rightarrow [CuH_2X]^{-} + 3H^+$	12,11	13,80
		$Cu^{2+} + H_4X^{-} \rightarrow [CuHX]^{2-} + 3H^+$	16,24	15,72
2:1	0,3-1,0	$Co^{2+} + H_5X \rightarrow [CoH_2X]^{-} + 3H^+$	8,17	-
		$Co^{2+} + H_4X^{-} \rightarrow [CoHX]^{2-} + 3H^+$	16,09	-
	1,2-3,0	$Co^{2+} + [CoH_2X]^{-} \rightarrow [Co_2X]^{-} + 2H^+$	24,46	-
	0-2,0	$2Cu^{2+} + H_5X \leftrightarrow 5H^+ + [Cu_2X]^{-}$	27,03	27,00
1:1:1	0,3-0,7	$Cu^{2+} + H_6X^{+} \rightarrow [CuHX]^{2-} + 5H^+$	15,83	15,72
	1,4-3,6	$Co^{2+} + [CuHX]^{2-} \rightarrow [CoCuX]^{-} + H^+$	25,60	-

Математической обработкой экспериментальных данных методом Россотти определен логарифм констант устойчивости гетеробиядерных координационных частиц (таблица 1). Полученная величина свидетельствует, что термодинамическая стабильность гетеробиядерного хелата превосходит таковую у ДТПА-комплекса, содержащего в качестве двух металлоцентров только катионы кобальта(II), и уступает по устойчивости гомобиядерному диэтиленetriаминпентаацетату меди(II). Это обусловлено более низкой орбитальной электроотрицательностью катионов меди(II) с одновременным стабилизирующим влиянием эффекта Яна-Теллера, который приводит к упрочнению координационной связи меди(II) с четырьмя донорными атомами лиганда в экваториальной плоскости тетрагонально искаженных координационных полиэдров в ДТПА-хелате.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bulimstru I.G., Petrenko P.A., Gulea A.P., Gdaniec M., Simonov Yu.A. Synthesis and structure of heterometallic Bi(III) complex with diethylenetriaminepentaacetic acid // Russian Journal of Coordination Chemistry. 2005. V. 31, № 6. P. 420-428.
2. Щеглова Н.В., Попова Т.В., Ярошевская Х.М. Гетеробиядерные диэтиленetriаминпентаацетатные комплексы кобальта(II), никеля(II) и оксованадия(IV) в водных растворах. // Вестник технологического университета. 2014. Т. 17, № 14. С. 127-130.

3. Попова Т.В., Щеглова Н.В., Киселева В.А. Катионы оксованадия(IV) в реакциях гетерометаллического и разнолигандного комплексообразования // Известия АН. Серия химическая. 2015. № 8. С. 1857-1865.
4. Kornev V.I., Alabdulla G.F., Kropacheva T.N., Batueva E.V. Formation of heteropolynuclear cobalt(II) and nickel(II) complexonates with EDTA and 2-aminopropanoic acid // Russian Journal of Inorganic Chemistry. 2017. V. 62, № 5. P. 659-664.
5. Павловская А.Р., Щеглова Н.В. Комплексообразование кобальта(II) с диэтилентриаминпентауксусной кислотой в присутствии меди(II) // Современные проблемы медицины и естественных наук: сборник статей Международной научной конференции. Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т, 2019. Вып. 8. С. 237-238.
6. Bhatt V.D., Ram S. Synthesis and characterization of homo and heterodinuclear complexes of Co(II) and Ni(II) // Chem. Sci. Trans. 2013. V. 2(4). P. 1418-1426.
7. Martin E.C., Tudor V., Madalan A.M., Maxim C., Tuna F., Lloret F., Julve M., Andruh M. Heterometallic Co^{II}-Co^{III}-M^{II} alkoxido-bridged heptanuclear motifs (M=Cu, Zn). Syntheses, crystal structures and magnetic properties // Inorg. Chim. Acta. 2018. V. 475, P. 98-104.
8. Mitsuhashi R., Ueda T., Mikuriya M. Stepwise synthesis, hydrogen-bonded supramolecular structure and magnetic property of a Co-Mn heterodinuclear complex // Magnetochemistry. 2019. V. 5, N 5. P. 1-8.
9. Masoud M.S., Ali A.E., Mohamed R.H., El Zaher Mostafa M.A. Dielectric relaxation spectroscopy of heteronuclear cobalt(II)-copper(II) complex of 1-phenyl-3-methyl-5-pyrazolone // Spectrochim. acta. Part A. Mol. and Biomol. Spectroscopy. 2005. V. 62. N 4-5. P. 1114-1119.
10. Jastrzab R., Nowak M., Zabiszak M. Heteronuclear complexes of phosphocreatine with copper(II) and magnesium(II) ions // J. Iranian Chem. Soc. 2015. V. 12. N 2. P. 213-221.
11. Jarenmark M., Haukka M., Demeshko S., Tuczek F., Meyer L.Z.F., Nordlander E. Synthesis, characterization, and reactivity studies of heterodinuclear complexes modeling active sites in purple Acid phosphatases // J. Inorg. Chem. 2011. V. 50. N 9. P. 3866-3887.
12. Mashaly M.M., Ismail T.M., El-Maraghy S.B., Habib H.A. Heteronuclear complexes of oxorhenium(V) with Fe(III), Co(II), Ni(II), Cu(II), Cd(II) and UO₂(VI) and their biological activities // J. Coord. Chem. 2003. V. 57. N 13. P. 1099-1123.
13. Singh N., Jang S., Jo J.H., Kim D.H., Park D.W., Kim I., Kim H., Kang S.C., Chi K.W. Coordination-driven self-assembly and anti-cancer potency studies of ruthenium-cobalt-based heterometallic rectangles // Chemistry. 2016. V. 22(45). P. 16157-16164.
14. Van Niekerk A., Chellan P., Mapolie S.F. Heterometallic multinuclear complexes as anti-cancer agents-an overview of recent developments // Eur. J. Inorg. Chem. 2019. V. 30. P. 3432-3455.
15. Stability Constants Data Base SCQUERY. Version 1. 38. IUPAC and Academia Software. SCQUERY. 1993.
16. Алабулла Г.Ф., Батуева Е.В., Кропачева Т.Н., Корнев В.И. Моделирование равновесий комплексообразования кобальта(II) с диэтилентриаминпентауксусной кислотой в водных растворах // Химическая физика и мезоскопия. 2014. Т. 16. № 3. С. 461-465.

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЦЕССОВ ГИДРАТАЦИИ В ВОДНОМ РАСТВОРЕ L-ТРИПТОФАНА

Пирогова Е.А., Павлов А.А.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола

festesquecksilber@inbox.ru

Аминокислоты являются важной составной частью организма, и потому вызывают огромный интерес, так как они участвуют во многих биохимических процессах. Как всем известно, пептиды и белки состоят из аминокислотных остатков. Специфические особенности этих остатков обуславливаются природой боковых радикалов аминокислот. Так как все биохимические процессы происходят в водных растворах, то важное значение приобретает изучение процессов сольватации, в частности их термодинамических характеристик.

Объектом исследования являлась ароматическая аминокислота L-триптофан. Она является протеиногенной незаменимой аминокислотой и входит в состав белков всех живых организмов. Относится к ряду гидрофобных аминокислот, так как содержит ароматическое ядро индола, которое является неполярным.

На первоначальном этапе исследования необходимо было определить константы диссоциации триптофана. Для этого проводили потенциометрическое титрование раствора триптофана с концентрацией 0,01 моль/л растворами гидроксида натрия и соляной кислоты с концентрациями 0,1 моль/л. Для триптофана были получены следующие значения констант диссоциации, которые приведены в таблице 1.

Таблица 1

Значения констант диссоциации L-триптофана

	pK ₁	pK ₂
Рассчитанные	3,53	11,17
Литературные [1]	2,38	9,39

По полученным данным была рассчитана и построена кривая распределения ионных форм L-триптофана в водном растворе, которая приведена в рис.1.

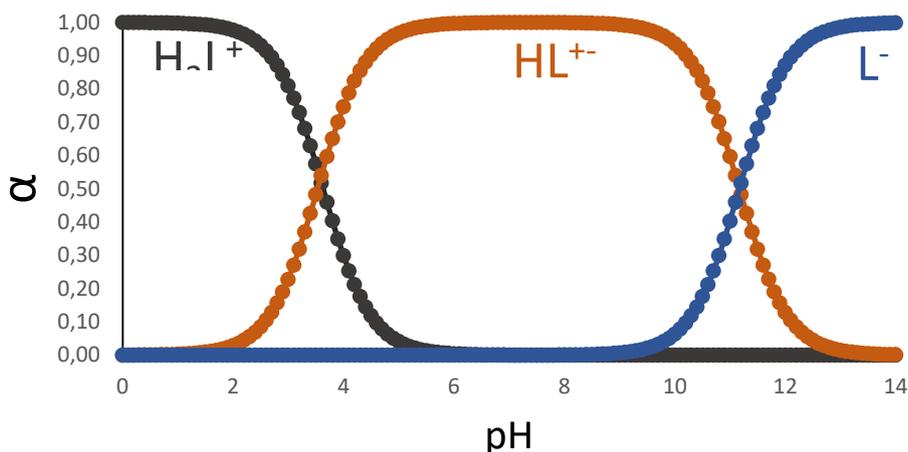


Рис.1 Диаграмма распределения ионных форм L-триптофана.

Исследование процессов растворения L-триптофана в воде проводили на анализаторе жидкости «Эксперт-001» с функцией калориметра с датчиком температуры и автоматической записью кривых «температура-время». Навеску аминокислоты массой 0,2042 г помещали в термостатирующий стакан, в котором находилось 100 мл воды и снимали показания температуры каждые 20 секунд. Далее рассчитывали тепловой эффект реакции. Для определения теплот диссоциации аминокислоты проводили её растворение в растворах соляной кислоты и гидроксида натрия. Тепловой эффект этих процессов будет складываться из теплоты растворения в воде, теплоты диссоциации и теплоты нейтрализации.

По данным тепловых эффектов растворения в растворах соляной кислоты и гидроксида натрия и по значениям энергии Гиббса диссоциации, которые приведены в таблице 2, были рассчитаны значения изменения энтропии диссоциации. Данные значения также приведены в таблице 2.

Таблица 2

Термодинамические параметры диссоциации L-триптофана

ΔG , кДж/моль	ΔH , кДж/моль	ΔS , Дж/моль
$\text{NH}_3^+\text{-CH(R)-COOH} \leftrightarrow \text{NH}_3^+\text{-CH(R)-COO}^- + \text{H}^+$		
19,8	2,2	-60
$\text{NH}_3^+\text{-CH(R)-COO}^- \leftrightarrow \text{NH}_2\text{-CH(R)-COO}^- + \text{H}^+$		
62,6	48,1	-49

Проанализировав данные из таблицы 2, можно сделать следующие выводы: отрыв протона от карбоксильной группы происходит легче, чем от аммонийной группы. Следовательно, иону водорода выгоднее присоединиться к амино-группе, поэтому в водном растворе легко образуются цвиттер-ионы. Уменьшение энтропии можно объяснить тем, что ионы гидратируются большим количеством молекул воды, чем нейтральная молекула аминокислоты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Якубке Х.-Д., Ешкайт Х. Аминокислоты, пептиды, белки. М. 1985. С. 33

ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРОЦЕССА ХИМИЧЕСКОГО ЗОЛОЧЕНИЯ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИХ ПЛАТ

Полякова Е. А., Смирнова Л.Г.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола

ecctb@mail.ru

Большая доля керамических изделий, используемых в радио- и электронной технике, в качестве финишной операции подвергается металлизации. В зависимости от назначения металлического покрытия и условий эксплуатации таких металлокерамических деталей выбирают соответствующие металлы и технологию их нанесения.

В промышленности широкое распространение получил процесс нанесения металлических покрытий химическим способом благодаря высокой равномерности его толщины на деталях сложной конфигурации, высокой твердости и износостойкости.

В ряду плоских финишных покрытий иммерсионное золочение занимает лидирующие позиции по распространенности в электронных изделиях ответственного применения.

Золотое покрытие печатной платы является завершающим, которое наносится в процессе ее производства на контактные площадки и другие открытые элементы печатного рисунка. Основная его функция — защита этих поверхностей, а также обеспечение качественной пайки электронных компонентов на электронную плату в течение определенного срока хранения.

Целью работы явилось проведение сравнительной характеристики иммерсионного золочения металлокерамических плат в растворах, содержащих разные соотношения компонентов на основе дицианоаурата калия, и изучение особенностей процесса химического золочения ими.

На сегодня разработана перспективная технология осаждения золота из электролитов на электронные платы химическим методом, имеющим ряд преимуществ: является безопасным бессвинцовым покрытием с мелкокристаллической и беспористой структурой; имеется возможность проводить дополнительное внутрисхемное тестирование; создаются идеально плоские, гладкие контактные площадки; обеспечивается хорошая паяемость. Материал, покрытый осажденным золотом, долговечен, не подвержен ионному загрязнению и не окисляется.

В нашей работе было проведено исследование двух растворов для иммерсионного золочения. Состав № 1 приготовлен нами на основе дицианоаурата калия, с содержанием его в растворе – 4 г/л, осаждение золота проводилось при температуре 92 °С в течение 60 минут.

Раствор №2 приобретен в готовом виде, содержание золота в электролите – 2,5 г/л. Исследовался при температуре – 80 °С, рН соблюдался в пределах 3,8-6,4. Покрытие проводилось в течение 10 минут.

Иммерсионному золочению подверглись изделия, предварительно покрытые химически осажденным никелем, со средней толщиной слоя – 5 мкм.

Используя электронный микроскоп, были детально рассмотрены полученные покрытия (рис. 1 и рис. 2) и определена толщина слоя осажденного золота на различных участках.

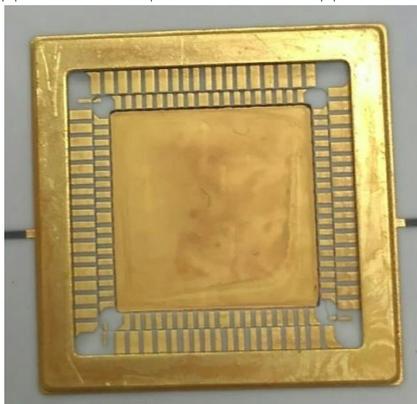


Рис.1 Покрытие, полученное при использовании раствора для иммерсионного золочения №1

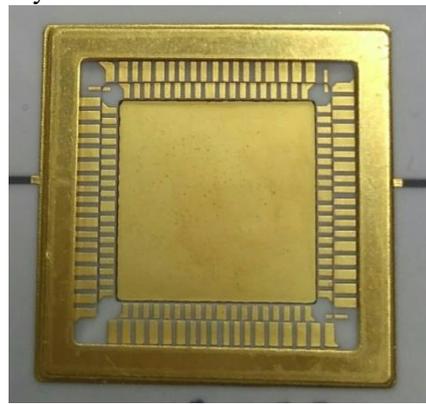


Рис.2 Покрытие, полученное при использовании раствора для иммерсионного золочения №2

Из литературы известно, что технология иммерсионного золочения применяется для получения тонкого слоя золота (0,05–0,15 мкм), в том числе, когда невозможно обеспечить токоподвод ко всем участкам, подлежащим металлизации и применить гальванический метод покрытия. Процесс применяется в технологиях изготовления печатных плат и как защитно-декоративное покрытие.

Значения, полученные при использовании электронного микроскопа, позволили рассчитать среднюю толщину покрытия плат, которая для раствора №1 составила 0,43 мкм, а для раствора № 2 – 0,55 мкм.

Слой осажденного золота, при использовании раствора № 1, получен неравномерным, имеет дефекты и рыжий оттенок, в отличие от покрытия, полученного в растворе №2.

Таким образом, сравнительная характеристика показывает необходимость более подробного изучения особенностей процесса химического золочения с использованием растворов различных составов и подбором условий для него.

ЛИТЕРАТУРА

1. Медведев А., Семенов П., Набатов Ю., Шкундина С. Иммерсионное золочение под пайку // Технологии в электронной промышленности. 2010. № 2.
2. Медведев А. М. Печатные платы. Требования для поверхностного монтажа // Компоненты и технологии. 2007. № 10. С. 166.
3. Ерендеев Ю. Финишные покрытия печатных плат в промышленных технологиях производства современной аппаратуры // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. 2012. № 7. С. 167.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ *oedph*-КОМПЛЕКСОВ ХРОМА(III) В ВОДНОМ РАСТВОРЕ

Попова Т.В.¹, Щеглова Н.В.², Зинин Д.С.¹

1 – Государственный гуманитарно-технологический университет, Орехово-Зуево

2 – Марийский государственный университет, Йошкар-Ола

tvpopova45@yandex.ru

Изучение процессов комплексообразования, происходящих в растворах, и их механизмов, а также информация о преобладающих формах комплексных частиц в реакционной среде, позволяют повысить эффективность и оптимизировать синтез твердых продуктов, а также эффективно разрабатывать методики направленного получения комплексных соединений заданного состава. Метод спектрофотометрии и рН метрии в сочетании с необходимым математическим расчетом позволяет получать достаточно достоверную информацию о формах существования комплексных частиц в растворах при варьировании условий, например, соотношения реагентов и рН среды.

Алкилдифосфоновые кислоты и их производные, как лиганды, представляют существенный интерес благодаря ярко выраженной специфичности их взаимодействия с рядом важных в практическом отношении катионов. Важнейшим представителем гем-замещенных дифосфоновых кислот является гидроксипентилдифосфоновая кислота (*oedph*, H_5X), содержащая наряду с кислотными центрами основной атом кислорода гидроксогруппы. Сочетание в молекуле *oedph* двух фосфоновых групп, способных к комплексообразованию в сильноокислой среде, и гидроксильной группы обуславливает широкий диапазон рН комплексообразования и уникальные свойства этого хеланта, что делает возможным образование прочных не только депротонированных, но и протонированных комплексов с катионами щелочноземельных, переходных и редкоземельных элементов.

Гомо- и гетерополиядерные наноразмерные комплексы на основе фосфонатных лигандов являются вполне адекватными моделями нанобиообъектов, выполняющих разнообразные ферментативные функции в биохимических реакциях живого организма. Гидроксипентилдифосфоновая кислота, как представитель фосфонатных лигандов, может быть достаточно обоснованно использована в качестве модельного биолганда. Свообразием строения молекулы и потенциальной гептадентатностью объясняется образование *oedph*-комплексов неэквивалентного состава и полиядерных частиц хелатного типа в условиях жесткой водородной конкуренции с образованием комплексных частиц разнообразного мольного соотношения для широкой области рН, охватывающей как сильноокислые, так и сильнощелочные среды [1-3].

Ранее нами было установлено, что гексааквакомплексные ионы хрома(III) существуют в водном растворе только до рН 2,0. Влияние электростатического поля лигандов проявляется в очень низкой скорости внутрисферного лигандного обмена, обеспечивая инертность аквакомплекса. Понижение кислотности среды усиливает гидролитические процессы разложения и уже при рН 3,0 в водном растворе солей хрома(III) преобладающей гидролитической формой является моногидроксопентааквакомплексный ион, а при рН 3,5-4,5 гидролитическое равновесие смещается в сторону образования ди- и тригидроакваформ иона хрома(III) [4].

Инициирование реакции замещения молекул воды анионами *oedph* в координационной сфере хрома(III) проводили нагреванием растворов в течение 10-15 минут при 90-95°C в присутствии гидрокарбонат-ионов [5]. Исследование системы $Cr(III)-oedph-H_2O$ выполнено спектрофотометрическим методом на спектрофотометре СФ-2000 с компьютерной записью результатов спектрофотометрического изучения системы при варьировании мольного соотношения исходных компонентов и рН среды.

Координация *oedph* катионом хрома(III) сопровождается высоким гиперхромным эффектом и bathochромным смещением максимумов поглощения в дуплетном спектре водного раствора хлорида хрома(III) ($\lambda_1 = 400$ нм, $\lambda_2 = 560$ нм). Кривая зависимости оптической плотности A от рН ($A = f(pH)$) при трехкратном избытке лиганда имеет довольно сложный вид, что указывает на образование в изучаемой системе по меньшей мере двух *oedph*-хелатов с разным мольным соотношением компонентов. До рН 2,0 происходит формирование первого гидроксипентилдифосфоната хрома(III), а при рН > 2,5, при условии избытка лиганда в системе, разрушение этого комплекса сопровождается образованием нового, более устойчивого *oedph*-хелата в интервале рН 2,5-4,0.

Методом насыщения комплексообразователя лигандом и методом изолярных серий установлено, что до рН 2,0 в условиях трехкратного избытка лиганда в системе происходит образование биядерного *oedph*-хелата с мольным отношением компонентов 2:3 в координационной сфере. Такое мольное соотношение реализуется и в других комплексообразующих системах с участием *oedph* [6]. С учетом доминирующей формы ионизации *oedph* в области рН комплексообразования, схему координации и формирование биядерной комплексной частицы можно представить следующей схемой: центральная молекула лиганда выполняет роль мостика, связывающего два координационных центра, причем к одному атому хрома присоединение молекулы *oedph* происходит атомом кислорода ионизированной фосфоновой группы, а к дру-

гому – атомом кислорода кратной связи P=O. Термодинамическая выгодность такой хелатной формы достигается замыканием шестичленных циклов как внутри кластера, так и с периферийными формами лиганда. Экспериментально установлено, что понижение кислотности растворов до pH 2,5 в изучаемой системе приводит к изменению состава доминирующей формы ионизации хеланта и переформированию координационной сферы до образования устойчивого в этих условиях бис-гидроксиэтилендифосфоната хрома(III), что также подтверждено экспериментально методом насыщения через построение диаграммы насыщения комплексообразователя лигандом.

Для моделирования реакций комплексообразования и расчета термодинамической устойчивости гидроксиэтилендифосфонатов хрома(III) использовали метод Россотти [7]. Расчетные формулы для оценки равновесных констант реакций образования комплексных частиц получали с учетом конкретных мольных соотношений компонентов и математической обработкой данных экспериментально полученных зависимостей $A = f(\text{pH})$. Полученные численные значения равновесных констант и констант устойчивости протонированных биядерных и бис-хелатов хрома(III) представлены в таблице.

Экспериментально изучены кинетические особенности формирования гидроксиэтилендифосфонатных комплексов хрома(III) при отсутствии инициатора в системе. Установлено, что реакции образования *oedph*-комплексов хрома(III) из-за инертности исходного гексааквакоординированного комплекса происходят достаточно медленно с определенными кинетическими затруднениями в течение 8-11 дней. Математической обработкой экспериментальных кинетических кривых методом построения графиков зависимости концентрации образующихся комплексных частиц от времени $A = f(\tau)$ в различных координатах показано, что реакции формирования комплексных частиц с мольным соотношением 2:3 и 1:2 имеют первый кинетический порядок по хеланту. На основании экспериментальных и рассчитанных кинетических параметров предложен механизм формирования биядерных (2:3) и бис-гидроксиэтилендифосфонатов хрома(III) в растворе, устойчивых в оптимальных интервалах pH 1,1-2,0 и 2,5-4,0 соответственно. Скоростьюопределяющей стадией многостадийного процесса является стадия внедрения первой частицы гидроксиэтилендифосфоновой кислоты в координационную сферу гексааква-, моногидрокси- или дигидроксиаквакомплексного катиона хрома(III).

Таблица

Рассчитанные значения равновесных констант реакций образования и констант устойчивости *oedph*-комплексов хрома(III)

Оптимальный ДрН	Мольное соотношение Me:Lig	Схема реакции комплексообразования	$K_{\text{равн}}$ скоростьопределяющей стадии	Константа устойчивости (β)
1,2-2,0	2:3	$2\text{Cr}^{3+} + 3\text{H}_5\text{X} \leftrightarrow [\text{Cr}_2(\text{H}_4\text{X})_3]^{3+} + 3\text{H}^+$	$(1,11 \pm 0,02) \cdot 10^2$	$(1,41 \pm 0,02) \cdot 10^8$
		$2\text{Cr}^{3+} + 3\text{H}_6\text{X} \leftrightarrow [\text{Cr}_2(\text{H}_3\text{X})_3] + 3\text{H}^+$	$(2,33 \pm 0,02) \cdot 10^3$	$(5,99 \pm 0,03) \cdot 10^{14}$
2,5-4,0	1:2	$\text{Cr}^{3+} + 2\text{H}_4\text{X} \leftrightarrow [\text{Cr}(\text{H}_3\text{X})_2] + 2\text{H}^+$	$(5,35 \pm 0,03) \cdot 10^{-2}$	$(5,63 \pm 0,03) \cdot 10^7$
		$\text{Cr}^{3+} + 2\text{H}_3\text{X}^2 \leftrightarrow [\text{Cr}(\text{H}_2\text{X})_2]^{3+} + 2\text{H}^+$	$(7,84 \pm 0,03) \cdot 10^{-2}$	$(2,84 \pm 0,02) \cdot 10^{11}$

ЛИТЕРАТУРА

1. Романова И. В., Сирелко В. В., Хайнаков С. Л., Костромин Н. А. Комплексные соединения оксиэтилендифосфоновой кислоты с титаном. // Журн. неорг. химии. 1995. Т. 40, № 10. С. 1655-1659.
2. Кабачник М. И., Ластовский Р. П., Медведь Т. Я. и др. О комплексообразующих свойствах оксиэтилендифосфоновой кислоты в водных растворах. // ДАН СССР. 1967. Т. 177, № 3. С. 582-585.
3. Попова Т. В., Мельникова О. Л., Аль Ансари С. В. Иницирование ионами хрома (II) реакций комплексообразования хрома (III) с полиаминополикарбонатовыми кислотами. // Координационная химия. 1988. Т. 24, № 10. С. 741-744.
4. Домрачева Т. М., Попова Т. В. Оксиэтилендифосфонаты и нитрилотриметилфосфонаты хрома (III). // Координационная химия. 1999. Т. 25, № 3. С. 198-201.
5. Ключковский С. П., Сабиров Д. Ш. Реакции замещения во внутренней сфере аквакомплексов хрома (III), катализируемые гидрокарбонат-ионами. // Вестник Башкирского университета. 2008. Т. 13, № 3. С. 483-486.
6. Ключков А. Р., Обрезков А. В., Попова Т. В. Катионы оксованадия(IV) в реакциях образования однородно- и смешаннолигандных *oedph*- комплексов. // Современные проблемы химической науки и фармации: сб. материалов VI всерос. конф. с междунар. участием. Чебоксары: ЧГУ, 2017. С. 50-51.
7. Россотти Ф., Россотти Х. Определение констант устойчивости и других констант равновесия в растворах. М.: Мир, 1965. 410 с.

СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ НИТРОВАНИЯ ТОЛУОЛА

Самойлова Н.В., Серебряков Е.А.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
nat.samv@gmail.com

Реакция нитрования является одной из важнейших в химической промышленности. Продукты, полученные реакцией нитрования, используются как промежуточные в производстве красок, взрывчатых веществ и лекарственных препаратов. Существует большое количество методов нитрования и не всегда очевидно, какой из них является более оптимальным, так как важную роль в нитровании играет не только скорость процесса, но и соотношение между образующимися изомерами [1].

В нашей работе рассматривается нитрование толуола. При его нитровании возможно образование трех изомеров: орто- 59-60 %, пара- 35-37 % и мета- 4-5 %. Целью нашей работы является сравнение эффективности найденных методик нитрования толуола.

Чаще всего нитрование проводят нитрующей смесью. По найденной методике [2] мы провели нитрование толуола. При перемешивании и охлаждении холодной водой мы прибавляли серную кислоту к азотной кислоте и полученную смесь охлаждали до комнатной температуры. Далее к полученной нитрующей смеси через капельную воронку прибавляли толуол, затем смесь грели на водяной бане, интенсивно перемешивая 30 минут при 60 °С. Потом реакционную смесь переносили в делительную воронку, где отделяли кислотный слой, а органический слой промывали водой, после чего сушили прокаленным хлористым кальцием. Затем отфильтровывали хлористый кальций и простой перегонкой отделяли толуол, который перегоняется до 200 °С. После отгонки толуола собирали фракцию, кипящую при 220-238 °С. Количественный выход нитротолуолов составил 80 %. Для дальнейшего определения изомерного состава необходимо использовать метод газо-жидкостной хроматографии.

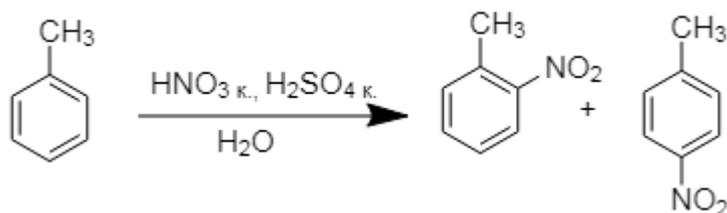


Схема 1

Также нами была предпринята попытка заменить холодную воду на смесь льда и соли и снизить температуру реакции до 40 °С, но это привело к понижению количественного выхода нитротолуолов до 72 %.

В найденном нами патенте [3] описывается способ нитрования толуола концентрированной азотной кислотой с применением твердофазного катализатора без использования серной кислоты. Авторы пишут, что этот метод позволяет повысить выход пара- изомера нитротолуола. В качестве катализатора мы использовали силикагель. Поместили его, растворитель – хлороформ и толуол в колбу и нагрели смесь на водяной бане до 35 °С. Затем мы начали прикапывать концентрированную азотную кислоту при интенсивном перемешивании так, чтобы температура смеси не поднималась выше 40 °С. После чего также при интенсивном перемешивании грели реакционную смесь при 40 °С в течение часа. По окончании реакции мы отфильтровали катализатор, отделили кислотный слой в делительной воронке, а органический слой промыли водой. И затем простой перегонкой собрали фракцию, кипящую при 220-238 °С. Количественный выход нитротолуолов составил 68 %.

Таким образом нам удалось подобрать оптимальную методику нитрования толуола в лаборатории.

ЛИТЕРАТУРА

1. Збарский В.Л., Жилин В.Ф. *Толуол и его нитропроизводные*. М., 2019. С. 53-54.
2. Немтарев А.В., Казымова М.А., Втюрина Н.Н., Татаринцов Д.А. Практические работы по органическому синтезу. Общий практикум // Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет. 2013. С. 41.
3. Пат. 2346930 Российская Федерация МПК C07C205/06 Способ получения мононитротолуола с повышенным содержанием п-изомера / Дьяков М.В., Збарский В.Л., Козлов А.И.; заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "РХТУ им. Д.И. Менделеева". - № 2346930; заявл 08.11.2007; опубл. 20.02.2009.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СОЛЬВАТАЦИИ АМИНОВ.

Склярченко Е.А., Павлов А.А.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
sklyarenko.frossya@gmail.com

Амины находят все больше и больше применение в современном мире. Связывают это с тем, что они находят широкую область применения в производстве. Исследование термодинамических свойств амино-

спиртов и диаминов также представляет собой интерес, потому что на их основе можно создать «идеальную» модель, благодаря которой можно будет описывать биологические системы.

Цель работы заключается в том, что исследовать термодинамические параметры сольватации аминокислот и диаминов, а также установить закономерность между энтальпией растворения и сольватации молекулы и её структурой.

Объектами исследования были выбраны этилендиамин, моноэтаноламин и 3-аминопропиловый спирт. Причиной выбора такого ряда соединений стала их химическая структура. Сравнивая этилендиамин и моноэтаноламин можно выявить разницу в сольватации аминогруппы и гидроксильной группы. А сравнивая моноэтаноламин и 3-аминопропанол можно выявить влияние углеродной цепи, связывающей две полярные группы, на их сольватацию.

Для начала мы калориметрическим методом определили энтальпии растворения выбранных органических соединений, растворяя по 1 мл исследуемого вещества в воде и измеряя тепловой эффект процесса.

Согласно закону Гесса растворение жидкого вещества в воде можно в первом приближении представить, как последовательную сумму двух процессов: парообразование растворенного вещества ($\Delta H_{\text{пар}}$) и сольватацию молекул растворенного вещества ($\Delta H_{\text{соль}}$).

Полученные и рассчитанные данные приведены ниже в таблице.

Таблица 1

Вещество	$\Delta H_{\text{тр}}$, кДж/моль	$\Delta H_{\text{пар}}$, кДж/моль	$\Delta H_{\text{соль}}$, кДж/моль
En	-40,427	37,98	-78,407
МЭА	-14,00	49,83	-63,83
3-аминопропанол	-13,564	-	-

Проанализировав полученные данные, мы видим, что увеличение углеродного скелета не приводит к значительному уменьшению теплоты сольватации. Это происходит, так как молекулы воды взаимодействуют преимущественно с полярными группами.

К значительному уменьшению теплоты сольватации приводит замена аминогруппы на гидроксильную. Благодаря полученным данным мы можем приближенно оценить величины энтальпий сольватации каждой группы по отдельности. Также было замечено, что межмолекулярное взаимодействие между молекулами аминокислот сильнее, чем между молекулами диаминов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белоусов, В.П. Теплоты смешения жидкостей/ Белоусов, В.П., Морачевский, А.Г.- М.: Химия, 1970. – 373 с.
2. Каплан, И.Г. Межмолекулярные взаимодействия. Физическая интерпретация, компьютерные расчеты и модельные потенциалы/ Каплан, И.Г.—М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012.—394 с.
3. Зайцева, К.В. Водородное связывание алифатических и ароматических аминов в водных растворах: термохимия сольватации /Зайцева К.В., Варфоломеев М.А., Соломонов Б.Н.//Журнал общей химии. -2012.- № 10.- с. 1656-1662/

ОСОБЕННОСТИ СОРБЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ КАТИОНИТАМИ

Смирнова Л.Г., Смирнов А.К.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
aksmi@yandex.ru

Тяжелые металлы, загрязняющие окружающую среду, представляют серьезную опасность с точки зрения биологической активности и токсичности свойств. Нахождение их в водных экосистемах в виде взвешенных частиц, коллоидов и растворенных соединений приводит к губительным последствиям. В связи с этим огромное практическое значение имеет решение вопросов, связанных с уменьшением концентрации вредных веществ в водных средах.

Целью работы явилось определение адсорбции тяжелых металлов (Cu^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+}) из водных растворов (исследуемые концентрации 0,1-1,0 М) при разных температурах (293 - 323 К) на сорбентах КБ-4, КУ-1, КУ-2-8, амберлайте, сульфогле и целлюлозе. Были определены величины сорбционной емкости (N_s), для Pb^{2+} они представлены в таблице. Наибольшие значения N_s для всех ионов экспериментально получены на катионите КБ-4 (карбоксильный катионит на основе сополимеров метакриловой кислоты и дивинилбензола). Сорбционная емкость КБ-4 зависит от соотношения дивинилбензола и метакриловой кислоты. С увеличением температуры диссоциация групп RCOOH увеличивается, что ведет к возрастанию величины N_s сорбции. При этом происходит реакция обмена иона H^+ на ион металла $\text{RCOOH} \leftrightarrow \text{RCOO}^- + \text{H}^+$.

Таблица

Сорбционная емкость (Ns) катионитов при различных температурах (С (Pb(NO₃)₂)=0,5 М)

Т, К	Катионит					
	КУ – 1	КБ – 4	КУ – 2 – 8	амберлайт	сульфоуголь	целлюлоза
293	0,4898	0,4991	0,4874	0,4796	0,4814	0,4825
310	0,4913	0,4993	0,4886	0,4817	0,48222	0,4829
313	0,4926	0,5003	0,4896	0,4838	0,4842	0,4848
318	0,4933	0,5007	0,491	0,4845	0,4850	0,4858
323	0,4936	0,5009	0,4923	0,4848	0,4855	0,4864

Для ионов Cu²⁺, адсорбированных из растворов солей в диапазоне концентраций 0,1-1М, значения Ns равны 0,03, 0,1496, 0,2986 г/г соответственно; для ионов Cd²⁺ эти величины составляют 0,053, 0,2721, 0,5281 г/г; для ионов Pb²⁺- 0,0979, 0,5009, 0,9851 г/г. Меньшее значение величин сорбционной емкости характерно для сульфоугля (сильнокислотный катионит, содержащий –SO₃H группу) и амберлайта. Экспериментально найденные значения Ns ионов Cu²⁺, Cd²⁺ и Pb²⁺ позволяют сделать вывод о достаточно высоких сорбционных достоинствах катионитов. На основании теории Ленгмюра сделаны расчеты констант адсорбционного равновесия (K_{адс.}) анализируемых биосистем "раствор-твердый сорбент", и определена температурная зависимость K_{адс.}.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мусаелян С.М. Методика интегральной оценки загрязненности водных объектов / С.М. Мусаелян, Р.В. Худаян // Вода и экология. 2004. – №1. –С.46-50.
2. Борзунова Е.А., Кузьмин С.В., Акрамов Р.Л., Киямова Е.Л. Оценка влияния качества питьевой воды на здоровье населения // Гигиена и санитария.2007.№3. с.32-34.
3. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. М.: Минздрав РФ, 2002.с.104.

К ВОПРОСУ О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИОНИТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПРИРОДНЫХ И СТОЧНЫХ ВОД

Смирнова Л.Г., Смирнов А.К.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
aksmi@yandex.ru

Существенные технологические нагрузки на окружающую среду привели к ее значительному загрязнению тяжелыми металлами, радионуклидами, нефтепродуктами и другими вредными веществами. Как известно, тяжелые металлы в отличие от многих других веществ не разлагаются и имеют тенденцию к накоплению. Они имеют свойство включаться в биологический круговорот веществ на длительные периоды времени, а также могут переноситься водотоками на большие расстояния, поэтому необходимы активные действия по удалению их, как на путях попадания их в организм человека, так и из основных источников их поступления в природную среду. При непрерывном увеличении числа объектов, подлежащих очистке, вопросы, связанные с изучением адсорбции тяжелых металлов из растворов имеют актуальное практическое значение.

Целью настоящей работы явилось изучение особенностей физико-химических процессов, возникающих при сорбции ионов марганца (II) на слабокислом катионите КБ-4 и на сильнокислых катионитах КУ-1, КУ-2, КУ-2-8.

Адсорбция ионов марганца (II) на сорбентах изучалась в статических условиях. Концентрация растворов варьировалась в диапазоне от 0,1М до 1М. Содержание ионов марганца (II) в растворе определялось фотометрическим методом, основанном на окислении соединений Mn²⁺ до иона MnO₄⁻ в кислой среде персульфатом аммония в присутствии нитрата серебра. Адсорбционное равновесие сорбент-сорбат устанавливалось в течение 2-3 часов.

Величина сорбционной емкости катионитов определялась по разнице между концентрациями растворов до сорбции и после сорбции. По полученным данным были построены изотермы сорбции и определены величины поглотительной сорбции (табл.).

Как видно из приведенных значений слабокислый катионит КБ-4 обладает наибольшей поглотительной способностью. Изучение процессов сорбции проводилось в интервалах температур от 293К до 353К. С увеличением температуры сорбционная способность всех катионитов возрастает, при этом характер зависимости сохраняется. Наибольшая зависимость сорбции от температуры проявляет слабокислые катио-

нит КБ-4, КБ 4П-2, что по всей вероятности объясняется увеличением степени ионного обмена связанная с возрастанием степени диссоциации карбоксильного иона катионитов.

При описании экспериментальных изотерм сорбции для ионов тяжелых металлов из растворов, часто используется модель Лэнгмюра. Для расчетов значений энергий активации сорбционного процесса были построены зависимости величины сорбционной емкости (N_s) ионов марганца (II) на катионитах от величины обратной температуры

Таблица

Максимальная поглотительная способность катионитов, моль/г

КБ-4	КУ-1	КБ-4П-2	КУ-2-8
0,060	0,040	0,055	0,050

Рассчитанные значения энергии активации характеризуют действительную возможность протекания процессов сорбции. Переход ионов марганца из гидратированного комплекса водного раствора в структуру катионита, требует преодоления энергетического барьера разрушения связей в гидратной оболочке и создание новых связей с полимерной матрицей сорбента, чем меньше величина этого значения, тем больше вероятность протекания сорбционного процесса.

Для определения тепловых эффектов проводились калориметрические опыты, позволяющие определить значения энтальпии сорбционных процессов. Для расчета свободной энергии Гиббса (ΔG), являющейся характеристикой сорбционного процесса в реальных системах, были вычислены значения констант адсорбции ($K_{адс}$) при разных температурах, которые позволили рассчитать изобарно-изотермический потенциал для системы «водный раствор-сорбент». Как оказалось, в процессе сорбции происходит уменьшение свободной энергии Гиббса ΔG . Наибольшее значение энергии Гиббса для катионитов КУ-1 подтверждают наибольшую избирательность катионита КУ-1 к сорбции ионов марганца(II).

Найденные значения термодинамических параметров систем «водный раствор Mn^{2+} - твердый сорбент» свидетельствуют самопроизвольности протекающих процессов, которые являются экзотермическими.

Таким образом, исследования процессов сорбции тяжелых металлов и вычисление термодинамических параметров характеризующих их позволяют сделать вывод о возможности более широкого применения многофункциональных синтетических сорбентов для уменьшения концентрации вредных веществ в водных экосистемах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лукашевич, О.Д. Очистка воды от соединений железа и марганца: проблемы и перспективы / Лукашевич О.Д.; Патрушев Е.И. // Известия вузов. Химия и химическая технология. – 2004.-Т.47, № 1. – С.66-70.
2. Хохлова, О.Н. Термодинамическое описание эквивалентной сорбции ионообменниками. Теоретические основы / Хохлова О.Н. // Журнал физической химии . – 2014. – Т. 88, №7/8. – С.1243-1246.

СИНТЕЗ И АНАЛИЗ ТРИКАРБОНАТКОБАЛЬТАТА(III) НАТРИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ ИМИНОДИАЦЕТАТОВ КОБАЛЬТА(III)

Феофанов М.С., Щеглова Н.В.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола

bear_kuplonga@mail.ru

В настоящее время известно, что комплексы кобальта(III) с N- и N,O-донорными комплексообразующими реагентами обладают высокой биологической активностью. Так имидазольные хелаты кобальта(III) проявляют антибактериальные свойства [1], а комплексы кобальта(III) с тетрадентатным основанием Шиффа из ацетилацетона и этилендиамина, содержащие в качестве аксиальных лигандов соединения ряда витамина РР (никотинамид или никотиновую кислоту) высокоселективны в отношении опухолевой ткани при карциноме легких, меланоме и аденокарциноме молочной железы [2]. Поэтому одной из актуальных задач современной координационной химии является синтез и исследование свойств комплексных соединений кобальта(III), в том числе с полиаминополикарбоксилатными лигандами [3-10].

Комплексные соединения кобальта(III) чаще всего получают окислением кобальта(II) в присутствии комплексообразующих реагентов, а также в результате реакций комплексообразования прямой координации лигандов со свежеприготовленным оксидом кобальта(III) или реакций лигандного обмена. Каждый из существующих способов синтеза обладает рядом преимуществ и недостатков, поэтому весьма затруднительно предсказать эффективность применения того или иного способа для получения и исследования новых координационных соединений кобальта(III). Целью данной работы является синтез тригидрата три-

карбонатокобальтата(III) натрия для последующего получения и исследования комплексных соединений кобальта(III) с иминодиуксусной кислотой (ИДК).

Синтез кристаллического тригидрата трикарбонатокобальтата(III) натрия проводили по известной методике [11], основанной на окислении соли кобальта(II) пероксидом водорода в водном растворе в присутствии карбоната натрия при охлаждении в соответствии с уравнением химической реакции:



В процессе синтеза к шестиводному нитрату кобальта(II) массой 29,1 г, растворенному в 50 мл воды добавляли 10 мл 30 %-ного раствора пероксида водорода и при постоянном перемешивании 50 мл раствора, содержащего 42,0 г десятиводного карбоната натрия. Реакционная масса, размещенная в бане со льдом, постоянно перемешивалась в течение одного часа. Полученный твердый трикарбонатокобальтата(III) натрия оливково цвета отфильтровывали и тщательно промывали тремя порциями воды по 10 см³, далее спиртом и диэтиловым эфиром (ЛВЖ! под тягой!), далее высушивали на воздухе. Анализ полученного кристаллического комплексного соединения проводили путем определения содержания кобальта в полученном соединении. Определение содержания проводили в соответствии с существующим нормативным документом [12], регламентирующим процедуру анализа фотометрическим методом. Метод основан на образовании окрашенного в красный цвет внутрикомплексного соединения кобальта(III) с нитрозо-Р-солью в уксуснокислом растворе. Для построения градуировочного графика в семь химических стаканов вместимостью 100 мл размещали 0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 и 3,0 мл раствора кобальта с концентрацией 0,01 мг/мл, в каждую приливали 20 мл дистиллированной воды, 5 мл 50% раствора ацетата натрия и кипятили в течении 1-2 минут, после чего добавляли 10 мл 0,1% раствора нитрозо-Р-соли, нагревали до кипения, приливали 5 мл азотной кислоты (1:1), кипятили 1-2 минуты. После добавления в каждый раствор 0,5 мл концентрированной фосфорной кислоты растворы количественно переносили в мерные колбы вместимостью 50 мл и доливали до метки дистиллированной водой. Электронный спектр поглощения красного раствора комплексного соединения кобальта(III) с нитрозо-Р-солью характеризуется максимумом светопоглощения на длине волны 535 нм (рис. 1), поэтому фотометрирование растворов градуировочной зависимости проводили на этой длине волны в кюветах на 5 см относительно контрольного раствора, не содержащего кобальт. С использованием полученных значений оптической плотности был построен градуировочный график (рис. 1), математическую обработку которого проводили методом наименьших квадратов. Полученную градуировочную зависимость использовали для анализа синтезированного карбонатного комплекса кобальта(III). Установлено, что содержание кобальта в полученном кристаллическом образце составляет – 18,72 %, следовательно, состав синтезированного соединения может быть представлен формулой Na₃[Co(CO₃)₃].

Трикарбонатокобальтат(III) натрия представляет собой устойчивое соединение, обеспечивающее реактивный источник кобальта(III) в присутствии комплексообразующих реагентов. Установлено, что в растворе иминодиуксусной кислоты, содержащем двухкратный избыток ИДК по сравнению с содержанием кобальта(III) и при нагревании происходит внутрисферное замещение карбонат-ионов с выделением углекислого газа. Однако в условиях высокой щелочности растворов образующийся иминодиацетатный хелат подвергается гидролитическому разложению с выделением коричнево-черного малорастворимого гидратированного оксида кобальта(III). Добавление разбавленной азотной кислоты до слабокислых сред (pH = 3,0) повышает интенсивность выделения углекислого газа, а в растворе формируется малиново-фиолетовый комплекс кобальта(III) с ИДК. Идентификацию полученного ИДК-комплекса кобальта(III) проводили исследованием электронных спектров поглощения водных раствора хелата в видимой области (рис. 2). Установлено, что электронный спектр поглощения имеет дуплетную природу с характеристическими максимумами полос светопоглощения, расположенными на длинах волн 440 и 545 нм (рис. 2).

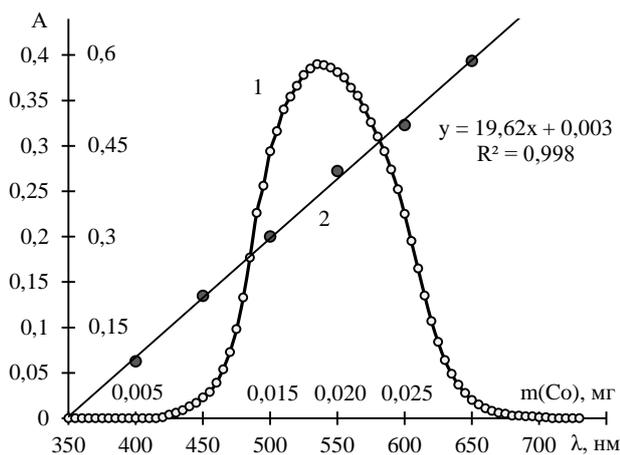


Рис. 1. Электронный спектр поглощения комплекса кобальта(III) с нитрозо-Р-солью (1) и градуировочный график для определения содержания кобальта (2)

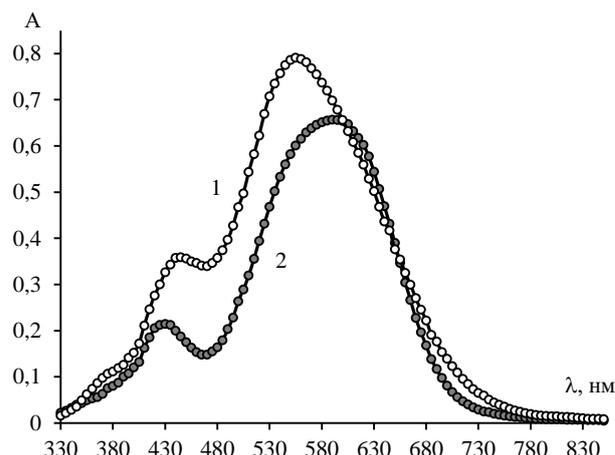


Рис. 2. Электронные спектры поглощения ИДК-комплексов кобальта(III), полученные разными способами
1 – реакция $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{CO}_3)_3]$ с ИДК;
2 – реакция ИДК-комплекса кобальта(II) с H_2O_2
 $C(\text{Co}^{3+}) = 0,002$ моль/л, $l = 5$ (1) и 3 (2) см

Был также исследован электронный спектр поглощения раствора ИДК-комплекса кобальта(III), полученного окислением иминодиацетата кобальта(II) с использованием в качестве реагента-окислителя пероксидом водорода. В полученном растворе создавали мольное соотношение комплексообразователь: Установлено, что электронный спектр поглощения полученного раствора также дуплетен, однако характеристические максимумы несколько смещены и расположены на длинах волн 430 и 590 нм. Кроме того, оптическая плотность раствора значительно ниже, чем раствора полученного взаимодействием трикарбонатакобальтата(III) натрия с ИДК, что, по-видимому, обусловлено неполным окислением катионов кобальта(II) в составе иминодиацетатного хелата.

ЛИТЕРАТУРА

1. Chang E. L., Simmers C., Knight D. A. Cobalt complexes as antiviral and antibacterial agents // *Pharmaceuticals*. 2010. 3. P. 1711-1728.
2. Osinky S., Bubnovskaya L., Ganusevich I., Levitin I., Sigan A. Селективность действия редокс-активных комплексов кобальта(III) на опухолевую ткань // *Экспериментальная онкология*. 2004. С. 140-144.
3. Цабель М., Позняк А. Л., Павловский В. И. Кристаллическая структура бис(иминодиацетато)кобальтатов(III) бария: $[\text{Ba}(\text{H}_2\text{O})_6][\text{Co}(\text{Ida})_2]_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ и $[\text{Ba}_4(\text{H}_2\text{O})_{14}][\text{Co}(\text{Ida})_2]_5(\text{ClO}_4)_3 \cdot 5,46\text{H}_2\text{O} \cdot 2\text{CH}_3\text{OH}$ // *Коорд. химия*. 2008. 34. С. 831-836.
4. Полякова И. Н., Позняк А. Л., Сергиенко В. С. Кристаллическая структура пентагидрата ди[бис(иминодиацетато)кобальтата(III)] стронция, $\text{Sr}[\text{cis}(\text{N})\text{-Co}(\text{Ida})_2]_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ // *Кристаллография*. 2012. 57. С. 290-294.
5. Perveen A., Nezamoleslam T., Naqvi I. I. Preparation of Cobalt (III) complexes with trans-1,2-diaminocyclohexane N,N,N',N'-tetraacetic acid (CDTA) and ethylenediamine tetraacetic acid (EDTA) // *African J. Pure Appl. Chem*. 2013. 7(6). P. 218-224.
6. Ilic D., Jevtic V. V., Vasojevic M. M., Jelic M. Z., Radojevic I. D., Comic L. R., Novakovic S. B., Bogdanovic G. A., Potocnak I., Trifunovic S. R. Synthesis, characterization, circular dichroism and antimicrobial activity of cobalt(III) complexes with some edda-type of ligands. Crystal structure of potassium- $\Delta(-)$ - $^{589}\text{-s-cis-oxalato-(S,S)}$ -ethylenediamine- N,N' -di-(2-propanoato)-cobaltate(III)-semihydrate, $\text{K}\cdot\Delta(-)^{589}\text{-s-cis-}[\text{Co}(\text{S,S-eddp}(\text{ox}))]_2 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ // *Polyhedron*. 2015. 85. P. 1-972.
7. Mudsainiyan R. K., Chawla S. K. Synthesis, characterizations, crystal structure determination of μ -coordinated complex of Co (III) with EDTA and its thermal properties // *Mol. Cryst. Liq. Cryst.* 2015. 606. P. 237-245.
8. Mitsuhashi R., Mikuriya M. Synthesis and crystal structure of potassium ethylenediaminetetraacetatocobaltate(III) // *X-ray Struc. Anal.* 2016. 32. P. 5-6.
9. Шевченко А. И., Щеглова Н. В., Смотрина Т. В., Попова Т. В. СФ- и ЯМР-исследование редокс процессов в системе Co(II) -ЭДТА- H_2O_2 // *Изв. УНЦ РАН*. 2014. С. 91-93.
10. Щеглова Н. В., Попова Т. В., Яровикова А. А., Шевченко А. И., Ахтямова С. С., Софьина С. Ю. Полиаминополикарбоксилатные комплексы кобальта(II, III) в водных растворах // *Вест. технолог. ун-та*. 2016. 19. С. 42-46.
11. Bauer H. F., Drinkard W.C. A general synthesis of cobalt (III) complexes; a new intermediate $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{CO}_3)_3] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. Los Angeles: University of California. 1960. P. 5031-5032.
12. ГОСТ 17818.11-90 Графит. Метод определения кобальта. М.: Союзминерал. 1990. 3 с.

К ВОПРОСУ О СОРБЦИИ ИОНОВ МЕДИ НА КАТИОНИТЕ

Чернова А.В., Смирнов А.К.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
aksmi@yandex.ru

Настоящая работа посвящена комплексному изучению сорбции ионов меди (II) сульфокислотным катионитом полимеризационного типа КУ-2-8, широко используемым в процессах водоподготовки, гидрометаллургии и гальванотехники. Как оказалось, число работ, посвященных полноценному изучению сорбционных свойств, термодинамических и кинетических особенностей сорбции невелико, что определило целесообразность более полного рассмотрения данного катионита, в частности в контексте извлечения ионов меди (II) из водных растворов. В последнее время актуальны проблемы охраны окружающей от избытка токсичных металлов в водах и почвах, являющихся стойкими загрязнителями кумулятивного действия. Так, основными источниками техногенного поступления меди в окружающую среду являются сточные воды металлургической и химической промышленности, производства печатных плат, а также шахтные воды. Содержание меди в сточных водах варьируется в пределах от $1 \cdot 10^{-8}$ до $1 \cdot 10^{-2}$ М. Благодаря нерастворимости в воде и химической стойкости, синтетические ионообменные материалы широко используются для решения подобных задач.

В настоящей работе катионит предварительно перевели в Н-форму. Концентрацию ионов меди определяли фотометрически, согласно [1]. Термостатирование ($\pm 0,1^\circ\text{C}$) осуществляли с использованием термостата ТW-2. Как оказалось, все изотермы хорошо аппроксимируются, получившими широкое распространение при описании сорбции ионов металлов на полимерных сорбентах, моделями Ленгмюра (табл. 1), а также Дубинина-Радушкевича, являющейся частным случаем уравнения теории объёмного заполнения микропор для микропористых сорбентов ($n=2$). Это позволило оценить значения предельной сорбции, а также энергии активации сорбционного процесса. Как видно из рис.1 величина предельной сорбции растет с увеличением температуры, что может быть связано, по нашему мнению с ростом степени набухания катионита с температурой, а следовательно, и доступом к более глубоким слоям гранул сорбента. Значения энергии активации процесса указывают на преобладающий вклад специфических взаимодействий (ионный обмен) в сорбционный процесс [2].

Аппроксимация зависимостей логарифмов Ленгмюровских констант от величины обратной температуры согласно уравнению

$$\ln K = -\frac{\Delta H}{RT} + \frac{\Delta S}{R},$$

позволило рассчитать такие термодинамические характеристики системы, как энтальпия (ΔH), энтропия (ΔS) и энергия Гиббса (ΔG). Следует отметить, что полученные значения условной энергии Гиббса (≈ 25 кДж/моль) сорбции отрицательны для всех температур, что свидетельствует о самопроизвольном протекании суммарного процесса. Положительное значение энтальпии процесса (≈ 16 кДж/моль) согласуются с ростом значений сорбции при увеличении температуры, в то время как увеличение энтропии (≈ 31 Дж/(моль·К)) может свидетельствовать о преобладании эффекта разупорядочения системы при дегидратации ионов над её упорядочением за счёт уменьшения числа степеней свободы ионов при сорбции.

Стоит отметить, что, даже при относительно высоких исходных концентрациях ионов меди в растворе ($\leq 0,6\text{M}$) значительно превышающих ПДК ($1,56 \cdot 10^{-5}\text{M}$) степень её извлечения из раствора составляет порядка 95%. Кроме того, экспериментально выявленный широкий диапазон кислотности, соответствующий плато максимальной сорбционной способности свидетельствуют о возможности применения катионообменника на различных этапах очистки воды без жестких требований в отношении данной процедуры [3].

Таблица

Результаты обработки изотерм сорбции в рамках теоретических моделей (для а0: модель Ленгмюра/модель Дубинина-Радушкевича)

t, °C	a ₀ , ммоль/г	K · 10 ⁴ , M ⁻¹	E _A , кДж/моль
25	0,56/0,60	2,27	12,4
30	1,11/1,10	2,16	12,1
35	1,74/1,81	1,80	12,2
40	2,81/3,10	1,75	12,1

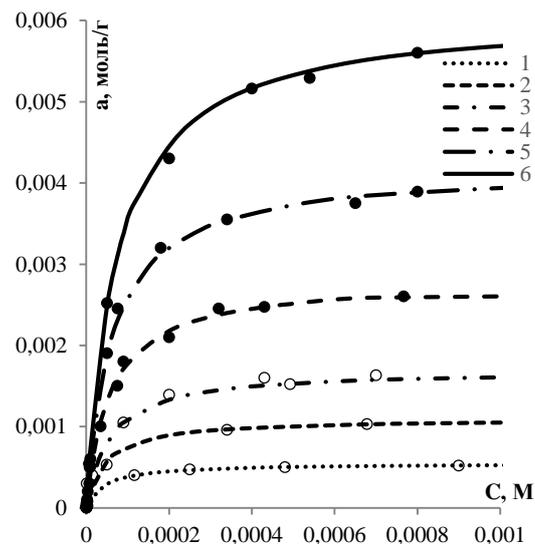


Рис.1 Изотермы сорбции Cu(II) катионитом КУ-2-8: 1 – 25°C; 2 – 30°C; 3 – 35°C; 4 – 40°C; 5 – 45°C; 6 – 50°C;

45	4,23/3,88	1,60	12,2
50	6,12/6,19	1,38	12,3

Время достижения сорбционно-десорбционного равновесия, как известно, является важной характеристикой сорбента и имеет как практическое, так и теоретическое значение, позволяя оценить возможность, а также целесообразность применения ионита для решения конкретных практических задач.

Показано, что время достижения сорбционно-десорбционного равновесия в системе катионит КУ-2-8 – Cu(II) – вода при комнатной температуре зависит от исходной концентрации раствора и, в среднем, составляет порядка 20-30 мин, косвенно свидетельствуя о возможности использования данного катионообменника в режиме динамического концентрирования ионов меди (II).

Ключевыми стадиями ионного обмена, как известно, являются такие процессы, как пленочная и внутренняя диффузия ионов (сорбата и противоионов), а также собственно ионный обмен. Стадия ионного обмена, как правило протекает довольно быстро, поэтому процесс лимитируют диффузионные этапы. Адекватность линейной зависимости степени обмена

$$F = \frac{a_t}{a_0},$$

где a_t – величина сорбции в момент времени t , a_0 – величина равновесной сорбции на начальном этапе свидетельствует о

лимитировании процесса пленочной кинетикой, т.е. диффузией ионов через жидкостную пленку, окружающую зерна ионита. Дальнейшее отклонение от линейной зависимости свидетельствует об увеличении влияния внутридиффузионного массопереноса в сорбционный процесс при некоторой степени заполнения катионита.

Существенный вклад в сорбционный процесс может вносить также стадия собственно сорбции, которая, для систем раствор-твердое тело описывается, как правило в рамках моделей псевдопервого или псевдвторого порядков. Экспериментальные данные по кинетике сорбции в системе катионит КУ-2-8 – Cu(II) – вода, как оказалось, на начальном этапе подчиняются модели псевдопервого порядка, свидетельствуя об определенном вкладе стадии взаимодействия в суммарную скорость процесса.

Таким образом, процесс сорбции ионов меди на катионите КУ-2-8 протекает в смешанно-диффузионном режиме, т.е. контролируется диффузией в пленке раствора, на поверхности зерен, а также в самих зернах катионита. При этом стадия взаимодействия сорбата с функциональными группами катионита также вносит определенный вклад в общую скорость процесса, удовлетворительно описываясь кинетической моделью псевдопервого порядка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Смирнова Л.Г., Аль Ансари С.В., Смирнов А.К., Стародубцева Е.С., Березина А. А., Павлов А. А., Сорбция ионов Mn (II) на синтетических катионитах в водных растворах // Вестник Марийского государственного университета. 2014. №2(14). С. 19-20.
2. Паришина И.Н., Стряжков А.В., Сорбция ионов металлов органическими катионитами из карьерных растворов // Вестник ОГУ. 2003. №5. С. 107-109.
3. Смирнова Л.Г., Смирнов А.К., Абзальдинов Х.С., Термодинамика сорбции ионов Mn (II) ионитами // Вестник технологического университета. 2016. №13. 5-7.

КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ГЕНЕРАЦИИ NO ИМИДАЗО[4,5-Е]БЕНЗО[1,2-С;3,4-С']ДИФУРОКСАНОМ В ПРИСУТСТВИИ ТИОЛОВ

Чулков А.В., Петухова Т.В.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
aleksandrchulkow@gmail.com

В рамках исследования свойств имидазо[4,5-е]бензо[1,2-с;3,4-с']дифуроксанов (ИБДФ) [1,2] теоретически изучена их способность высвобождать оксид азота (NO) в присутствии тиолов. В нашей работе выполнен квантово-химический расчет термодинамических параметров реакции взаимодействия незамещенного ИБДФ с модельными тиолами: сероводородом и метил-меркаптаном.

Изучение реакции взаимодействия незамещенного ИБДФ с сероводородом рассматривали как предварительное теоретическое исследование, в ходе которого оценивали потенциальную способность этого соединения генерировать NO. На основании данных, полученных при квантово-химическом исследовании аналогичных реакций с другими фуруксанами [3] выбран радикальный механизм взаимодействия незаме-

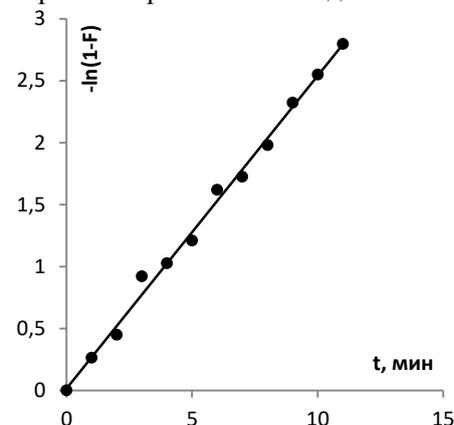


Рис. 2. Зависимость $-\ln(1-F)$ от времени для сорбции ионов меди катионитом КУ-2-8 ($C_0(\text{Cu}^{2+})=0,02\text{M}$, $t=25^\circ\text{C}$)

ценного ИБДФ с тиолами. Он представляет собой четырехстадийный процесс с последовательной атакой двумя HS-радикалами молекулы незамещенного ИБДФ, сопровождающийся раскрытием фуроксановых циклов и отщеплением двух молекул NO (рисунок 1).

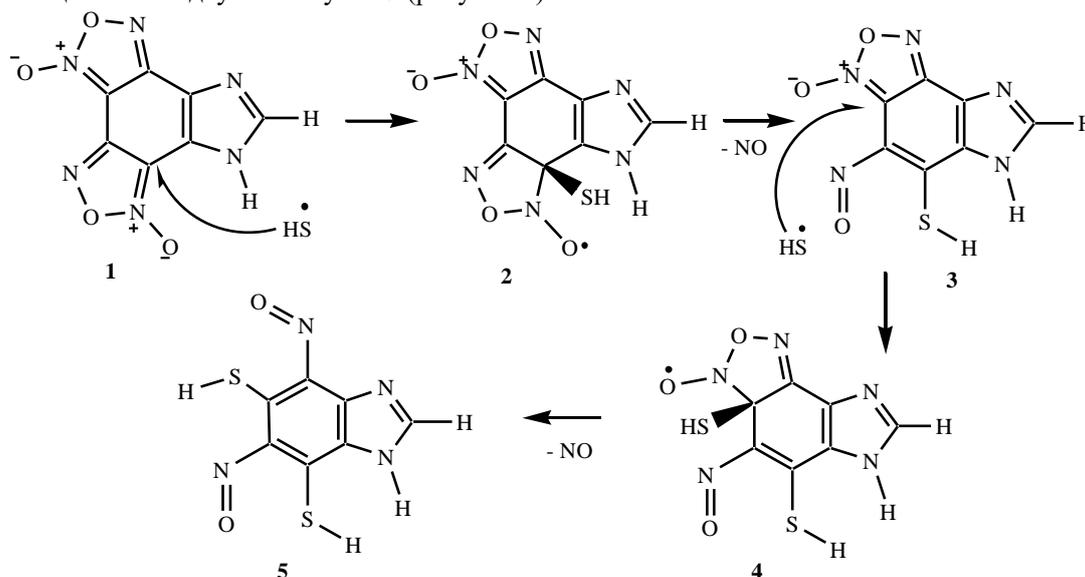


Рис. 1. Схема реакции взаимодействия незамещенного ИБДФ с сероводородом

Для реакции незамещенного ИБДФ с сероводородом рассчитаны полные энергии (E), изменение полных энергий (ΔE), изменение полных энергий с учетом поправки на нулевые колебания ($\Delta(E+ZPE)$), энтальпия (ΔH^0) и изменение свободной энергии Гиббса (ΔG^0) (таблица 1).

Таблица 1

Энергетические параметры, рассчитанные для реакции незамещенного ИБДФ с сероводородом*

Система**	E , а.е.	ΔE системы, кДж/моль	$\Delta(E+ZPE)$, кДж/моль	ΔH^0 системы, кДж/моль	ΔG^0 , кДж/моль
1 + HS•	-1295,939752	0	0	0	0
2	-1295,939563	0,50	0,88	1,99	40,66
3 + NO	-1295,964926	-66,14	-69,00	-66,14	-116,30
3 + HS•	-1564,804734	0	0	0	0
4	-1564,799322	14,22	13,81	11,74	53,15
5 + NO	-1564,845609	-107,39	-109,20	-107,39	-169,47

*Расчеты производились методом функционала плотности (DFT) с использованием обменнокорреляционного функционала B3LYP в валентнорасщепленном базисе 6-311++G(d,p) в газовой фазе. **Соответствующие системы представлены на схеме реакции с сероводородом (рис. 1)

Результаты исследования показывают, что взаимодействие ИБДФ с сероводородом энергетически выгодно (таблица 1). Далее был изучен аналогичный четырехстадийный процесс генерации NO при взаимодействии незамещенного ИБДФ с метил-меркаптаном. На данном этапе исследования произведено квантово-химическое моделирование механизма реакции для первых двух стадий процесса (рисунок 2). Термодинамические параметры системы – полные энергии (E), изменение полных энергий (ΔE), изменение полных энергий с учетом поправки на нулевые колебания ($\Delta(E+ZPE)$), энтальпия (ΔH^0) и изменение свободной энергии Гиббса (ΔG^0), – рассчитаны для реагентов, переходных состояний и продуктов реакции (таблица 2)

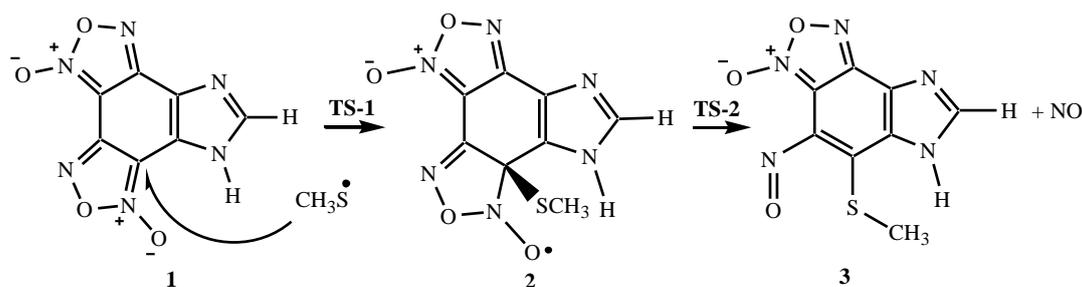


Рис. 2. Схема первых двух стадий реакции взаимодействия незамещенного ИБДФ с метил-меркаптаном

Таблица 2

Энергетические параметры, рассчитанные для первых двух стадий реакции ИБДФ с метил-меркаптаном*

Система**	E, а.е.	ΔE системы, кДж/моль	Δ(E+ZPE), кДж/моль	ΔH° системы, кДж/моль	ΔG°, кДж/моль
1 + CH ₃ S•	-1335,237061	0	0	0	0
TS-1	-1335,224187	33,82	32,26	31,35	79,70
2	-1335,234779	5,60	4,61	3,52	54,57
TS-2	-1335,227858	24,18	22,56	21,70	71,93
3 + NO	-1335,252190	-39,74	-43,29	-39,74	-39,89

*Расчеты производились методом функционала плотности (DFT) с использованием обменнокорреляционного функционала B3LYP в валентнорасщепленном базисе 6-311++G(d,p) в газовой фазе. **Соответствующие системы представлены на схеме реакции взаимодействия с метил-меркаптаном для первых двух стадий (рис. 1)

Результаты расчетов показывают, что присоединение тиол-радикала с раскрытием фуросанового цикла и последующий выброс молекулы оксида азота (NO) является энергетически выгодным процессом как для реакции незамещенного ИБДФ с сероводородом – выигрыш энергии в 116,30 кДж/моль для отщепления первой молекулы NO и 169,47 кДж/моль для второй (таблица 1), так и для реакции ИБДФ с метил-меркаптаном – выигрыш энергии в 39,89 кДж/моль для отщепления первой молекулы NO (таблица 2).

Дальнейшее исследование механизма реакции образования оксида азота при взаимодействии ИБДФ с тиолами будет продолжено.

ЛИТЕРАТУРА

1. Королев В.Л., Топоров В.В., Меркулова Н.Л., Даниленко В.М., Ившин В.П., Пивина Т.С. Синтез имидазо[4,5-е]бензо[1,2-с;3,4-с']дифуросанов // Известия Академии наук. Серия химическая, 2017. №7. С. 1250–1255.
2. Меркулова Н.Л., Даниленко В.М., Королев В.Л., Пивина Т.С., Ившин В.П. Исследование таутомерии имидазо[4,5-е]бензо[1,2-с;3,4-с']дифуросанов методами хромато-масс-, ЯМР-спектроскопии и квантовой химии // Всероссийская научная конференция с международным участием "Современные Проблемы Органической Химии". Сборник тезисов. 2017. С. 232.
3. Буров О.Н., Клецкий М.Е., Федик Н.С., Лисовин А.В., Курбатов С.В. Механизм тиол-индуцированного донирования оксида азота(II) фуросанами: квантово-химическое изучение // Химия гетероциклических соединений, 2015. № 51(11/12). С. 951–960.

ВЛИЯНИЕ ИОНОВ Mn²⁺ и Cl⁻ НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕДИ В ВОДЕ

Шохратов У.Ш., Аль Ансари Я.Ф.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола

yana_ansari@mail.ru

В настоящее время большое внимание уделяется экологии окружающей среды, а особенно чистоте главного источника жизни на Земле – воде. Вода – это универсальный растворитель, в чистом виде она практически не встречается в природе, в ней содержатся минеральные и органические вещества, микроорганизмы. К химическим загрязнителям воды относят нитриты, хлориды, сульфаты, тяжелые металлы. Среди тяжелых металлов наиболее распространены соединения меди(II). Содержание меди в природных пресных водах колеблется от 2 до 30 мкг/дм³.

Существует довольно много методов и методик определения меди. Одна из них – это определение меди(II) с диэтилдитиокарбаматом натрия (ДЭДТК Na) [1]. При анализе важно выявить и устранить мешающее действие различных ионов. Среди тяжелых металлов для поверхностных вод наиболее сильные превышения ПДК характерны для марганца (15ПДК). Основной путь поступления марганца в водные источники – естественный. Марганец широко распространен в природе и содержится как в земной коре, так и водах морей и рек. В речных водах содержание марганца колеблется от 1 до 160 мкг/дм³. Значительные количества марганца поступают в процессе разложения водных животных и растительных организмов, а

также в результате выщелачивания железомарганцевых руд и других минералов, содержащих марганец (пирролюзит, псиломелан, браунит, манганит, черная охра). При проведении анализа минеральных вод на содержание меди необходимо учитывать большое содержание таких анионов, как хлориды и сульфаты.

Целью настоящей работы является исследование влияния различных содержаний ионов $Mn(II)$ и Cl^- на результаты определения $Cu(II)$ фотометрическим методом в присутствии ДЭДТК Na. Метод основан на взаимодействии ионов двухвалентной меди с диэтилдитиокарбаматом натрия в слабоаммиачном растворе с образованием диэтилдитиокарбамата меди, окрашенного в желто-коричневый цвет. В разбавленных растворах диэтилдитиокарбамат меди образует коллоидные растворы, для большей устойчивости которых добавляют раствор крахмала.

Для построения калибровочного графика мы использовали водные растворы сульфата меди(II) квалификации «ч.д.а.» с массовой концентрацией $Cu(II)$ от 0,5 до 4,0 мг/дм³. Фотометрирование растворов проводили на длине волны 440 нм, в кювете с толщиной поглощающего слоя 3 см, каждый раствор готовили в трех параллелях в целях исключения случайных результатов и усреднения данных. Полученная градуировочная зависимость представлена на рис. 1.

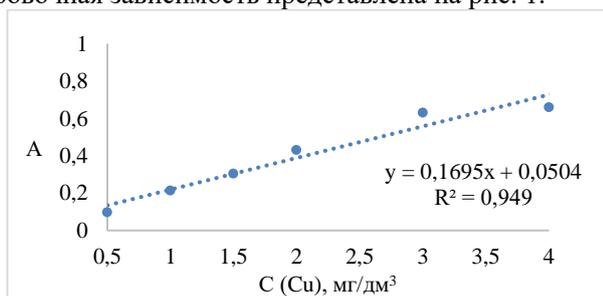


Рис. 1. Градуировочный график для определения содержания $Cu(II)$, $\lambda = 440$ нм, $l = 3$ см

Изучение влияния различных концентраций $Mn(II)$ на результаты определения содержания $Cu(II)$ проводили на уровне значений ПДК_{Cu} (1 мг/дм³), при меньшем и большем значении ПДК_{Cu} (0,5 мг/дм³ и 2 мг/дм³). По полученным значениям массовых концентраций меди построили графики, которые позволяют установить влияние концентраций $Mn(II)$ на результаты определения $Cu(II)$, и оценить их с позиции точности (рис. 2). Концентрации $Mn(II)$ варьировали от 0 до 0,23 мг/дм³. Сплошные горизонтальные линии на

графиках обозначают доверительные интервалы измеряемой концентрации $Cu(II)$ для заданной вероятности ($P = 0,95$). А вертикальные штриховые линии соответствуют ПДК_{Mn} = 0,1 мг/дм³ [2].

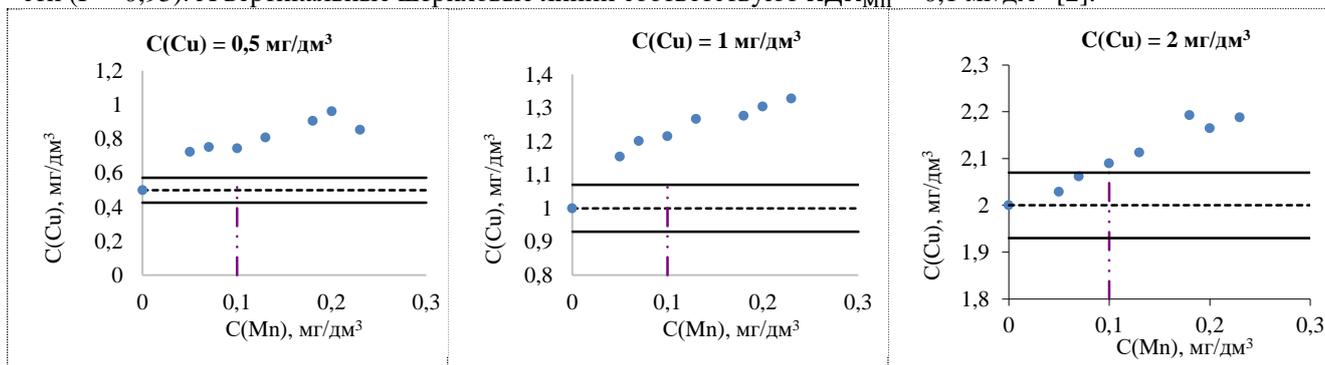


Рис. 2. Результаты определения $Cu(II)$ в присутствии различных концентраций $Mn(II)$

Как видно из графиков, добавление ионов марганца (особенно при небольших концентрациях меди) оказывает существенное влияние на определение меди. С целью маскирования мешающих ионов в методике ГОСТа предлагается добавлять сегнетову соль. Но она также маскирует и саму медь. Мы предлагаем в качестве маскирующего агента использовать фторид, фосфат или пирофосфат – ионы.

Изучение влияния различных концентраций Cl^- -ионов на результаты определения содержания меди(II) на уровне значений ПДК_{Cu}, 0,5 ПДК_{Cu} и 1,5 ПДК_{Cu} (ПДК_{Cl} = 350 мг/дм³ [3]). Концентрации Cl^- -ионов варьировали от 0 до 7000 мг/дм³. По полученным данным построили графики, которые позволяют установить влияние концентраций Cl^- -ионов на результаты определения $Cu(II)$ (рис. 3).

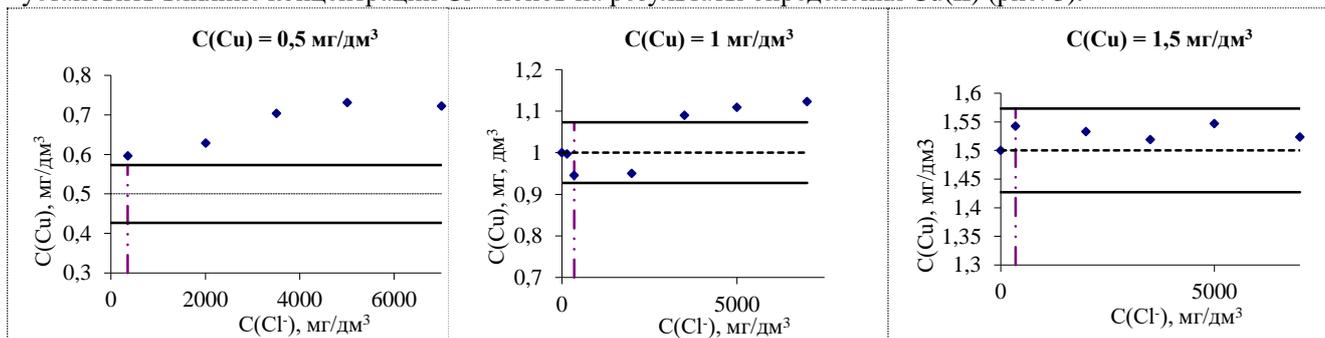


Рис. 3. Результаты определения $Cu(II)$ в присутствии различных концентраций Cl^- -ионов

Как видно из графиков, хлорид-ионы завышают результаты определения меди только на малых ее концентрациях. Результаты измерения меди выходят за пределы допускаемых границ погрешностей методики только при очень высоких концентрациях хлорид-иона – в 10-20 раз превышающих его ПДК. Вероятно, при значительном содержании Cl^- -ионов в воде, Cu(II) образует с ДЭДТК Na и Cl^- -ионами смешанолигандные комплексы, которые мы и фотометрируем.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 54276-2016 Вода. Методы определения меди. – Введ. 27.12.2010. – М.: стандартифарм, 2012. – 15 с.
2. Дрозд Г.Я., Хвортова М.Ю. Состояние поверхностных водоемов и их экологические последствия // Вестник донбасской национальной академии строительства и архитектуры. 2017. С. 76-83.
3. Новосельцева О.А., Стожко Н.Ю. Сравнительная оценка качества родниковой, водопроводной и очищенной воды // Экологическая безопасность в техносферном пространстве. 2019. С. 202-205.

К ВОПРОСУ О СОРБЦИИ ИОНОВ КОБАЛЬТА ШРОТАМИ ЛИШАЙНИКА

Шумилина А.Д., Смирнов А.К.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
aksmi@yandex.ru

Соединения кобальта являются одними из сильнейших по токсическому действию тяжелых металлов, являясь распространенными химическими загрязнителем природных и сточных вод, снижающими, в частности, гигиенические показатели качества воды. Основными источниками поступления кобальта в окружающую среду являются предприятия цветной металлургии, транспорт, удобрения и пестициды, сжигание углеводородных топлив. Большое количество кобальта, попадающее в организм, отрицательно влияет на содержание гемоглобина в крови человека и может вызвать заболевания крови. Есть сведения, что кобальт вызывает базедову болезнь. Избыток кобальта вызывает уменьшение содержания йода в крови. Агентством по исследованию рака (IARC), кобальт внесен в перечень канцерогенов, хотя его некоторые комплексы обладают противоопухолевым действием. Ввиду чрезвычайно высокой реакционной способности кобальт опасен для жизни организмов и относится ко II классу опасности [1]. Токсическая доза для человека составляет 500 мг, а летальная доза для животных – 25-30 мг/кг. Предельно допустимая концентрация (ПДК) данного металла в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования составляет 0,1 мг/л ($1,70 \cdot 10^{-6}$ моль/л) [2]. Поэтому на сегодняшний день разработка эффективных и экологичных технологий является важной задачей. Одним из вариантов решения проблемы очистки сточных и природных вод является применение сорбционных материалов. Перспективными материалами для сорбционной очистки вод от различных токсикантов являются биополимеры, а также их композиции, представленные в частности отходами органического происхождения. В литературе широко представлены работы, посвященные сорбционным свойствам таких полимеров, как целлюлоза, хитин, хитозан, а также и их композиций.

Настоящая работа посвящена изучению сорбционных свойств шрота лишайника рода *Cladonia rangiferina* по отношению к ионам кобальта (II). Концентрацию ионов кобальта в растворе определяли фотометрическим методом [3]. Сорбцию ионов кобальта проводили в статических и динамических условиях из растворов CoSO_4 с исходными концентрациями (C_0) 10^{-5} – 10^{-1} моль/л (модуль – соотношение масс шрота и объема раствора – 1:100).

На рис. 1 представлены изотермы сорбции ионов Co(II) шротом лишайника *Cladonia rangiferina*, полученные при разных температурах. Как оказалось, все изотермы хорошо аппроксимируются с использованием моделей Ленгмюра и Дубинина-Радускевича (табл. 1). Учитывая экспериментально оцененную достаточно высокую гидрофильность шрота *Cladonia rangiferina* для расчета удельной поверхности в качестве сорбированной частицы рассматривали гидратированный ион кобальта(II). Как видно

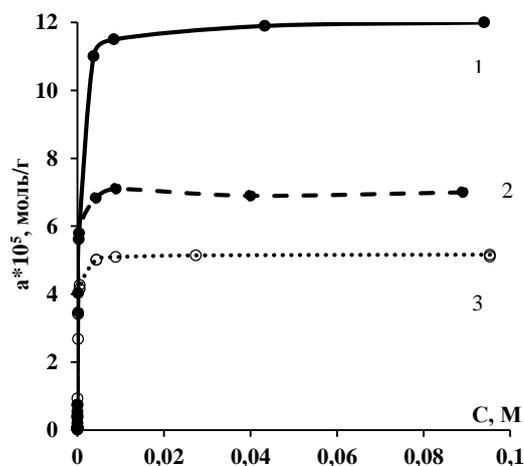


Рис. 1. Изотермы сорбции ионов кобальта(II) шротом (1 – 25°C; 2 – 33°C; 3 – 45°C)

из таблицы 1, рассчитанные значения предельной сорбции ионов кобальта (a_0) и удельной поверхности шрота ($S_{уд}$) в целом согласуются друг с другом. Величина энергии активации ($E_{eff} < 8$ кДж/моль), оценен-

ная в рамках модели Дубинина-Радушкевича свидетельствует о том, что суммарный сорбционный процесс носит характер физической сорбции. Степень извлечения ионов кобальта (II)

$$\alpha = \frac{(C_0 - C) \cdot 100\%}{C_0},$$

как и ожидалось (рис. 3), увеличивается с ростом исходной концентрации раствора (C_0). Стоит отметить, что уже при концентрации порядка 10^{-4} моль/л, что превышает ПДК на два порядка, величина α составляет порядка 70%, косвенно свидетельствуя о перспективности реализации шрота в качестве сорбента для очистки воды от соединений кобальта. Как показывают результаты исследований, оптимальным для извлечения ионов кобальта из водных растворов шротом лишайника, при котором достигается максимум сорбции, является pH=6-10. Естественно, необходимо обратить внимание на тот факт, что данный диапазон будет определяться, такими параметрами, как концентрация сорбируемого иона, ионная сила раствора, природа растворителя, присутствие иных компонентов в системе и т.д. Таким образом, нет необходимости в жёстком контроле кислотности очищаемой воды, что делает очистку менее затратной.

Таблица

Параметры обработки изотерм сорбции ионов свинца шротом лишайника уравнениями Ленгмюра и Дубинина-Радушкевича

t, °C	a_0 , ммоль/г	K, M ⁻¹	R	$S_{уд.}$, м ² /г	E_{eff} , кДж/моль
<i>Уравнение Ленгмюра</i>					
25	0,052	5431	0,994	13,2	
33	0,070	5523	0,995	18,0	
45	0,120	9414	0,997	30,7	
<i>Уравнение Дубинина-Радушкевича</i>					
25	0,056		0,994	14,3	3,267
33	0,070		0,995	17,8	3,454
45	0,118		0,996	30,2	2,648

Изотермы сорбции ионов кобальта при различных температурах позволили оценить тепловой эффект сорбционного процесса, а также изменение энтропии в ходе сорбции посредством аппроксимации зависимости логарифмов Ленгмюровских констант от величины обратной температуры. Рассчитанные значения термодинамических параметров ($\Delta S \approx 0,2$, кДж · К⁻¹ · моль⁻¹, $\Delta H \approx 36$ кДж · моль⁻¹; $\Delta G \approx -22$ кДж · моль⁻¹) процесса позволяют рассматривать сорбцию ионов кобальта шротом как специфический обратимый сорбционный процесс, для которого величина энтальпии меньше 100 кДж/моль. Отрицательные значения ΔG указывают на самопроизвольность процесса сорбции кобальта(II) шротом, а положительная величина изменения энтальпии процесса свидетельствует о его эндотермическом характере.

Положительное значение ΔS указывает на разупорядочение системы в процессе сорбции, что может быть обусловлено увеличением числа частиц в результате высвобождения молекул растворителя из сольватных оболочек ионов металла при его координации.

Наряду с сорбционной емкостью важнейшим критерием выбора сорбента является время достижения сорбционно-десорбционного равновесия для чего нами были получены кинетические кривые сорбции ионов никеля шротом при различных температурах (рис. 2). Экспериментально было показано, что степень извлечения достигает в зависимости от исходной концентрации металла максимально возможной величины в пределах 5-10 минут, что представляет интерес с точки зрения практического использования шрота в динамическом режиме концентрирования. На кинетических кривых наблюдается наличие минимума, что связано, по нашему мнению, с неоднородностью структуры шрота. Можно предположить, что на начальном этапе сорбции преимущественным является взаимодействие гидратированных ионов ме-

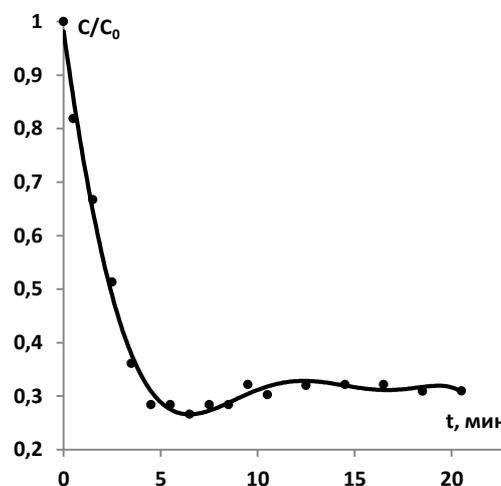


Рис. 2 Зависимость относительного изменения концентрации ионов кобальта в растворе от времени ($C_0 = 10^{-3}$ M, $t = 25^\circ\text{C}$)

талла с поверхностными активными центрами, сопровождающееся, разрыхлением структуры сорбента в результате разрыва части относительно слабых водородных связей, что создает благоприятные условия для последующей диффузии молекул воды, сопровождающейся интенсивным его набуханием и, следовательно, увеличением концентрации ионов металлов в растворе. Далее с течением времени катионы металлов стремятся занять энергетически более выгодное положение, замещая молекулы воды за счет более сильного ион-дипольного взаимодействия с полярными группами полимерной матрицы, приводя к достижению равновесного значения сорбции. Кроме того, было показано, что кинетика процесса адекватно аппроксимируется в рамках уравнения реакции псевдо первого порядка. Оцененная путем аппроксимации экспериментальных данных в координатах Аррениуса, энергия активации процесса ($E_a \approx 30$ кДж/моль) свидетельствует о преобладающем вкладе стадии внутренней диффузии в сорбционный процесс.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.
2. Пат. 2317076. Способ получения усниновой кислоты / М.П. Половинка, М.Ю. Панченко, Н.Ф. Самахутдинов; Новосибирский ин-т органической химии им. Н.Н. Ворожцова СО РАН (НИОХ СО РАН). - [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/231/2317076.html>.
3. ПНД Ф 14.1:2.44-96 Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации ионов кобальта в природных и сточных водах.

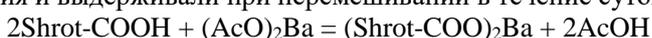
СОРБЦИЯ ХРОМА ШРОТАМИ ЛИШАЙНИКА ВИДА *CLADONIA RANGIFERINA*

Шумилина А.Д., Смирнов А.К.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
aksmi@yandex.ru

Одной из актуальных проблем, как с экономической, так и экологической точек зрения является разработка методов очистки вод от различных токсических компонентов. Эффективными материалами для этой цели могут служить биополимеры, такие как целлюлоза, хитин, хитозан, а также растения, грибы, лишайники, как материалы содержащие указанные биомолекулы и иные компоненты. Данная работа посвящена изучению процесса сорбции ионов хрома шротом таллома лишайника вида *Cladonia rangiferina*, широко распространенного в северных и умеренных областях России. Соединения хрома широко используются в промышленности, например, для создания зеленого пигмента, используемого при изготовлении краски, как компонент полировальных паст, а также как катализатор во многих органических реакциях.

Активное использование соединений хрома приводит к накоплению его, в частности, водных объектах как отхода производственного процесса. Известно, что нерастворимые соединения хрома (III) способны вызывать онкологическую патологию придаточных полостей носа и ЖКТ. Кроме того, превышение ПДК в водных объектах может привести к развитию токсического гепатита и нефрита. Это приводит к необходимости мониторинговых мероприятий водных объектов. Предельно допустимая концентрация (ПДК) хрома в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования составляет $9,6 \cdot 10^{-6}$ М [1]. Шрот, использованный в данной работе, получен в результате обработки в аппарате Сокслета лишайников рода *Cladonia rangiferina* (ацетон:хлороформ), с целью извлечения низкомолекулярных компонентов [2, 3]. ИК-спектры воздушно-сухих образцов записывали на ИК-Фурье-спектрометре "ALPHA" фирмы "Bruker" в таблетках с KBr при 20°C в диапазоне 4000-400 см⁻¹. Качественный анализ выявил наличие характерных для хитин-глюканового комплекса полос поглощения, представленных в табл. 1. Показано, что степень дезацетилирования хитина, входящего в состав образца, оцененная по отношению интенсивностей полос при 1654 см⁻¹ (амид I) и внутреннего стандарта (1040 см⁻¹) составляет порядка 36 %, согласуясь с данными работы [4]. Кроме того, полоса карбонильного поглощения в области 1730 см⁻¹ свидетельствует о наличии в исследуемом препарате карбоксильных групп и, следовательно, о потенциальной возможности сорбировать ионы металлов по механизму ионного обмена. Для определения относительного количества карбоксильных групп согласно [6] шрот переводили в Н-форму, для чего навеску сорбента массой 1 г заливали 100 мл 0,05М раствора серной кислоты. По истечении времени, соответствующего достижению равновесия в системе, предварительно оцененного экспериментально, образец отделяли от раствора фильтрованием, тщательно промывали до нейтрального pH промывных вод и высушивали. Затем навеску образца массой 0,1 г, взвешенную с точностью до 0,0001 г, помещали в коническую колбу с притертой пробкой емкостью 100 мл, заливали 50 мл 0,05М раствора ацетата бария и выдерживали при перемешивании в течение суток. При этом протекает следующая реакция:



Содержание выделившейся уксусной кислоты определяли методом потенциометрического титрования. Оцененная таким образом карбоксильная кислотность групп не превышает 0,32 ммоль/г, что не позволяет рассчитывать на высокие сорбционные возможности шрота как катионообменника.

Основу слоевищ лишайников, как известно, составляют полисахариды (лихенин, изолихенин, галактоманнан, хитин и др.) которые благодаря наличию полярных групп характеризуются высоким сродством к молекулам воды. Шрот *Cladonia rangiferina*, как оказалось (рис. 1) характеризуется высокой сорбционной способностью в отношении паров воды, превышающей таковую для целлюлозы и несколько уступающей хитозану, что предполагает возможность его использования в качестве хорошего влагопитывающего материала.

Сорбцию ионов хрома проводили в статических и динамических условиях из растворов сульфата хрома (III) с исходными концентрациями (C_0) 10^{-5} – 10^{-1} моль/л (модуль – соотношение масс шрота и объема раствора – 1:100). Термостатирование осуществляли с использованием термостата TW-2 (ООО "БИО-ЛАЙТ ЛТД"), поддерживающего заданную температуру с точностью $\pm 0,1^\circ\text{C}$.

Концентрацию ионов хрома в растворе определяли фотометрическим методом, в основе которого лежит процесс взаимодействия бихромат-ионов с дифенилкарбазидом в кислой среде с образованием соединения фиолетового цвета, в котором ионы хрома восстановлены до хрома (III), а дифенилкарбазид до дифенилкарбазона. Измерения оптической плотности проводили при $\lambda = 540$ нм в кюветах $l = 1$ см и $l = 5$ см. [5]

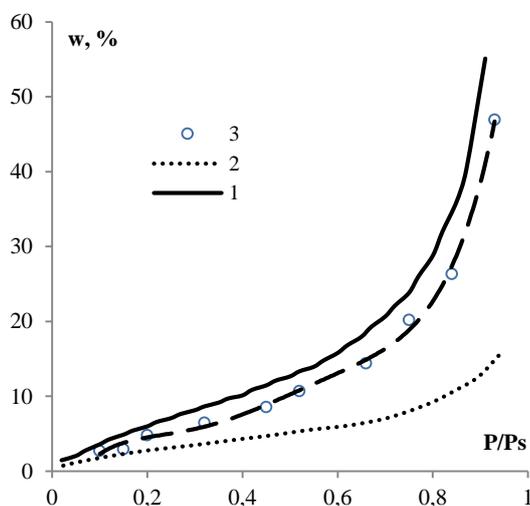


Рис. 1. Изотермы сорбции паров воды: 1 – хитозан (степень ДА > 0,75); 2 – хлопковая целлюлоза; 3 – шрот *Cladonia Rangiferina*

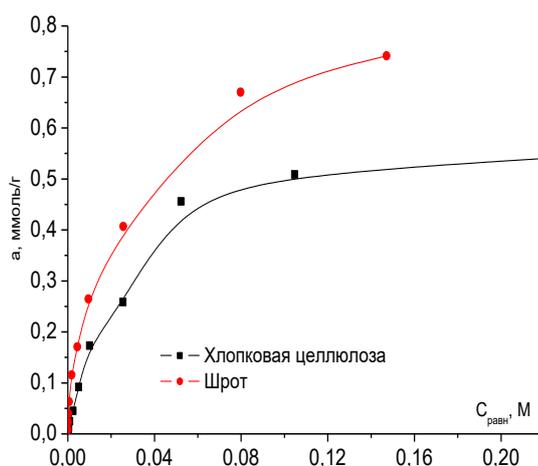


Рис 2. Изотерма сорбции ионов хрома хлопковой целлюлозой и шротом лишайника *Cladonia rangiferina*

Таблица 1

Параметры обработки изотерм сорбции ионов хрома шротом лишайника уравнениями Ленгмюра и Дубинина-Радускевича

Лишайник					
Модель	a_0 , ммоль/г	K, л/моль	R	$S_{уд}$, м ² /г	$E_{эф}$, кДж/моль
Ленгмюра	0,84	47	0,985	72,7	
Дубинина-Радушкевича	0,79		0,959	68,3	4,6
Хлопковая целлюлоза					
Ленгмюра	0,63	36	0,990	54,5	
Дубинина-Радушкевича	0,62		0,972	52,2	5,3

Экспериментальные изотермы представлены на рис. 2. Как и ожидалось, шрот характеризуется более высокой по сравнению с целлюлозой сорбционной способностью в отношении ионов хрома по причине неоднородной структуры и наличия таких активных центров, как амино- и ацетамидные группы. С целью получения количественных характеристик экспериментальные изотермы обрабатывали в рамках моделей Ленгмюра и Дубинина-Радушкевича. Из табл. 1 видно, что величины предельной сорбции ионов цинка шротом лишайника, полученные с применением рассмотренных моделей, в целом согласуются друг с другом. Величина предельной сорбции ионов хрома шротом в среднем на 30% выше аналогичного значения для хлопковой целлюлозы. Значение эффективной энергии активации (≈ 5 кДж/моль), полученное по уравнению Дубинина-Радушкевича, свидетельствует о преобладающем вкладе физической адсорбции катионов металла в сорбционный процесс.

Важной характеристикой сорбента с технологической точки зрения является степень извлечения (α) металла из раствора:

$$\alpha = \frac{C_0 - C}{C_0},$$

где C_0 и C – исходная и равновесная концентрации иона металла в растворе. Экспериментально показано, что значения степеней извлечения ионов хрома из водных растворов с исходными концентрациями меньше 10^{-5} моль/л, составляет более 80 %, что, с учетом ПДК ионов хрома в водных объектах указывает на перспективность использования шрота для очистки воды от соединений хрома.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГН 2.1.5.689-98 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.
2. Пат. 2317076. Способ получения усниновой кислоты / М.П. Половинка, М.Ю. Пан-ченко, Н.Ф. Самахутдинов; Новосибирский ин-т органической химии им. Н.Н. Во-рождова СО РАН (НИОХ СО РАН). - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/231/2317076.html>].
3. Повышение качества хлебобулочных изделий с помощью механохимического биопрепарата из лишайников (Аньшакова В.В., Каратаева Е.В., Кершенгольц Б.М.)
4. *Подтероб А.П.* Определение катионообменной емкости некоторых видов растительного сырья и материалов на его основе // Вестник БГУ. Сер. 2. 2008. № 3 С. 76-81.
5. ПНД Ф 14.1:2.52-96 Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации ионов хрома в природных и сточных водах.

КИНЕТИКА СОРБЦИИ ИОНОВ МЕДИ (II) МОДИФИЦИРОВАННЫМИ ХИТОЗАН-ЦЕЛЛЮЛОЗНЫМИ КОМПОЗИЦИЯМИ

Эсенаманов О.Г., Смотрина Т.В.

ФГБОУ ВО Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола
Owez-han@inbox.ru

Одной из наиболее значимых для промышленной и медицинской экологии задач является создание новых сорбирующих материалов на основе природных полимеров. Среди большого числа разнообразных биополимеров особое место с точки зрения практического использования занимают полисахариды – высокомолекулярные соединения, построенные из элементарных звеньев моносахаридов, соединенных гликозидными связями.

Уникальными сорбционными свойствами по сравнению с другими полисахаридами обладает продукт дезацетилирования хитина – хитозан. Хитозан безопасен для человека и окружающей среды, что определяет целесообразность и перспективность многочисленных разработок на его основе сорбентов, предназначенных для решения экологических и биомедицинских проблем.

Сорбенты на основе хитозана применяются в пищевой, фармацевтической и др. отраслях промышленности для очистки водных растворов лекарственных веществ, питьевой воды и напитков, технологических

растворов и почв, для выведения из природного кругооборота рассеянных тяжелых металлов, радионуклидов, кислых газов, органических примесей, пестицидов. Хитозан – способствует заживлению ран, имеет антикоагулянтный, антитромбогенный, бактерицидный и противоопухолевый эффекты. Хитозан связывает токсины, соли тяжелых металлов, желчные кислоты, благоприятно влияет на липидный обмен, поэтому широко используется в медицине в качестве энтеросорбента и мембран для очистки крови [1].

В настоящее время фармацевтической промышленностью выпускается большое количество препаратов, содержащих хитозан. В составе таких препаратов он используется в виде смесевой композиции с микрокристаллической целлюлозой (МКЦ), играющей роль наполнителя. В этой связи интерес представляет изучение кинетических закономерностей сорбции ионов металлов композициями на основе хитозана и целлюлозы. В качестве объектов исследования использовали смесевые композиции хитозана с МКЦ, а также композиции на основе целлюлозы и хитозана, модифицированные экструзией, с различным соотношением компонентов.

Сорбцию катионов металлов изучали спектрофотометрическим методом. Концентрацию ионов меди в растворе определяли по градуировочному графику (рис. 1).

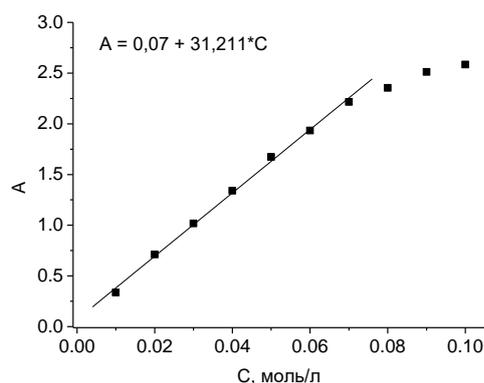


Рис. 1. Градуировочный график для фотометрического определения концентрации ионов Cu^{2+} в растворе

Для построения градуировочного графика измеряли значения оптической плотности стандартных растворов CuSO_4 ($\lambda = 820$ нм, $l = 3$ см). Зависимость $A - f(C)$ линейна в диапазоне концентраций 0,01 – 0,07 М ($R^2 = 0,999$), при более высоких концентрациях наблюдается отклонение от закона Бугера-Ламберта-Бера.

Кинетические кривые сорбции ионов меди(II) для полисахаридов и их композиций приведены на рис. 2. Для хитозан-целлюлозных композиций сорбционная емкость увеличивается по мере увеличения доли хитозана в смеси. Для механических смесей МКЦ – хитозан прослеживается аддитивность вкладов каждого из компонентов в величину сорбции. Для смесей, модифицированных экструзией, величины сорбции имеют более низкие значения и не подчиняются правилу аддитивности. Это может свидетельствовать о структурных перестройках в полимерах в процессе экструзии и формировании в условиях пластического течения упорядоченных областей, недоступных для сорбата.

Известно, что полисахаридные сорбенты способны образовывать хелатные комплексы с катионами металла. В этом случае значительный вклад в скорость сорбции может вносить стадия химической реакции между ионами металла и функциональными группами полимера.

Как показал анализ литературных данных, экспериментальные данные по кинетике сорбции катионов металлов полисахаридами наиболее корректно описываются моделью псевдо-второго порядка [2]:

$$t/a_t = 1/ka_0^2 + 1/a_0,$$

где k – константа скорости адсорбции, $\text{г} \cdot \text{ммоль}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$, a_0 – максимальная сорбционная емкость, ммоль/г .

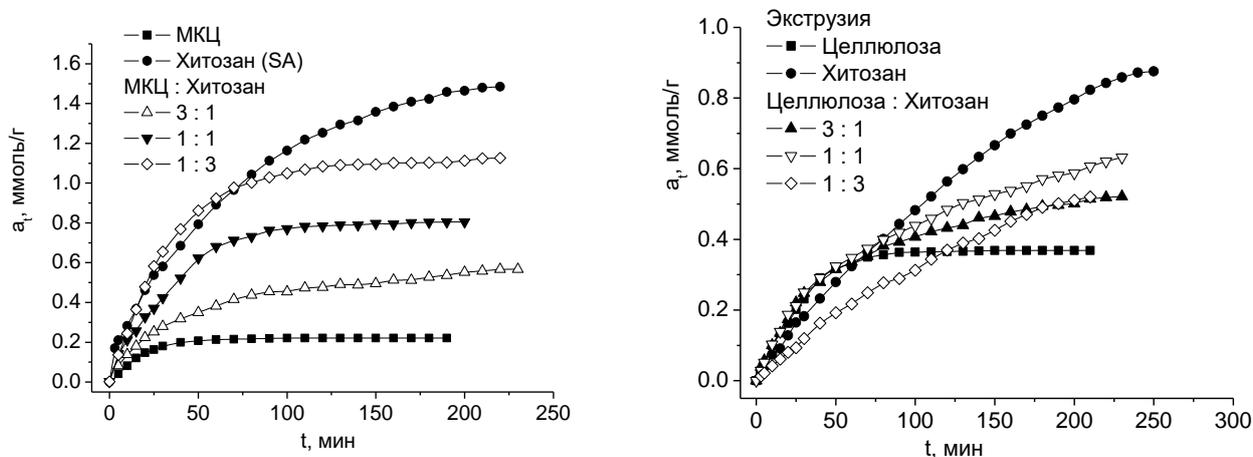


Рис. 2. Кинетические кривые сорбции катионов Cu^{2+} ($C_{\text{исх.}} = 0,05$ М)

Кинетические кривые сорбции в координатах модели псевдо-второго порядка приведены на рис. 3, параметры уравнения сведены в табл.

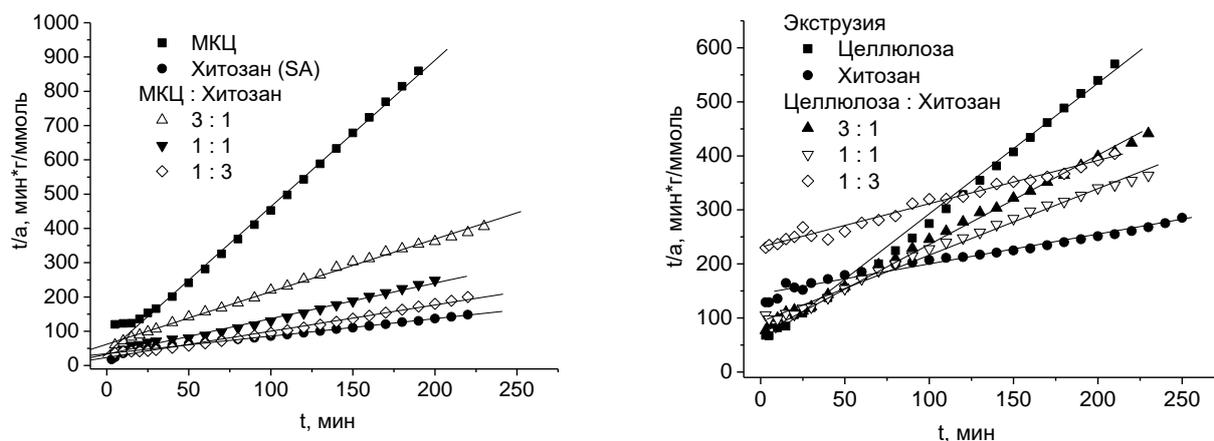


Рис. 3. Кинетические кривые сорбции ионов Cu(II) в координатах уравнения псевдо-второго порядка

Таблица

Параметры кинетической модели псевдо-второго порядка

Образец	a_0 , ммоль/г	k , г/(ммоль*мин)	R^2
МКЦ	0,240	0,340	0,998
Хитозан (SA)	1,871	0,009	0,993
Смеси МКЦ/хитозан			
3:1	0,652	0,038	0,999
1:1	0,964	0,032	0,996
1:3	1,304	0,025	0,996
Целлюлоза экструдированная	0,411	0,133	0,998
Хитозан экструдированный	1,822	0,002	0,985
Модифицированные эк- струзией композиции цел- люлоза/хитозан			
3:1	0,632	0,031	0,999
1:1	0,811	0,016	0,997
1:3	1,252	0,003	0,992

Как видно из приведенных в таблице данных модификация экструзией хитозан-целлюлозных композиций не целесообразна с точки зрения повышения сорбционной емкости по катионам меди(II). Механические смеси несколько превосходят экструзионные как по количественным параметрам сорбции, так и скорости протекания сорбционного процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Shahidi F., Abuzaytoun R.* Chitin, chitosan, and co-products: chemistry, production, applications, and health effects // *Adv Food Nutr Res.* 2005. V 49. P. 93-135.
2. *Никифорова Т.Е., Козлов В.А.* Сорбция катионов меди(II) целлюлозосодержащим сорбентом из водных // *Физикохимия поверхности и защита материалов.* 2012. Т. 48. №3. С. 262-266.

ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕКИ МАЛАЯ КОКШАГА

Алябышева Е.А.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
e_alab@mail.ru

В настоящее время при оценке состояния воды ведущая роль отводится физическим и химическим методам экологического контроля. Существенные системы нормативов не обеспечивают экологическую безопасность экосистем. Изучение последствий антропогенного воздействия на окружающую среду невозможно без применения приемов биологической индикации, которая дает прямую информацию о реакции организмов на стрессовые факторы [2, 5]. Значительное загрязнение водного бассейна вызывает необходимость интенсивного поиска биоиндикаторов. Сравнительно недавно в качестве объектов исследования были выбраны водные сапрофитные грибы [3].

Цель работы - оценить качество речной воды и экологическое состояние реки с помощью микологических показателей.

Исследования проводили в черте г. Йошкар-Олы, было выбрано 5 постов на р. Малая Кокшага: 1) пляж «Дубовая роща» находится в пойме реки; 2) пляж «Электрон» находится в районе Вознесенского моста; 3) пляж «Центральный» находится за парком культуры и отдыха имени 400-летия г. Йошкар-Олы; 4) пляж в микрорайоне Ширийково; 5) мониторинговая точка 500 м ниже ОСК г. Йошкар-Олы.

Для обнаружения сапротрофных и факультативных паразитов из пор. *Saprolegniales*, развивающихся на различных погруженных в воду субстратах растительного и животного происхождения, использовали метод «приманок». Для этого в стерильные чашки Петри помещали по 10 семян льна и заливали 20 мл речной воды, в качестве контроля была взята дистиллированная вода. Чашки Петри выдержали при комнатной температуре в течение 5-7 суток. Через некоторое время на приманках появлялся белый, постепенно разрастающийся мицелий грибов. Затем под микроскопом определяли наличие различных стадий развития *Saprolegnia* (мицелия и формирования оогониев). Для каждой пробы вели подсчет всех стадий развития *Saprolegnia* на каждой приманке. Затем рассчитывали, на каком количестве семян льна развился мицелий *Saprolegnia* (шт., %), сколько семян льна со стерильным мицелием и мицелием, на котором образовались органы полового размножения (шт., %) [1, 4].

Общие показатели воды в р. Малая Кокшага в черте г. Йошкар-Олы (рН, растворенный кислород и взвешенные вещества) соответствовали гигиеническим нормативам. Содержание минеральных веществ в поверхностном водоеме в условиях протекания через урбанизированную территорию незначительно изменялось, однако концентрации хлорид-ионов и сульфат-ионов не превышали ПДК. Значения БПК₅ и ХПК не превышали гигиенических нормативов, что свидетельствует о низком уровне поступления органических веществ техногенного происхождения в поверхностный водоем. Уровень эвтрофирования р. Малая Кокшага в черте г. Йошкар-Олы увеличивается. Концентрация аммоний-иона в пробах воды, отобранных в микрорайоне Ширийково в 1,2 раза превышала ПДК_{р.х.} Концентрация общего железа в речной воде в 1,8-2,0 раза превышала ПДК_{х.п.}, что обусловлено геохимическими особенностями обследованной территории.

Оказалось, что в трех районах исследования (пляж «Дубовая роща», микрорайон Ширийково, 500 м ниже ОСК г. Йошкар-Олы) р. Малая Кокшага встречаемость *Saprolegnia* достаточно высокая (80-90%), что свидетельствует о большом содержании органики в ее водах. Питаясь сапрофитно, *Saprolegnia* принимает участие в процессах самоочищения воды (табл. 1, рис. 1).



Рис. 1. Мицелий *Saprolegnia* с оогониями

Результаты наших исследований согласуются с известными данными о распространении сапро-

легниевых грибоподобных организмов в водоемах в зависимости от степени загрязнения их органикой [3]. При загрязнении водоемов пропорционально ему возрастает встречаемость сапролегнии, но до определенного предела. При сверхсильном загрязнении, в том числе наличии в воде токсических веществ, сапролегниевые угнетаются, снижается их численность, нарушаются процессы воспроизводства.

Таблица 1

Количество приманок, на которых проросли споры *Saprolegnia*

Район исследования	Кол-во семян, на которых развился мицелий (шт., %)	Кол-во семян, на которых не развился мицелий (шт., %)
пляж «Дубовая роща»	8; 80%	2; 20%
пляж «Электрон»	5; 50%	5; 50%
пляж «Центральный»	4; 40%	6; 60%
микрорайон Ширийково	9; 90%	1; 10%
500 м ниже ОСК г. Йошкар-Олы	8; 80%	2; 20%

В дальнейшем нами было проанализированы особенности формирования органов бесполого и полового размножения. Нами были обнаружены зооспорангии, которые образовывались на диплоидном мицелии. При этом нами было отмечено, что их большее количество было обнаружено в пробах воды, отобранных в районе пляжа Центрального и 500 м ниже ОСК г. Йошкар-Олы ($34,0 \pm 9,00$ шт., $80,0 \pm 15,00$ шт., соответственно).

Полагая, что на одном семени льна могла прорасти одна зооспора, мы подсчитали количество зооспор в 1 л воды. По мере увеличения содержания зооспор *Saprolegnia* в 1 л воды створы располагались следующим образом: Пляж «Центральный» < Пляж «Электрон» < Пляж «Дубовая роща» < 500 м ниже ОСК г. Йошкар-Олы < Микрорайон Ширийково (табл. 2).

Таблица 2

Количество зооспор *Saprolegnia* в одном литре речной воды

Район исследования	Кол-во зооспор, шт./л
пляж «Дубовая роща»	$400,0 \pm 23,00$
пляж «Электрон»	$250,0 \pm 31,00$
пляж «Центральный»	$200,0 \pm 16,00$
микрорайон Ширийково	$450,0 \pm 41,00$
500 м ниже ОСК г. Йошкар-Олы	$400,0 \pm 46,00$

Помимо бесполого размножения *Saprolegnia* может размножаться и половым путем. В этом случае на диплоидном мицелии формируются оогонии и антеридии. Замечено, что они возникают всегда ближе к субстрату, чем зооспорангии.

Нам удалось обнаружить антеридии. Бесцветные антеридии, которые образовывались как выросты боковых ветвей мицелия, мы искали около оогониев с только что возникшими яйцеклетками. При этом нами было отмечено, что наибольшее их количество было обнаружено в пробах воды, отобранных в районе пляжа «Центральный», затем следовал пляж «Электрон», далее – микрорайон Ширийково, далее – пляж «Дубовая роща». На диплоидном мицелии, образовавшемся на приманках в пробах воды, отобранных 500 м ниже ОСК г. Йошкар-Олы антеридии нами не были обнаружены.

Чаще всего нами обнаруживались оогонии, шаровидной формы с яйцеклетками. Наибольшее число оогониев было зафиксировано на диплоидном мицелии, который развился на приманках с водой, отобранной в микрорайоне Ширийково ($82,0 \pm 17,00$ шт.). В тоже время, нами было отмечено, что на мицелии, который развился на приманках с водой, отобранных на пляжах «Дубовая роща» и «Электрон» оогонии вообще не образовались.

Известно, что образование оогониев не происходит при недостатке в воде кислорода, поэтому полученные данные дают нам основание предположить, что в реке кислородный режим был не достаточно благоприятным.

Таким образом, полученные данные дают основание использовать *Saprolegnia* в качестве организма-индикатора состояния природных вод. Основными преимуществами такого биоиндикатора являются его широкая распространенность в водоемах и доступность в изучении.

В реке Малая Кокшага встречаемость сапролегниевых грибов была достаточно высокой. По мере увеличения содержания зооспор *Saprolegnia* в одном литре воды створы располагались следующим образом: Пляж «Центральный» < Пляж «Электрон» < Пляж «Дубовая роща» < 500 м ниже ОСК г. Йошкар-Олы < Микрорайон Ширийково. При сбросе сточных вод в водоем на диплоидном мицелии *Saprolegnia* уменьшается количество образовавшихся антеридиев и оогониев и возрастает зооспорангиев.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абакумова В.А. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. СПб: Гидрометеониздат, 1992. 318 с.
2. Гарибова Л.В., Лекомцева С. Н. Основы микологии: морфология и систематика грибов и грибоподобных организмов. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2005. 220 с.

3. Кондакова Г.В. Биоиндикация. Микробиологические показатели. Ярославль: ЯрГУ, 2007. 136 с.
4. Литвинов М.А., Дудка И.А. Методы исследования микроскопических грибов пресных и соленых (морских) водоемов. Л.: Наука, 1975. 152 с.
5. Ляшенко О.А. Биоиндикация и биотестирование в охране окружающей среды. СПб: СПбГТУРП, 2012. 67 с.

АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ ОСАЖДЕНИЯ МЕЛКОДИСПЕРСНОЙ ПЫЛИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УДАЛЕННОСТИ ОТ АВТОМАГИСТРАЛЕЙ

Алябышева Е.А.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
e_alab@mail.ru

Дорожно-транспортная составляющая городов вносит существенный вклад в общий выброс вредных веществ в атмосферу. Дороги являются линейными источниками выбросов загрязняющих веществ. При непосредственной близости автомагистрали к жилым районам, а также заполнение автомобилями дворов и проездов жилой застройки происходит рост концентрации токсичных веществ в местах проживания людей. В последние десятилетия наблюдается интенсивное насыщение атмосферы городов пылевидными отходами транспорта и промышленных предприятий, что заметно снижает качество жизни городского населения [2]. Большое значение по вопросам загрязнения атмосферы городов приобретают исследования закономерностей распространения атмосферных примесей и особенностей их пространственно-временного распределения. Такие закономерности являются важной составляющей объективной оценки состояния воздушного бассейна и тенденции изменений загрязнения, а также дают возможность разработки мероприятий по обеспечению чистоты атмосферы.

Цель работы - проанализировать процессы осаждения пылевых частиц в зависимости от удаленности от автомагистралей.

Исследование проводили в г. Йошкар-Оле. Для определения концентрации пыли на каждой улице были выделены 5 постов:

- ул. *Машиностроителей*: пост 1 – 0 м, ул. Машиностроителей д. 20; пост 2 – 500 м, перекресток ул. Машиностроителей - ул. Красноармейская; пост 3 – 1000 м, ул. Машиностроителей д. 6; пост 4 – 1500 м, ул. Машиностроителей д. 2Б; пост 5 – 2000 м, перекресток ул. Машиностроителей – ул. Водопроводная.

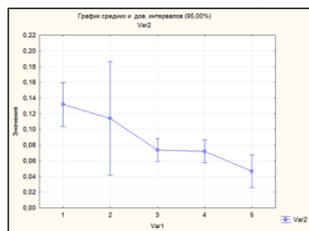
- ул. *Красноармейская*: пост 1 – 0 м, ул. Красноармейская д. 114; пост 2 – 500 м, ул. Красноармейская д. 96; пост 3 – 1000 м, ул. Красноармейская д. 81; пост 4 – 1500 м, ул. Красноармейская д. 72; пост 5 – 2000 м, перекресток ул. Красноармейская – ул. Первомайская.

- ул. *Водопроводная*: пост 1 – 0 м, ул. Водопроводная д. 146; пост 2 – 500 м, ул. Водопроводная д. 112/21; пост 3 – 1000 м, ул. Водопроводная д. 82/16; пост 4 – 1500 м, ул. Водопроводная д. 52; пост 5 – 2000 м, ул. Водопроводная д. 40.

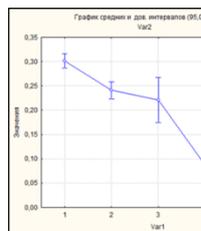
Определение массовой концентрации пыли проводили с помощью анализатора пыли ИКП-5.

Атмосферный воздух селитебной зоны г. Йошкар-Олы характеризовался невысоким уровнем запыленности. Содержание пыли в воздухе уменьшалось: ул. Машиностроителей (~0,25 мг/м³) > ул. Водопроводная (~0,20 мг/м³) > ул. Красноармейская (~0,15 мг/м³). В исследованных районах было обнаружено 2-3 локальных участка загрязнения воздушного бассейна пылевыми частицами.

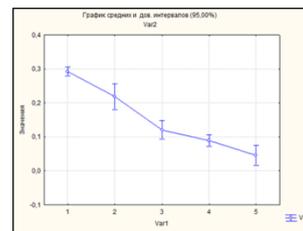
Как показали результаты наших исследований, фактор – удаленность от автомагистрали оказывает статистически значимое влияние на содержание мелкодисперсной пыли на всех постах наблюдения, расположенных на ул. Машиностроителей $P=0,002104$; $P<10^{-6}$; $P<10^{-6}$; $P=0,000954$; $P<10^{-6}$. На расстоянии 15 м от источника загрязнения концентрация пыли снижалась в: 1 пост – 2,9 раза, 2 пост – 3,9 раза, 3 пост – 6,4 раза, 4 пост – 3,6 раза, 5 пост – 4,7 раза (рис. 1).



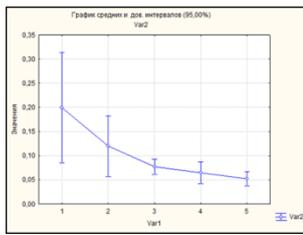
пост 1



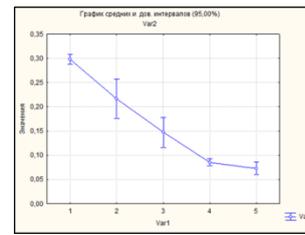
пост 2



пост 3



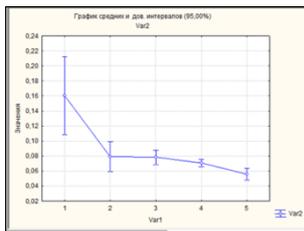
пост 4



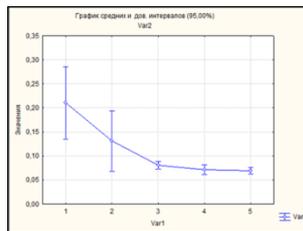
пост 5

Рис. 1. Осаждение пылевых частиц в зависимости от удаленности от автомагистрали (ул. Машиностроителей):
1 – 0,5 м, 2 - 1,5 м, 3 - 2 м, 4 - 6 м, 5 - 15 м

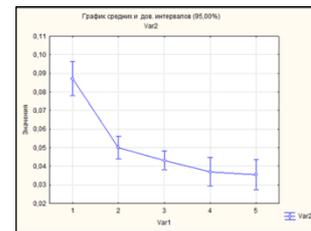
Аналогичная картина наблюдалась и на участке ул. Красноармейская. Однофакторный дисперсионный анализ показал, что фактор – удаленность от источника загрязнения оказывает статистически значимое влияние на концентрацию мелкодисперсной пыли в воздухе ($P=0,00001$; $P=0,000013$; $P<10^{-6}$; $P<10^{-6}$; $P=0,000012$ (рис. 2).



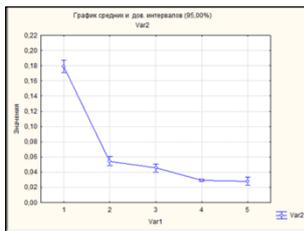
пост 1



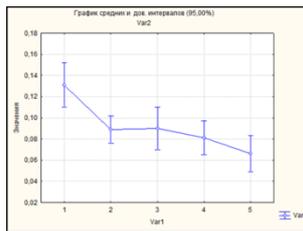
пост 2



пост 3



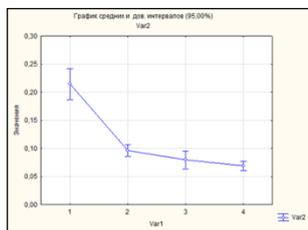
пост 4



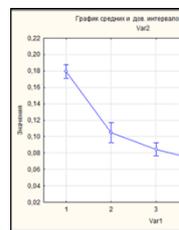
пост 5

Рис. 2. Осаждение пылевых частиц в зависимости от удаленности от автомагистрали (ул. Красноармейская):
1 – 0,5 м, 2 - 1,5 м, 3 - 2 м, 4 - 6 м, 5 - 15 м

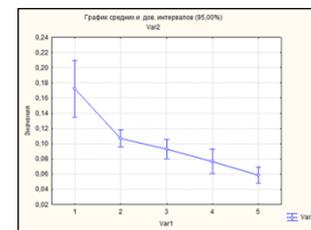
На расстоянии 1,0 м от источника загрязнения содержание пыли в воздухе на ул. Водопроводная снижалось на 0,065-0,118 мг/м³. При удалении на 3 м от проезжей части эффект осаждения усиливался. Наибольший осаждающий эффект был обнаружен на расстоянии 7 и 15 м от автомагистрали ($P<10^{-6}$) (рис. 3).



пост 1



пост 2



пост 3



пост 4

Рис. 3. Осаждение пылевых частиц в зависимости от удаленности от автомагистрали (ул. Водопроводная):
1 – 0,5 м, 2 - 1,5 м, 3 - 2 м, 4 - 6 м, 5 - 15 м

По данным Н.С. Барикаевой [1] на запыленность воздушной среды оказывает влияние интенсивность движения автомобильного транспорта, состав транспортного потока, режим движения автотранспорта. Режимы движения, а, следовательно, загрязнение воздушного бассейна города определяются геометрическими характеристиками улично-дорожной сети, параметрами транспортного потока и качеством регулирования дорожным движением. Наблюдения показали, что концентрация вредных веществ на перекрестках г. Волгограда в 2,5-4 раза выше, чем на перегоне. Зона влияния перекрестка (зона повышенных концентраций вредных веществ) достигает 200 м. При постоянном разгоне или торможении происходит истирание шин и дорожного покрытия, резко увеличивается выброс вредных веществ.

Таким образом, на содержание пыли в атмосферном воздухе жилой зоны г. Йошкар-Олы статистически значимое влияние оказывал фактор – удаленность от автомагистрали. Максимальное снижение содержания взвешенных частиц в воздухе было отмечено на расстоянии 15 от городских автомагистралей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барикаева Н. С., Николенко Д. А. Исследование запыленности городской среды вблизи автомобильных дорог // Альтернативная энергетика и экология. 2013. № 11 (133). С. 75-78.
2. Казачкова Л. О., Боровик В. С. Оценка загрязнения воздушной среды на дорогах крупного города // Транспорт: наука, техника и управление: науч. информ. сб. РАН, ВИНТИ, 2010. С. 47-50.

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ОТХОДАХ ПРЕДПРИЯТИЯ ДЕРЕВОПЕРЕРАБОТКИ

Аптуллина А.Д., Скочилова Е.А.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола

aptyllina.nastya.1996@mail.ru

В настоящее время одной из значимых проблем в области экологии являются отходы, в частности, отходы производства [1]. Принято считать, что производственные отходы - это вещества или предметы, которые образованы в процессе производства, выполнения работ, оказания услуг или в процессе потребления, которые предназначены для удаления [2]. В отходах производства довольно часто встречаются тяжелые металлы, оксиды металлов.

Объектом исследования являлись отходы, к которым относится смет и песок, отобранные с территории деревоперерабатывающего предприятия. В пробах смета и песка определяли количество тяжелых металлов, оксидов металлов и мышьяка. Для количественного определения тяжелых металлов и мышьяка в смете и песке был применен рентгенофлуационный метод [3]. Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета программы «Statistica 6.0». Достоверность различий оценивали по распределению Стьюдента на доверительном уровне 95 %.

В смете присутствуют следующие тяжелые металлы и оксиды металлов: свинец, цинк, никель, кобальт, хром, оксид железа, оксид марганца (табл.).

Таблица

Содержание тяжелых металлов в смете и песке, мг/кг

Металл	ПДК	Смет	Песок
Pb	32	21,7±0,81	50,5 ± 1,9
Zn	23	45,3±0,73	472,5 ± 6,42
Ni	4	21,3±0,55	60,3 ± 4,04
Co	5	8,4±0,24	-
Cr	6	81,3±4,45	-
Cu	3	-	76,5 ± 3,61
Fe ₂ O ₃	не нормируется	2,0±0,002	-
MnO	1500	329,7±11,18	-

Количество свинца и оксида марганца находится в пределах ПДК, а оксид железа не нормируется. Содержание цинка в смете в 1,9 раза, никеля в 5,3 раза, кобальта 1,6 раза, хрома 13,5 раза больше, по сравнению с ПДК.

В песке обнаружены (табл.) цинк, свинец, никель и медь. Превышение ПДК обнаружены по содержанию цинка в 25,5, свинца в 1,5, никеля в 15, а меди почти в 25 раз. Если сравнивать два отхода, то можно увидеть, что цинка в песке в 10,4 раза больше, чем в смете. В песке в 2,8 раза больше никеля.

Также в пробе песка был обнаружен мышьяк – 10,3 мг/кг, ПДК по мышьяку составляет 2 мг/кг. Следовательно, количество мышьяка в песке 5,2 раза больше, по сравнению с ПДК.

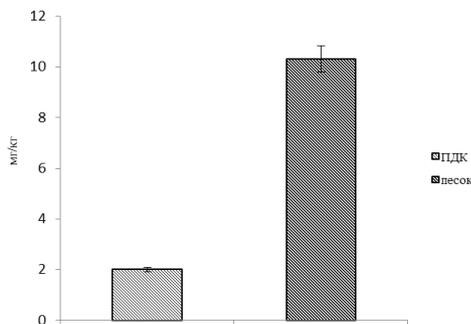


Рис. 1. Содержание мышьяка в песке

На рисунке видно нормы ПДК мышьяка и содержание мышьяка в песке. ПДК составляет 2 мг/кг, количество мышьяка в песке 10,3 мг/кг, что в разы превышает нормы ПДК.

Таким образом, в результате проделанной работы, мы установили, что присутствие тяжелых металлов и мышьяка в отходах деревоперерабатывающего производства во много раз превышает ПДК. Что говорит о токсичности отходов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тюкавкина, Н.А. Биоорганическая химия / Н.А. Тюкавкина, Ю.И. Бауков. - М.: Дрофа, 2011. - 527 с.
2. ГОСТ 30772-2001. Межгосударственный стандарт. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения (введен Постановлением Госстандарта России от 28.12.2001 N 607-ст).
3. ГОСТ 28033 - 89. Рентгенофлуоресцентный анализ, 1989.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В ОКРЕСТНОСТЯХ ПРЕДПРИЯТИЯ ООО «ПКФ СИНГЕР»

Арзикеева А.В.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола

anya.ivanova96.96@mail.ru

Науч. рук-ль к.б.н., доц. Бекмансуров М.В.

Вопрос о воздействии человека на атмосферу находится в центре внимания специалистов и экологов всего мира. Крупнейшие из глобальных экологических проблем – парниковый эффект, нарушение озонового слоя, выпадение кислотных дождей связаны с антропогенным загрязнением атмосферы. Благодаря постоянной циркуляции химических веществ в природе многие загрязнители, попавшие в атмосферный воздух, например, соединения тяжелых металлов, оседают на почве и растительности, попадают в реки и подземные воды. Газообразные вещества, в первую очередь сернистый ангидрид, соединяются в атмосфере с водяными парами и возвращаются на землю в виде кислотных дождей. Таким образом, в результате интенсивного антропогенного воздействия в городах формируется новая жизненная среда, которая по многим параметрам не соответствует условиям нормальной жизнедеятельности человека.

Загрязняющие вещества в окружающем воздухе такие, как диоксид серы, оксиды азота, углеводороды и др. оказывают сильнейшее антропогенное воздействие на фитоценозы, в том числе и городские насаждения. Даже незначительное наличие диоксида серы в воздухе хорошо диагностируется лишайниками и растениями. Так, из высших растений повышенную чувствительность к диоксиду серы имеют хвойные, а среди них наиболее чувствительной к загрязнению является сосна. Это обуславливает выбор сосны как важнейшего индикатора антропогенного влияния [1, 2].

В незагрязненных экосистемах основная масса хвои сосны здорова, не имеет повреждений, и лишь малая часть хвоинок имеет светло-зеленые пятна и некротические точки микроскопических размеров, равномерно рассеянные по всей поверхности. Хвойные плохо переносят загазованность, так как их хвоинки многолетние и в них накапливаются токсичные вещества, а устьица забиваются копотью, что вызывает пожелтение и отмирание хвои на 1-2 года раньше. В загрязненной атмосфере появляются повреждения и

снижается продолжительность жизни хвои сосны [3].

Материалом для данной работы послужили результаты собственных исследований, проведенных на химическом предприятии по производству герметиков для холодильных оборудований ООО «ПКФ Сингер» и в его окрестностях в 2018-2019 гг. Исследования осуществлялись инструментальным и фитоиндикационным методами.

ООО «ПКФ Сингер» располагается в южной части города Зеленодольска Республики Татарстан и осуществляет деятельность на одной промплощадке. С юго-востока, юга, юго-запада проходит дорога по улице Строителей, где расположены частные жилые дома с приусадебными участками. Так же ООО «ПКФ Сингер» граничит с рядом других различных предприятий, таких как завод им.А.М. Горького, Текстильная фабрика.

Предприятие производит целый ряд различных видов продукции, основными среди них являются:

- технологическая активная добавка «ЦАД-1», которая применяется в производстве шинных и резинотехнических изделий для улучшения степени диспергирования ингредиентов резиновых смесей;
- герметик марки МГН-5 предназначен для применения в производстве холодильного оборудования для герметизации технологических отверстий холодильного шкафа перед заливкой пенополиуретана;
- герметик теплопроводящий «Сингер-1780Т» применяемый при производстве холодильников для увеличения контактных площадей при передаче холода от холодильных труб к стенам камер.

Так же источниками загрязнения атмосферного воздуха являются: лаборатория, предназначенная для тестирования продукции; котельная, служащая для отопления предприятия и автотранспорт.

Замеры поллютантов осуществляли с помощью газоанализатора Optima 7. На всех участках цехов в ходе замеров было выявлено 33 различных наименований вредных веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух. Были выявлены следующие виды загрязняющих веществ: оксиды серы, частицы тяжёлых металлов, соединения фтора, фотохимическое загрязнение, углеводороды, оксид углерода. Основываясь на инструментальных замерах, а также расчетах по каждому веществу, которое выбрасывается предприятием «ПКФ Сингер» нами установлено следующее.

В ходе технологических процессов в атмосферу выбрасываются 33 наименований загрязняющих веществ. Во всех точках замеров присутствуют диоксид серы, диоксид азота, пыль нетоксичная, оксид углерода, этилен, пропилен. По всем этим веществам объемы выбросов превышают нормативы ПДВ. В 2019 г. по сравнению с периодом 2015-2017 гг. наблюдалось увеличение их выбросов, что связано с увеличением объемов производства на предприятии.

С целью фитоиндикации состояния атмосферного воздуха вблизи предприятия и на контрольном участке мы провели анализ хвои сосны обыкновенной. С каждого из 2-х деревьев на каждом участке отобрано по 25 пар хвоинок (укороченных побегов) второго года жизни со стороны на уровне вытянутой руки [5]. Контрольный участок расположен на опушке леса вблизи р. Волга.

Собранный материал исследовали по следующим параметрам: длина хвоинки, масса укороченного побега (брахибласта), а также наличие усыханий и некрозов. Для оценки степени различий параметров хвои на исследуемых участках (длина хвоинки и масса брахибласта) использовали однофакторный дисперсный анализ.

Установлено, что вблизи предприятия измеренные параметры – длина хвои и масса укороченного побега сосны статистически достоверно превышают аналогичные показатели на контрольном участке. Так вблизи предприятия длина хвои составляла в среднем 68 мм, а на контрольном участке – 52 мм; масса укороченного побега 0,031 г и 0,023 г соответственно ($p=0,00000001$).

Таким образом вблизи промышленного предприятия, где в атмосферном воздухе и почве содержится больше поллютантов, наблюдается увеличение длины хвоинок сосны и массы укороченных побегов. Возможно, это объясняется тем, что содержащиеся в выбросах предприятий соединения азота оседают на почву, тем самым обогащая ее или же могут поглощаться непосредственно через устьица. Аналогичное объяснение находит в своей работе Аугустаитис А.А [4], исследуя динамику закономерности роста сосновых древостоев при различном уровне загрязнения природной среды.

При оценке степени повреждения хвои сосны обыкновенной установлено, что вблизи предприятия у значительной части хвоинок имелись некротические пятна и усыхающие верхушки. Из 100 хвоинок 14 штук с некрозом и 11 с усыханием. На контрольном участке хвоя, главным образом, была ярко-зеленая с незначительными повреждениями (4 и 3 хвоинки соответственно).

Следует отметить, что вблизи ООО «ПКФ Сингер» расположены и другие предприятия: завод им.А.М.Горького, Зеленодольская швейная фабрика и ООО «ПКФ Полус». Поэтому однозначно утверждать, что именно оно является причиной изменения параметров хвои сосны обыкновенной мы не можем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Охрана окружающей среды / Белов С.В., Баринов Ф.А., Козьков А.Ф. и др. – М.: Высшая школа, 1991. 264 с.
2. Экологический мониторинг: Учебно-методическое пособие, под ред. Т.Я. Ашихминой. М.: Академический проект, 2005. 416 с.
3. Ярмишко В.Т. Сосна обыкновенная и атмосферное загрязнение на Европейском Севере/ В.Т. Ярмишко // СПб.: Изд-во НИИ химии С.-Петербургского государственного университета, 1997. 210 с.
4. Аугустаитис А.А. Закономерности роста древостоев при различном уровне загрязнения природной среды: автореф. дис. канд. биол. наук / А. А. Аугустаитис. М.: Институт глобального климата и экологии Российского комитета по гидрометеорологии и Российской Академии наук. 1992. 22с.

ЭКОЛОГО-ЦЕНОТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА СООБЩЕСТВ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ПРОФИЛЕ**Бекмансуров М.В.**

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола

m.mahach@mail.ru

Одним из показателей разнообразия фитоценозов являются спектры эколого-ценотических групп (ЭЦГ) – совокупности видов растений в своем происхождении связанные с определенным типом сообществ. Такие спектры не только наглядно иллюстрируют структуру видового разнообразия ныне существующих фитоценозов, но и свидетельствуют об их происхождении.

Целью данной работы было изучение биоразнообразия растительного покрова в северной части Национального парка «Марий Чодра», где останцевые возвышенности чередуются с участками долинного ландшафта, представлены разнообразные типы экотопов, различающихся положением в пространстве и почвенно-грунтовыми условиями. В 2000-2001 гг. здесь был заложен почвенно-экологический профиль и выполнены геоботанические описания лесных сообществ [1]. В 2015 г. были проведены повторные описания с целью изучения динамики растительного покрова и уточнения флористического состава фитоценозов.

Структура видового разнообразия сообществ оценивалась по соотношению видов, входящих в разные эколого-ценотические группы. При этом использована классификация, предложенная О.В.Смирновой и Л.Б.Заугольной на основе эколого-ценотических свит А.А.Ниценко и исторических свит Г.М.Зозулина [2]. Эколого-ценотическая структура сообществ определялась на основе соотношения следующих групп видов: неморальной (Nm), бореально-таежной (Br), боровой (Pn), черноольшанниковой, или нитрофильной (Nt), болотной (Wt), олиготрофной (Olg) и луговой (Md). Из-за незначительного участия луговых видов в сложении исследованных фитоценозов мы не подразделяем их на группы сухолюбиво- и влажнолюбивых, а болотную группу объединяем с олиготрофной. В ходе анализа флористического состава сообществ выявлена доля участия видов каждой ЭЦГ и построены эколого-ценотические спектры, позволяющие наглядно сравнить структурное разнообразие сообществ фитоценозов, сформировавшихся в каждом из экотопов.

Экологический профиль пересекает долину малой реки Уба (рис. 1), с запада и востока ограничен склонами возвышенностей останцевого типа. Протяженность профиля составляет 5 км захватывает 6 экотопов и проходит через кварталы 1-5, где произрастают преимущественно производные леса пирогенного и послерубочного происхождения. Перепад высот относительно базиса эрозии – русла р. Уба составляет 40 м.

Самая низкая отметка профиля – неширокая (15-25 м) слабодренированная пойма р. Убы – экотоп 3. Разреженный древостой образуют ель финская (*Picea x fennica* (Regel.) Kom.), береза повислая (*Betula pendula* Roth.), ольха черная (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.). Почва здесь представлена подзолом иллювиально-гумусово-железистым рыхло-песчаным на древнеаллювиальных песках.

Большая часть профиля проходит через экотоп 2 – пологий, довольно хорошо дренированный участок надпойменной террасы р. Уба со слабым уклоном местности 1-1,5°. Почва дерново-сильноподзолистая грунтово-глееватая рыхло-песчаная на древнеаллювиальных песках. Этот экотоп занят преимущественно сосняками с участием ели в древостое, подлеске и подросте. Также в древостое встречается береза повислая, береза пушистая (*Betula pubescens* Ehrh.) и осина (*Populus tremula* L.). Доля ели возрастает с приближением к пойме р. Убы, на временных водотоках и вблизи их.

Экотоп 1 представляет собой небольшое мезоповышение в пределах надпойменной террасы высотой всего лишь в несколько метров, но почвенно-грунтовые условия здесь иные. Почва бурая лесная псевдофибровая рыхло-песчаная на слоистых песках, подстилаемых песчано-суглинистыми отложениями. В условиях хорошего дренажа и довольно богатых почв здесь произрастают осинники с участием липы (*Tilia cordata* Mill.) и ели в древостое, подлеске и подросте.

Экотоп 4 – хорошо дренированный склон террасы и прилегающий водораздел. В нижней части террасы располагается монокультура сосны обыкновенной, а далее липо-ельники. Почва бурая лесная псевдофибровая связно-песчаная на древнеаллювиальных слоистых песках.

С переходом склона водораздела в пологую часть мезорельеф становится поперечно-волнистым с чередующимися мезоповышениями и мезопонижениями. Здесь располагается экотоп 6, занятый смешанными насаждениями с преобладанием березы повислой, содоминанты – липа сердцелистная, ель финская, осина.

Экотоп 5 – крутые склоны Керебеляжской возвышенности с близким залеганием пермских карбонатных пород, занимают смешанные елово-широколиственные леса. Почва здесь дерново-слабоподзолистая на делювии супесей, подстилаемых щебнисто-глинистым элювием пермских пород.

На слабодренированных участках водоразделов (экотоп 7) располагаются олиготрофные сфагновые болота с сосной. Этот тип экотопа располагается за пределами геоботанического профиля. Он характеризуется избыточным увлажнением и низкой кислотностью почвы.

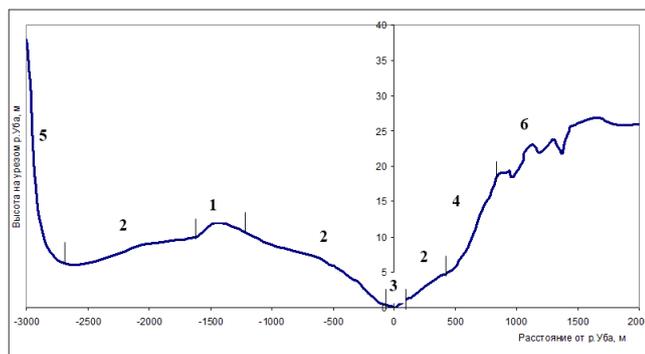


Рис. 1. Схема экологического профиля: 1-6 – экотопы (характеристика экотопов – в тексте). Границы экотопов отмечены вертикальными линиями.

Структурное разнообразие сообществ разных экотопов представлено на рис. 2.

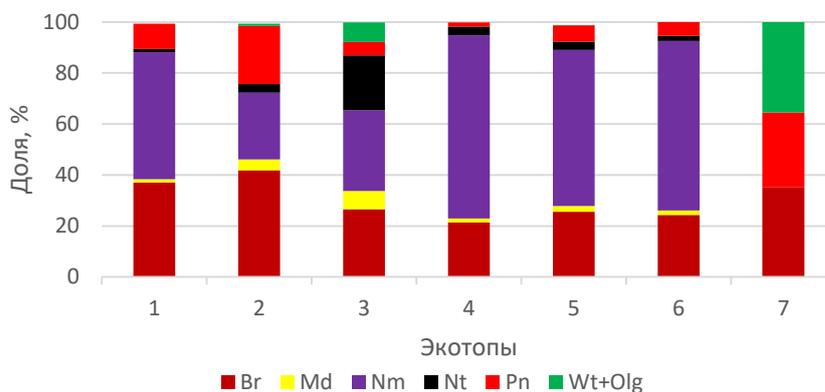


Рис. 2. Спектры семейств сосудистых растений в исследованных сообществах (обозначение ЭЦГ – в тексте)

Установлено, что в целом спектр ЭЦГ имеет бореально-неморальный характер. Бореальные виды, характерные для таежных темнохвойных лесов, встречаются в сообществах всех экотопов. Неморальные виды, связанные в происхождении с широколиственными лесами, доминируют в большинстве из них, в особенности на склонах возвышенностей. В сообществах экотопа 7, занятых сосняками кустарничково-сфагновыми эта ЭЦГ не встречается. Здесь в равных соотношениях представлены виды бореальные, боровые и олиготрофные. В экотопе 3 (пойма р.Убы) спектр ЭЦГ наиболее разнообразен и представлен видами всех 6 групп. Это обусловлено гетерогенностью пойменных экотопов. Здесь встречаются участки с различной освещенностью, увлажнением почв, их богатством и кислотностью.

В целом соотношение ЭЦГ сосудистых растений отражает черты зональной растительности подзоны хвойно-широколиственных лесов, характеризующейся смешанным флористическим составом, основу которого составляют виды бореальной и неморальной групп. Прослеживается снижение уровня структурного разнообразия сообществ на экологическом профиле по мере удаления от поймы к склонам возвышенностей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Биологическое разнообразие растительного покрова национального парка «Марий Чодра». Часть 1: Научное издание /

Л.Б. Заугольнова, Л.А. Жукова, М.В. Бекмансуров и др. Йошкар-Ола, 2003. 136 с.

2. Восточноевропейские леса: История в голоцене и современность: в 2-х кн. Кн. 1 / отв. ред. О.В. Смирнова. М.: Наука, 2004. 479 с.

АКТУАЛЬНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ NO-TILL В БИОАГРОЦЕНОЗЫ

Волков А.И., Прохорова Л.Н.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
alex-volkov@bk.ru

В зоне рискованного земледелия, куда относятся Республики Чувашия и Марий Эл, для ведения успешного экологического и органического сельского хозяйства большое значение имеют агротехнические мероприятия. К главным из них принадлежат севооборот, борьба с водной и ветровой эрозией, выбор высокопродуктивного сорта или гибрида, способы обработки почвы и т.д.

В настоящее время существует три основных направления в выборе способов обработки почвы. Это традиционная вспашка, минимальная обработка с формированием мульчирующего слоя (mini-till) и «нулевая» – no-till. Многочисленные опыты отечественных и зарубежных ученых свидетельствуют о непосредственном влиянии этих обработок на жизнедеятельность почвенной микрофлоры, агрофизические и агрохимические показатели [1-6].

Цель работы – изучить актуальность внедрения технологии no-till в биоагроценозы.

Традиционная технология возделывания сельскохозяйственных культур основывается на применении отвальной «классической» вспашки, минимальная – на использовании современных комбинированных широкозахватных почвообрабатывающих агрегатов, а «нулевая» – на «прямом» посеве в необработанную почву специальными посевными комплексами.

При сравнительном анализе необходимо четко представлять основные цели проведения обработки почвы (таблица 1). Они постоянны и не зависят от типа технологии. Их выполнение гарантирует получение стабильно высоких качественных урожаев сельскохозяйственных культур.

Таблица 1

Цели проведения обработки почвы

Цели проведения обработки почвы		
земледельческие	растениеводческие	производственные
создание оптимальных условий для роста и развития растений	достижение запланированной урожайности	высокая производительность и своевременное выполнение рабочих операций
целенаправленная и обоснованная обработка почвы	получение оптимальных всходов на поле	снижение переменных издержек
получение стабильной почвенной структуры смешивание органических остатков	борьба с сорняками и предотвращение их распространения	универсальность используемой техники
защита окружающей среды	создание условий, специфичных для каждой культуры	создание благоприятных условий для проведения последующих технологических операций

Обработка почвы плугом за счет своей интенсивности позволяет добиться запланированной урожайности, освободить поля от сорных растений, но усиливает деятельность эрозионных процессов и негативно влияет на почвенную биоту. Эти проблемы можно свести к минимуму при использовании «нулевой» технологии. Однако, есть большая вероятность недобора урожая, как минимум на 20-30 %.

В этих условиях на передний план выдвигается минимальная обработка почвы. Основываясь на щадящем рыхлении верхнего плодородного слоя и посеве в мульчированный пласт из органических остатков, она в большей степени соответствует требованиям экологического земледелия. К тому же, mini-till рекомендована многим полевым и кормовым культурам с учетом реализации долгосрочных принципов экологичности. Применение no-till в этом отношении носит специфичный характер.

В таблице 2 показано сравнение традиционной, минимальной и «нулевой» технологий обработки почвы. Агротехнические и экологические показатели как подтверждают существующие преимущества no-till и mini-till, так и свидетельствуют о возникновении возможных проблем.

Интенсивность обработки при no-till и mini-till технологиях значительно ниже, чем при традиционной. Следовательно, мульчированный и «прямой» посев предупреждают заиливание верхнего обрабатываемого слоя, препятствуют интенсивному поверхностному стоку и эффективно противодействуют эрозии. Это снижает опасность загрязнения водоемов.

Отказ от интенсивного рыхления придает обрабатываемому слою лучшую структуру. Вода дольше удерживается в почве, что является очень важным фактором при малом годовом количестве атмосферных

осадков или плохом их распределении. С другой стороны, наличие растительных остатков на поверхности почвы предъявляет особые требования к посевной технике. Кроме того, вероятность возникновения проблем за счет болезней растений, сорняков и падалицы выше. Соответственно, возрастают требования к системе мероприятий по заделке соломы и применению гербицидов и фунгицидов.

Таблица 2

Сравнение технологий обработки почвы

Показатели	Технология		
	традиционная	минимальная	«нулевая»
Смешивание растительных остатков	полное, но неравномерное	частичное, но равномерное	нет
Плужная подошва, переуплотнение	да	нет	нет
Глубокое рыхление	да	при необходимости	
Излишняя рыхлость почвы	да	нет	нет
Нагревание почвы и осушение семенного ложа	быстрое	медленное	относительно медленное
Опасность заиливания и эрозии	высокая	относительно низкая	низкая
Прочность и несущая способность почвы	относительно низкая	относительно высокая	относительно высокая
Биологическая активность и водный баланс	относительно низкая	относительно высокая	относительно высокая
Промывание питательных элементов в грунтовые воды	относительно много	относительно мало	относительно мало
Развитие болезней и вредителей	относительно низко	относительно высоко	относительно высоко
Проблемы с сорняками и падалицей	относительно мало	относительно много	относительно много
Расход гербицидов и фунгицидов	относительно низкий	относительно высокий	относительно высокий
Издержки на выполнение работ	относительно высокие	относительно низкие	низкие
Потребность в энергоносителях	относительно высокая	относительно низкая	относительно низкая
Требования к распределению соломы	относительно низкие	относительно высокие	высокие
Требования к посевной технике	относительно низкие	относительно высокие	высокие
Требования к менеджменту системы возделывания	относительно низкие	относительно высокие	высокие
Выполнение экологических принципов земледелия	низкое	среднее	высокое

В борьбе с сорными растениями, вредителями и болезнями требуются интегрированные мероприятия, которые позволяют в 1,3-1,5 раза снизить нормы расхода средств химической защиты, а, как следствие, сэкономить до 15-17 % материальных затрат [1, 3-6].

Экологически обоснованные требования по охране окружающей среды, повышают стоимость производства во всех известных случаях. К счастью, возделывание сельскохозяйственных культур является тут исключением. При правильном переходе с традиционной технологии на no-till можно не только сохранить уровень урожайности, но и увеличить его на 8-12 % в ближайшие 3-5 лет, а также снизить производственные издержки и одновременно выполнить экополитические требования [2-4].

Однако, здесь главным является вовсе не переход хозяйства на «нулевую» обработку и извлечение из этого эффектов снижения затрат и экологической безопасности. Здесь речь идет о том, чтобы применять no-till с учетом условий местности и севооборота. Так, например, может быть вполне достаточным провести один раз в севообороте глубокое и щадящее рыхление почвы. Важно также гибкое использование орудий и технологий в соответствии с условиями. В зависимости от масштабов хозяйства рассматривается вариант собственной механизации или кооперативное использование.

Таким образом, технология no-till, основанная на применении современной техники, способствует сбережению окружающей среды, формируя тем самым основу для ведения экологического земледелия. В данном случае экология и экономия звучат в унисон. Использование no-till возможно лишь при научно-обоснованном комплексном подходе.

Исследования выполнены при поддержке проекта РФФИ № 20-016-00078

ЛИТЕРАТУРА

1. Ален Х. П. Прямой посев и минимальная обработка почвы. М., 1985. 208 с.
2. Бейкер С., Сакстон К., Ритчи В. Технология и посев. Нью-Йорк, 2002. 262 с.
3. Волков А. И., Прохорова Л. Н. Анализ технологий возделывания полевых культур в условиях Чувашии // Аграрная Россия. 2019. № 2. С. 3–7.
4. Волков А. И., Кириллов Н. А., Лукина Д. В. Инновационный подход к производству зерновых культур // Вестник Марийского государственного университета. 2018. № 2 (14). С. 17–25.
5. Волков А. И., Кириллов Н. А., Прохорова Л. Н., Куликов Л. А. Перспективы нулевой обработки почвы при возделывании

кукурузы на зерно в Волго-Вятском регионе // Земледелие. 2015. № 1. С. 3–5.

6. Волков А. И., Кириллов Н. А. Эффективность нулевой обработки почвы в полевом севообороте // Сахарная свекла. 2018. № 9. С. 34–37.

СОСТОЯНИЕ АРХИВА КЛОНОВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Володькин А.А.

Пензенский государственный аграрный университет, Пенза

coralpenza@gmail.com

Сохранение генетического фонда и генетического разнообразия древесных пород является актуальной проблемой для России. Это направление гарантирует поддержание ценных по биологической продуктивности и другим показателям лесных экосистем и является базой для лесной генетики, селекции и семеноводства - основных методов повышения продуктивности лесов и обогащения их качественного состава.

В настоящее время одной из основных форм лесосеменных плантаций являются клоновые плантации. По сравнению с плантациями семенного происхождения они имеют ряд преимуществ: дают максимальный генетический эффект, обеспечивают раннее семеношение, позволяют проводить работы по комбинационной способности с известным генетическим материалом, облегчают работы по скрещиванию. Такие плантации формируют из вегетативного потомства «плюсовых» деревьев без предварительной селекции и проверки по потомству. В связи с этим на плантациях представлены в основном клоны, для которых лишь предполагается, что значительная часть потомства унаследует признаки материнских деревьев. Наличие клоновых архивов создает условия для сохранения ценных генотипов и закладки ЛСП высшего порядка.

Используя клоновый материал, растиражированный на промышленных лесосеменных плантациях, как объект исследований, можно оценить плюсовые деревья по росту и развитию их вегетативного потомства. Непосредственная характеристика роста клонов позволит выделить на существующих плантациях те клоны, которые представляют наибольший интерес для дальнейшего отбора быстрорастущих потомков плюсовых деревьев с целью создания клоновых архивов и маточных плантаций. Выявление наиболее перспективных в плане роста и развития клонов позволит в дальнейшем сократить расходы на генетическую оценку плюсовых деревьев по их семенному потомству, так как ограничит число подлежащих проверке клонов уже на этапе плантации I поколения [1,2].

На территории Кузнецкого лесничества Пензенской области был создан архив клонов, который расположен на месте свежей вырубке в типе леса сосняк орляково-разнотравный, тип условий местопрорастания В2 – суборь свежая. На вырубке была проведена сплошная корчевка пней. бульдозером, смонтированном на тракторе С–100. Почва участка светло-серая лесная, сильно оподзоленная, песчаный, супесчаный суглинок, элювиальные продукты выветривания древних коренных пород. Задернение почвы среднее, травянистый покров злаково-разнотравный. Окружающие насаждения – с западной и северной сторон молодняк мягколиственных пород, с восточной и южной сторон – участок лесосеменной плантации сосны обыкновенной.

Первый участок клонового архива заложен в 1985 г. на площади 1,5 га. Число клонов 60 шт., 40 клонов на 1 гектар. В одном клоне высаживалось 20 растений. Всего высажено 1200 штук. Саженцы прививали черенками, заготовленными с плюсовых деревьев в Кузнецком лесничестве (13 шт.), Кададинском лесничестве (26 шт.), Никольском лесничестве (10 шт.), Чаадаевском лесничестве (11 шт.). Второй участок клонового архива заложен в 1989 г. на площади 0,5 га, высажены клоны 20 плюсовых деревьев. В одном клоне высаживалось 16 растений. Всего высажено 320 штук. Саженцы прививали черенками, заготовленными с плюсовых деревьев в Кададинском лесничестве (14 шт.), Чаадаевском лесничестве (3 шт.), Большевыясском лесничестве. Общее количество высаженных клонов плюсовых деревьев составило 1520 штук растений [3].

Возраст плюсовых деревьев, клоны от которых посажены на данном участке составляло от 70 до 175 лет. Более высокую сохранность растений в архиве клонов можно объяснить тем, что на участке площадью 0,5 га были взяты клоны более молодых деревьев, качество черенков которых значительно выше, они лучше приживаются к привою. На участке архива клонов площадью 1,5 га представлены клоны перестойных плюсовых деревьев сосны более ста лет составляют 78%, а участке 0,5 га - представлены клоны перестойных плюсовых деревьев сосны более ста лет составляют всего 31%. Посадка привитых 2-х летних саженцев проведена вручную под меч Колесова рядами с размещением 5,0 × 2,5 м. Уход за почвой проводился в течение пяти лет в виде прополки, рыхления мотыгами и механизированным дискованием в междурядьях. За вегетационный период осуществлялось 4-5 уходов.

Инвентаризацией, проведенной осенью 1985 года на участке площадью 1,5 га установлено, что приживаемость растений составила 95 %, на втором участке площадью 0,5 га приживаемость культур составила осенью 1989 года - 92%. Высота растений в среднем составила 38 см. В 1993 г. была произведена

вырубка сопутствующих деревьев – березы, осины, клена, ивы. Ряды сосны уходом не затрагивались. За архивом клонов в 1998 г. проводился лесоводственный уход с вырубкой естественного возобновления сосны обыкновенной одновременно с вырубкой лиственных пород. В первые годы роста архива клонов наблюдалось угнетение сосны обыкновенной быстрорастущими лиственными породами (березой повислой, ивой козлей, липой мелколистной, кленом остролистным). Степень зарастания неравномерная. В 2012 году проводились мероприятия по уборке мягколиственных пород. В дальнейшем на участке архива клонов сосны обыкновенной никакие уходные работы не проводились.

В 2017 г. было проведено обследование состояния насаждений архива клонов. Возраст насаждения архива клонов составляет на трех блоках 32 года, на четвертом блоке 28 лет. На площади 1 блока сохранность растений составило 35%, на 2 блоке 26%, на 3 блоке 38%, на 4 блоке – 43%, таким образом наибольшая сохранность установлена на 3 и 4 блоках архива клонов. Средняя сохранность архива клонов составляет 37%. Сохранность клонов, привитых черенками, заготовленными с плюсовых деревьев более старшего возраста 128 лет самая низкая 28%, что сохранность клонов, привитых черенками, заготовленными с плюсовых деревьев в возрасте 102 года и выше составляет 54%.

В связи с проведенным исследованием можно сделать вывод о том, что для сохранения потомства плюсовых деревьев, необходимо создавать архивы клонов, проводя заготовку черенков с плюсовых деревьев сосны обыкновенной в возрасте 80-105 лет. Сеянцы сосны, привитые черенками, заготовленными с плюсовых деревьев старше 130 лет, имеют низкую устойчивость к неблагоприятным условиям среды и имеют низкую сохранность на лесном участке. Рекомендуется создавать архивы клона плюсовых деревьев до достижения ими возраста 100 лет, что позволит увеличить их сохранность. Наибольшую сохранность имели клоны плюсовых деревьев из Кададинского, Чаадаевского и Большевьяского лесничеств.

На площади 1 блока сохранность растений составило 35%, на 2 блоке 26%, на 3 блоке 38%, на 4 блоке – 43%, таким образом наибольшая сохранность установлена на 3 и 4 блоках архива клонов. Средняя сохранность архива клонов составляет 37%. Сохранность клонов, привитых черенками, заготовленными с плюсовых деревьев более старшего возраста 128 лет самая низкая 28%, что сохранность клонов, привитых черенками заготовленными с плюсовых деревьев в возрасте 102 лет, выше и составляет 54%. В связи с проведенным исследованием можно сделать вывод о том, что для сохранения потомства плюсовых деревьев, необходимо создавать архивы клонов, проводя заготовку черенков с плюсовых деревьев сосны обыкновенной в возрасте 80-105 лет. Сеянцы сосны, привитые черенками, заготовленными с плюсовых деревьев старше 130 лет, имеют низкую устойчивость к неблагоприятным условиям среды и имеют низкую сохранность на лесном участке. Рекомендуется создавать архивы клона плюсовых деревьев до достижения ими возраста 100 лет, что позволит увеличить их сохранность. Наибольшую сохранность имели клоны плюсовых деревьев из Кададинского, Чаадаевского и Большевьяского лесничеств. На участке 2 блока архива клонов сохранность составила от 10 до 80 %. На участке 3 блока архива клонов сохранность составила 64 - 84 %. На участке 4 блока архива клонов сохранность значительно выше по сравнению с сохранностью на 1-3 блоках и составила 63 - 94%.

Средняя высота деревьев сосны обыкновенной в архиве клонов составляет на участке площадью 1,5 га в возрасте 32 года – 14,1 м, средний диаметр 14,4 см. Общая сохранность клонов плюсовых деревьев составила (569 - число сохранившихся клонов: 1520 общее число высаженных клонов) - 37,4 %.

Средняя высота деревьев сосны обыкновенной в архиве клонов составляет на участке площадью 0,5 га в возрасте 28 лет – 12,0 м, средний диаметр 12,8 см. Вегетативное потомство плюсовых деревьев сосны обыкновенной в условиях архива клонов имеют разную сохранность, что связано с генетическими признаками клонов и различным их положением на участке. На участке архива клонов плюсовых деревьев имеется значительно количество деревьев сосны обыкновенной самосева. Наименьшее количество деревьев сосен самосева имеется на участке 4 блока всего лишь 11 %, на 3 блоке деревья самосева составляют 41,3%. Развитие значительного количества самосева сосны связано с высоким отпадом привитых растений сосны. Запас древостоя составляет 140 м³, в нормальном насаждении запас древостоя составляет 110 м³. Санитарное состояние клоновых деревьев удовлетворительное, сухостойных деревьев не обнаружено.

Сравнение показателей роста деревьев сосны клонов плюсовых деревьев с таблицами хода роста нормальных сосновых насаждений свидетельствуют о наличии некоторого их преимущества в развитии по диаметру и высоте.

ЛИТЕРАТУРА

1. Криворотова Т.Н., Шейкина О.В. Генетическая структура лесосеменных плантаций и насаждений сосны обыкновенной в Среднем Поволжье / Т.Н. Криворотова, // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. - 2014. - № 1 (21). - С. 77-86.
2. Прохорова Е.В. Технология создания объектов единого генетико-селекционного комплекса: учебное пособие /Е.В. Прохорова, Э.П. Лебедева - Йошкар-Ола: Марийский ГТУ, 2007. – 85 с.
3. Володькина О.А., Володькин А.А. Генетические ресурсы лесов Пензенской области // Вавиловские чтения – 2013: сборник статей международной научно-практической конференции, посвященной 126-й годовщине со дня рождения академика Н.И.

Вавилова и 100-летию Саратовского ГАУ. - Саратов, 2013. - С. 257-258.

РЕДКИЕ И ОХРАНЯЕМЫЕ ЖИВОТНЫЕ г. ЗЕЛЕНОДОЛЬСКА РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Гордиенко С.Г.¹, Гордиенко Т.А.², Гордиенко С.С.³

1 – Частная школа-лицей им. Н.И. Лобачевского, Казань

2 – Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Казань

3 – МБОУ «СОШ №117», Казань

eiseniata@gmail.com

Город Зеленодольск (1931 год образования) расположен на западе Республики Татарстан на границе с Республикой Марий Эл на левом берегу реки Волги (Паратский затон) напротив устья реки Свияга, площадь 30 км², 100 тысяч жителей с промышленными, транспортными предприятиями, железнодорожным узлом и соответствующими коммуникациями, и инфраструктурой. Маршрут исследования был проложен на окраине города в западной его части на просеке высоковольтной линии электропередач (ВЛЭП) соснового бора около зарастающего озера-болота (55°51'19.23"С, 48°27'58.94"В) протяженностью около 6 км.

Город и прилегающая природная территория расположена в Волжско-Вятском возвышенно-равнинном регионе темнохвойно-широколиственных неморально-травяных лесов с фрагментами южно-таежных елово-пихтовых и сосново-еловых зеленомошных лесов, а точнее в Западно-Казанском террасово-долинном регионе подтаежных Восточноевропейских сосновых и широколиственно-сосновых лесов [1].

За период наблюдений в 2018-2019 годах на сосновой просеке были встречены редкие и краснокнижные виды животных Республики Татарстан [2]: птицы – камышница *Gallinula chloropus* L.1758, удод *Urupa urups* L. 1758, дятел седой *Picus canus* Gmelin 1788, чешуекрылые – подалирий *Iphiclides podalirius* L. 1758, аполлон *Parnassius apollo* L. 1758, жесткокрылые – оленёк обыкновенный *Dorcus parallelipipedus* L. 1758, бронзовка зеленая *Potosia aeruginosa* Drury 1770, восковик отшельник *Osmoderma eremite* Scopoli 1763, усач ивовый *Lamia textor* Linnaeus, 1758. А также отмечены виды, восстановившие численность и выведенные из Красной книги [2]: чешуекрылые – махаон *Papilio machaon* Linnaeus 1758, ленточник тополевым *Limenitis populi* L. 1758, адмирал *Vanessa atalanta* L. 1758, галатея *Melanargia galathea* L.1758, жуки – скакун полевой *Cicindela campestris* L., сетчатокрылые – муравьиный лев *Myrmeleon formicarius* L. 1767. Обнаружен редко встречающийся вид стрекозы коромысло дозорщик-повелитель *Anax imperator* Leach 1815.

Камышница *G. chloropus* L. отр. Журавлеобразные *Gruiformes*, семейства пастушковых *Rallidae*. Занесена в Красную книгу Республики Татарстан [2] как редкий, уязвимый вид в связи с низкой численностью и малой распространенностью, часто находящийся на границе ареала (III кат.). В наших краях перелетный и гнездящийся вид, обитающий на пойменных озерах с хорошо выраженной зоной кубышек, земноводной гречихой, зарослями рогоза и камыша с тростником, обилием ряски, густыми зарослями тальника на пологих берегах, где они устраивают гнезда с 4-6 яйцами на ветвях ив, а иногда внизу стволов. Отмечена нами 10 и 18 июля с четырьмя птенцами (взрослая самка с выводком) на зарастающем озере-болоте на опушке соснового леса в западной части города, внутри асфальтированной лыжной трассы (3200 м) спортивного клуба «Маяк». Камышница была замечена также 21 августа, но теперь уже в компании нескольких крякв *Anas platyrhynchos* Linnaeus, 1758.

Удод *U. urups* L. из отряда Удодообразных *Upuriformes* семейства Удодовых *Upuridae* в 1995 году был занесен в Красную книгу Республики Татарстан [3] со II категорией, как редкий вид, численность которого продолжает сокращаться. В наших краях этот перелетный вид гнездится, населяя разреженные леса, опушки, вырубki и гари, которые имеют место с 2006 года, следы которых сохранились до сих пор. Гнездятся удода в дуплах, иногда в норах и даже в хозяйственных постройках. Автор очерка доцент к.б.н. В.А. Гаранин отметил на карте шесть точек встреч. В 2006 году он, сохранив категорию, обозначил уже семнадцать свежих встреч, а вот уже в 2016 году поставил удоде III категорию – сокращающийся в численности вид, подвергнутый опасности дальнейшего ухудшения состояния и исчезновения в короткие сроки [4]. На нашей просеке удод был встречен дважды в 2007 и 2018 году. В 2018 году было очень дождливо и в одно из солнечных окошек на высыхающем от влаги асфальте устроили оригинальный танец два удода, прилетевших из разных сторон леса с юга и севера.

Дятел седой *P. canus* Gm. из отряда Дятлообразных *Piciformes* семейства дятловых *Picidae*. В первом выпуске Красной книги Республики Татарстан получил статус III категорией, как редкий вид, которому в настоящее время не грозит исчезновение, но при неблагоприятных условиях может исчезнуть. Кочующий, гнездящийся вид, причем в наших краях зимует, встречается повсеместно в перестойных насаждениях, где и гнездится в старых дуплах. В 2006 году В.Г. Ивлиев, так же, как и А.В. Попов, сохранил дятлу седому ту

же категорию [4], указав при этом, что вид также охраняется в Литве, Башкортостане, Курской, Липецкой, Московской, Нижегородской, Рязанской, Смоленской, Тверской и Ленинградской областях. В последнем издании Красной книги [2] А.С. Аюпов присваивает виду V категорию, как виду восстановленному, не подлежащему промышленному использованию, но нуждающемуся в постоянном контроле. Дятла седого мы встретили на выходе с лыжной трассы. Две особи с криками метались среди деревьев. Их удалось сфотографировать, что помогло в определении вида по характерным «усам» на щеках.

Насекомые сосновой просеки из года в год менялись как по количеству, так и по видовому составу в зависимости от смены растительных сообществ из-за низовых пожаров, зарастания просеки древесно-кустарниковой растительностью и погодно-климатических условий года.

Оленёк обыкновенный *Dorcus parallelipipedus* L. Отряд жесткокрылые *Coleoptera*, семейства рогахи *Lucanidae*, род *Dorcus*. Включен в Красную книгу РТ в 1995 г. (III кат.), 2006 г. (III кат.), 2016 г. (III кат.) [2-4]. Найден по 1 экземпляру сухого жука (самец и самка) в 2018 и 2019 гг.

Бронзовка зеленая *P. aeruginosa* Dr. Отряд жесткокрылые *Coleoptera*, семейства Пластинчатоусые *Scarabaeidae*, род Бронзовка *Potosia* Muls. Найден один экземпляр на свежей трещине стволика раkitника в компании нескольких адмиралов в 2018г. Сохранил свой статус как редкий вид, численность которого продолжает сокращаться (II кат.) [2-4].

Восковик отшельник *O. eremite* Scop. Отряд жесткокрылые *Coleoptera*, семейство пластинчатоусые *Scarabaeidae*, род отшельники *Osmoderma*. Сохранил свою II категорию без изменений в трех изданиях Красной книги РТ [2-4]. Наша находка произошла на асфальтированной лыжной трассе 18.07.2019 г. Это была раздавленная особь. В 2011 году 18 августа самец отшельника был найден в лесном массиве жилого комплекса «Дубравная» г. Казани, отмеченная Т.А. Гордиенко.

Усач ивовый *L. textor* L. Отряд Жесткокрылые *Coleoptera*, семейство Дровосеки (усачи) *Cerambycidae*, род *Lamia* F. Включен в Красную книгу РТ с III категорией, как редкий вид, которому в настоящее время не грозит исчезновение, но при неблагоприятных условиях может исчезнуть, и сохранивший свой статус до настоящего времени [2-4]. Нами был найден один экземпляр погибшего самца в 2018 году.

Подалирий *I. podalirius* L. Отряд Чешуекрылые *Lepidoptera*, семейство Парусники *Papilionidae* род Парусник *Papilio* L. В первых двух выпусках Красных книг Республики Татарстан был внесен со II категорией как редкий вид, численность которого продолжает сокращаться [2-4]. В третьем издании его переименовали как «Хвостоносец» и дали III категорию. Для нас было большой радостью обнаружить Подалирия на этой просеке в сосновом бору в 2018г.

Аполлон *P. apollo* L. Отряд Чешуекрылые *Lepidoptera*, семейство Парусники *Papilionidae* Род Парнасиус *Parnassius* Latr. Бабочка внесена во все природоохранные списки и книги мира. В Татарстане первая находка Аполлона произошла в одном из районов Казани рядом с железнодорожным полотном поселка Дербышки в июле 1988 г. На просеке соснового бора он был обнаружен в 1993 году, причем в большом количестве. Затем в последующие годы его численность сокращалась, в последние пять лет его не встречали. По-видимому, низовой пожар после 2007 г. уничтожил отиток – кормовое растение аполлона, встречающийся в пределах просеки в большом количестве, что повлияло на популяцию бабочки.

Находки редких охраняемых и восстановленных видов насекомых Республики Татарстан, обнаруженных на западной окраине Зеленодольска, радуют и вселяют надежду на восстановление некоторых красивых и редких видов животных на этой интересной территории.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бакин О.В., Рогова Т.В., Ситников А.П. Сосудистые растения Татарстана. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2000. 496 с.
2. Красная книга Республики Татарстан (животные, растения, грибы) / Гл. ред. А.А. Назиров. Издание третье. Казань: Изд-во «Идел-Пресс», 2016. 760с.
3. Красная книга Республики Татарстан (животные, растения, грибы) / Гл. ред. А.И. Щеповских. Первое издание. Казань: Изд-во «Природа», 1995. 452с.
4. Красная книга Республики Татарстан (животные, растения, грибы) / Гл. ред. А.И. Щеповских. Второе издание. Казань: Изд-во «Идеал-Пресс», 2006. 832с.

ФРАКЦИОННЫЙ СОСТАВ ВОДЫ В ХВОЕ НЕКОТОРЫХ ХВОЙНЫХ РАСТЕНИЙ, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ Г. ЙОШКАР-ОЛЫ

Дрангой А.В., Старикова Е.А., Воскресенская О.Л.
Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
katya-starikova@mail.ru

Растения в городских условиях среды постоянно находятся под воздействием неблагоприятных факторов, подвергаясь высокой антропогенной и техногенной нагрузке. Способность растительных организмов адаптироваться к неблагоприятным условиям среды и при этом поддерживать свой водный баланс

является главным требованием существования растений, выполняющих защитно-приспособительные механизмы при всех негативных воздействиях [1, 2].

Вода в тканях растений свидетельствует об их влагообеспеченности. Соотношение фракций воды (общая, свободная, связанная) говорит о напряженности водного баланса, водоудерживающей способности – защитной реакции растительного организма в условиях нарушения водообмена. Это наиболее убедительная экологическая характеристика водного обмена растений [3].

Физиологическая активность и устойчивость растений к неблагоприятной окружающей среде определяется достаточным количеством воды в клетках, а также ее состоянием и соотношением свободной и связанной воды. Количество воды в растении может постоянно меняться под воздействием внутренних процессов, происходящих в растении и под действием внешних факторов окружающей среды [4].

Цель работы – определить фракционный состав воды в хвое ели колючей, туи западной и можжевельника казацкого, произрастающих на территории г. Йошкар-Олы.

Объектами исследования были хвойные растения: ель колючая (*Picea pungens* Engelm.), туя западная (*Thuja occidentalis* L.) и можжевельник казацкий (*Juniperus sabina* L.). Исследования проводились в июле 2019 года в двух функциональных зонах г. Йошкар-Олы: рекреационная – Центральный парк культуры и отдыха им. XXX-летия ВЛКСМ и промышленная – ул. Строителей. Содержание разных фракций воды в хвое второго года жизни проводили методом Окунцова-Маринчик [5]. Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью программы «STATISTICA 6.0».

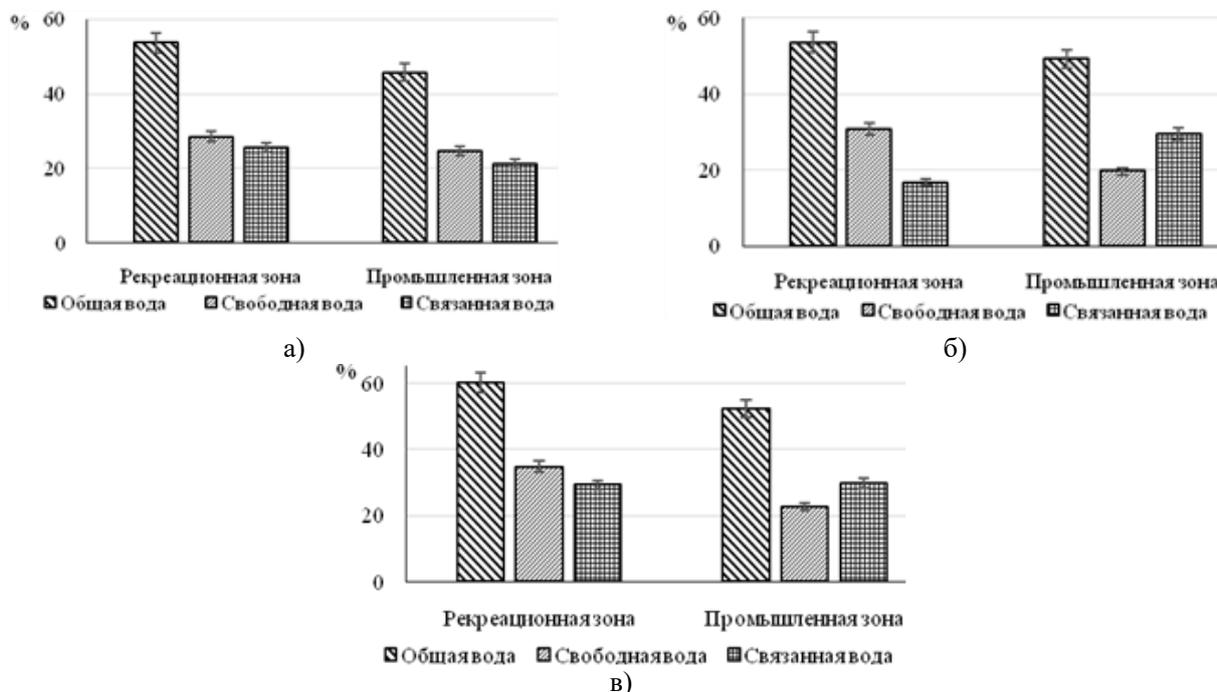


Рисунок – Фракционный состав воды в хвое вечнозеленых хвойных растений, произрастающих в условиях г. Йошкар-Олы: а) ель колючая, б) туя западная, в) можжевельник казацкий

Городские условия оказывают большое влияние на водный режим растений, загрязненная окружающая среда неблагоприятно воздействует на состояние внутриклеточной воды в растениях, поэтому происходит уменьшение оводненности тканей [4].

В ходе наших исследований выяснили, что содержание общей воды в хвое всех исследуемых видов была наибольшей у растений, произрастающих в рекреационной зоне: у ели колючей – 53,6%, у туи западной – 53,4%, у можжевельника казацкого – 59,9% (рис.). В хвое растений, произрастающих в промышленной зоне города, количество общей воды уменьшилось. У ели колючей данный показатель был меньше на 14,8%, у туи западной – на 8%, у можжевельника казацкого – на 12,7% по сравнению с рекреационной зоной. Хвоя можжевельника казацкого характеризовалась наибольшим содержанием общей воды по сравнению с елью колючей и туей западной.

Наши исследования согласуются с данными полученными Е. А. Стариковой и Е. В. Сарбаевой [2], изучившим фракционный состав воды в хвое ели колючей и туи западной, произрастающих в условиях г. Йошкар-Олы в 2014 г.

Свободная вода регулирует физиологическую активность, чем больше свободной воды у растений, тем выше их жизнедеятельность и меньше устойчивость к неблагоприятным условиям. Свободная вода обладает большей химической активностью, растворяющей способностью, способствует усилению про-

цессов роста и обмена веществ [4].

Как показано на рисунке содержание свободной воды в хвое ели колючей, туи западной, можжевельника казацкого, произрастающих в рекреационной зоне, преобладало над связанной. У растений можжевельника исследуемый показатель был наибольшим и был равен 34,7%, чем у ели колючей – 28,4%, туи западной – 30,7%.

Связанная вода утрачивает данные свойства, она играет структурообразующую роль и определяет устойчивость растений к неблагоприятным условиям. Связанная вода усиливает упорядоченность компонентов протопласта. При неблагоприятных условиях количество связанной воды в листьях растений повышается, поэтому снижается интенсивность обменных процессов и происходит замедление роста. Повышенное содержание связанной воды позволяет растениям сохранить общую оводненность и уменьшить водоотдачу, сохраняя выравненный водный баланс [4].

Количество связанной воды у растений туи западной и можжевельника казацкого, произрастающих в промышленной зоне, было наибольшим. Возможно, это связано с тем, что в данной зоне г. Йошкар-Олы наблюдается высокий уровень автотранспортного потока. Различные загрязняющие атмосферный воздух вещества, которых непосредственно влияют на растения. У ели колючей, произрастающих в рекреационной и промышленной зонах, статистически значимых различий по данному параметру не выявлено ($p < 0,05$).

Таким образом, наши исследования показали, что происходит снижение содержания общей воды в хвое растений ели колючей, туи западной и можжевельника казацкого, произрастающих в промышленной зоне г. Йошкар-Олы. В этой же части города происходит увеличение количества связанной воды в хвое растений туи западной и можжевельника казацкого, что свидетельствует о влиянии различных загрязняющих веществ, которые воздействуют на водный баланс растений. Хвойные растения хорошо адаптированы к условиям урбанизированной среды, увеличение количества связанной воды по мере возрастания техногенной нагрузки можно рассматривать как проявление приспособленности растения к неблагоприятным условиям среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авдеева Е. В., Панов А. И. Биоиндикация урбозкосистем по морфологическим признакам хвойных растений. // Хвойные бореальной зоны. 2017. Том XXXV, № 1-2. С. 7–14.
2. Старикова Е. А., Сарбаева Е. В. Изменение фракционного состава воды в хвое *Picea pungens* Engelm. и *Thuja occidentalis* L. в условиях городской среды. // Символ науки. 2016. Ч. 4. С. 57–59.
3. Колмогорова Е. Ю., Неверова О. А. Изучение водного режима и годичного прироста побегов у древесных растений, произрастающих на породном отвале Кедровского угольного разреза Вестник КрасГАУ. 2016. № 9. С. 87-94.
4. Скобельщина А. В., Просянникова Е. Б. Анализ фракционного состава воды в листьях древесных растений в условиях города. Ученые записки Забайкальского государственного гуманитарно-педагогического университета им. Н.Г. Чернышевского. 2011. № 1 (36). С. 116–121.
5. Воскресенская О. Л., Грошева Н. П., Сkochилова Е. А. Физиология растений: учебное пособие. Мар. гос. ун-т. Йошкар-Ола, 2008. 148 с.

СТОК УГЛЕРОДА В ДРЕВЕСНОМ ЯРУСЕ БЕРЕЗНЯКОВ

Закамский А.В.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола,

zak1986@yandex.ru

В связи с повышением содержания углекислого газа в приземном слое атмосферы встает вопрос о его поглощении наземными экосистемами. В 2016 году представителями 175 государств было подписано Парижское соглашение по климату, одним из ключевых положений которого является сдерживание роста среднегодовой температуры на планете и уменьшение эмиссии парниковых газов. Соглашение включает долгосрочный план по достижению баланса между выбросами парниковых газов и их стоком в морях и лесах. Под стоком углерода мы понимаем связывание его в процессе фотосинтеза и дальнейшее его депонирование в органах растений. Около 75 % углерода, аккумулированного в наземных растительных сообществах, приходится на леса [1]. Сток оценивается годичной биопродуктивностью растительности [2]. По мнению А.И. Уткина биологическая продуктивность является составной частью углеродного цикла биосферы [3].

Целью работы является анализ накопления фитомассы и бюджет углерода в древесном ярусе березняков разного возраста.

Исследования проводили в пространственно-временном ряду березняков – в молодняках (с возрастом древостоя 8, 11, 15 и 17 лет), средневозрастных (с возрастом древостоя 26, 27, 34, 37, 38, 40, 44, 48, 49 лет), приспевающих (с возрастом древостоя 51, 52, 58 лет), спелых (с возрастом древостоя 62 и 63 года), перестойных (83 и 87 лет) в Республике Марий Эл на территории Учебно-опытного лесхоза ПГТУ и Куярского лесничества. Определение массы деревьев проводили согласно требований лесной таксации методом модельных экземпляров отдельно для каждого структурного элемента – ствола, боковых ветвей ≥ 1 см

в диаметре, ветвей <1 см, листьев. Затем вели расчеты на 1 га площади. Для перерасчета фитомассы в углерод использовали конверсионные коэффициенты: 0,50 для древесных фракций, 0,45 для листвы [4].

В молодняках в среднем общая масса составляет $18,5 \pm 0,56$ т/га. Временной интервал средневозрастной группы лесных насаждений составляет 30 лет (21-50 лет), мы разделили ее на три подгруппы с интервалом в 10 лет. В средневозрастных насаждениях 1 подгруппы с возрастом 21-30 лет общая биомасса составляет – $45,7,5 \pm 1,64$ т/га; 2 подгруппы (31-40 лет) – $69,6 \pm 3,31$ т/га; 3 подгруппы (41-50 лет) – $112,2 \pm 6,43$ т/га. Приспевающие древостои имеют наибольшую массу – $147,9 \pm 9,52$ т/га. В спелых общая масса древесного яруса составляет $146,4 \pm 8,74$ и перестойных – $137,7 \pm 4,13$ т/га. Разница по данному показателю между тремя последними группами возраста статистически не значима, однако наблюдается тенденция к снижению накопления первичного органического вещества от спелых древостоев к перестойным (рис. 1). Это связано, с одной стороны, с уменьшением прироста в высоту, с другой – с уменьшением плотности древостоя. Зависимость общей массы древесного яруса от группы возраста описывается полиномом третьей степени: $y = -1,6003x^3 + 15,739x^2 - 13,541x + 19,189$, $R^2 = 0,9917$

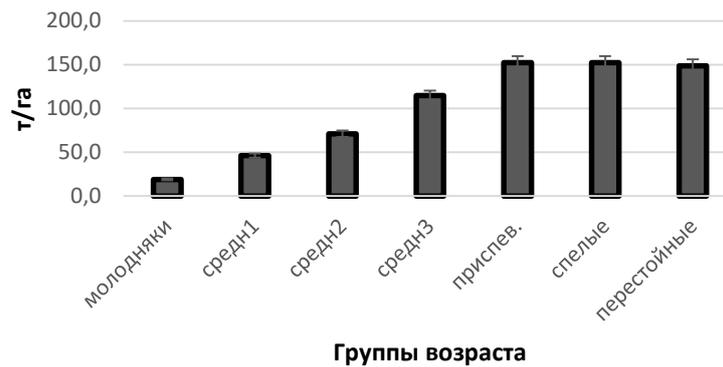


Рис. 1 Биомасса растений древесного яруса в разных группах возраста

Кроме того, происходят изменения в структуре биомассы (табл.). В целом, в пределах всех групп возраста основная доля приходится на массу стволовой древесины. Однако, если в молодняках этот показатель составляет 73,7% от общей биомассы, в средневозрастной группе он равен 86,2%, в абсолютных значениях масса по сравнению с предыдущей группой увеличивается более чем в 5 раз. В приспевающих древостоях биомасса стволов древесных растений возрастает в 2 раза и составляет относительно общей массы 88,1%. В последующем наблюдается тенденция к уменьшению массы в спелых (86,9%) и в перестойных древостоях (79,1%).

Масса боковых ветвей на порядок меньше, чем ствола и в течении времени линейно нарастает. В молодых березняках, когда только начинается накопление органического вещества, закономерно его величина невелика и составляет 2,6 % от общей биомассы. В средневозрастных древостоях масса ветвей резко увеличивается и превышает значение предыдущей возрастной группы в 2-3 раза (в среднем 6,4%). В приспевающих и спелых древостоях этот показатель увеличивается до 7,3% и 9,1% соответственно. Разница между ними статистически не значима. В березняках с возрастом древостоя более 80 доля этих структурных элементов составляет 16,9%. Также линейно увеличивается и масса ассимилирующих органов.

Таблица

Структура биомассы и стока углерода в древесном ярусе березняков

Группа возраста	Масса, т/га			Углерод, т С га ⁻¹		
	ствол	ветви	листья	ствол	ветви	листья
молодняки	14,1±0,32	1,6±0,07	3,3±0,13	7,04±0,19	0,82±0,03	1,48±0,06
среднвозр.1	34,3±0,96	3,9±0,15	7,9±0,32	17,16±0,74	1,97±0,08	3,55±0,12
среднвозр.2	61,1±1,24	3,3±0,19	6,7±0,27	30,55±0,81	1,67±0,07	3,01±0,11
среднвозр.3	99,8±2,36	5,0±0,33	9,9±0,38	49,88±0,86	2,48±0,11	4,46±0,21
приспев.	130,4±4,71	7,3±0,37	14,6±0,65	65,19±0,91	3,66±0,13	6,59±0,31
спелые	127,3±6,13	8,3±0,39	16,6±0,62	63,63±0,94	4,15±0,17	7,47±0,34
перестойные	109,3±4,98	13,1±0,54	26,2±0,76	54,67±0,72	6,54±0,22	11,78±0,48

Данные о продуктивности отражают процессы накопления и расхода углерода в экосистемах. Нетто-продукция растительных сообществ является количественной характеристикой углеродного бюджета [5]. В молодняках общий сток углерода варьирует от 4,73 до 16,93 и в среднем составляет 7,04 т С га⁻¹, в средневозрастных 26-27-летних березняках увеличивается более чем в два раза – 17,16 т С га⁻¹, в средневозрастных 30-летних – 30,55 т С га⁻¹, средневозрастных 40-летних – 49,88 т С год⁻¹. Максимальный уг-

леродный сток характерен для приспевающих древостоев – $65,19 \text{ т С га}^{-1}$, а затем происходит уменьшение накопления углерода – в спелых $63,83$; в перестойных $54,67 \text{ т С га}^{-1}$ (рис. 2). Структура накопления углерода разными частями древесных растений представлена в таблице. Регрессионное уравнение стока углерода от возраста древостоя имеет вид $y = -0,021x^3 + 0,5966x^2 - 0,0634x + 5,1786$, $R^2=0,9649$.



Рис. 2 Бюджет углерода в древесном ярусе березняков

Таким образом, в ходе сукцессионных процессов в общей биомассе древостоя происходит увеличение доли стволовой древесины и крупных ветвей и уменьшение доли тонких ветвей и ассимилирующих органов. Нарастание биомассы и накопление углерода идет наиболее активно до 40 лет, затем темпы прироста замедляются и в перестойных снижаются.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чураков Б.П., Парамонова Т.А., Корнилина В.В. Сравнительный анализ фитомассы и депонированного углерода в сосновых и осиновых древостоях в связи с возможной их сменой // Ульяновский медико-биологический журнал. 2011. №3. С. 140-147
2. Распоряжение Минприроды России от 30.06.2017 N 20-р (ред. от 27.12.2018) «Об утверждении методических указаний по количественному определению объема поглощения парниковых газов» // КонсультантПлюс [Электронный ресурс]URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_219634/ (Дата обращения 12.03.2020)
3. Уткин А.И. Изучение пулов и потоков углерода на уровнях экосистемы и территориального комплекса // Стационарные лесозоологические исследования: методы, итоги, перспективы: матер. и тез. докладов. Сыктывкар, 2003. С. 9-12.
4. Уткин А. И., Замолотчиков Д. Г., Честных О. В. Пулы и потоки углерода лесов Дальневосточного федерального округа // Хвойные бореальной зоны. 2006. № 3. С. 21–30.
5. Кобак К.И. Биотические компоненты глобального углеродного цикла / К.И. Кобак. СПб.: Гидрометеиздат, 1988. 246 с.

«ЭКОПРОДУКТЫ» СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

Зыков А.А., Ягдарова О.А.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола

azykov543@gmail.com

В последнее время в мире становится все более актуальной идея экологического стиля жизни. Данные тенденции проявляются и в России: россияне стали покупать экопродукты, активно заниматься фитнесом, предпочитать «зеленые» марки тем, которые не являются экологически чистыми и не демонстрируют заботу об окружающей среде. В связи с этим в сфере сельского хозяйства и пищевой промышленности появилось новое направление – производство биопродуктов. В отличие от России, правительства развитых зарубежных стран заботятся в первую очередь о малом бизнесе (фермерство), на плечах которого будет держаться сельское хозяйство. На Западе давно внедрена система помощи в виде дотаций и бонусов. Кроме того, работает система госзаказа на фермерскую продукцию, а если фермер поставляет продукты в школы и детские сады, ему за это выплачивают дополнительные деньги. Это опыт работы с малым бизнесом является хорошим примером для нашей страны [2].

Рынок экопродуктов – пока достаточно незанятая ниша, особенно в России, но он активно развивается. С 3 августа 2018 года в России вступил в силу закон «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Право на термин «органический» теперь имеют только производители, которые не используют пестициды и антибиотики, пищевые добавки, усилители вкуса и т.п. Кроме того, они должны проходить обязательную сертификацию и включаться в соответствующий государственный реестр [3].

Фактически это первая попытка установить правила игры на российском рынке здорового питания, который стремительно растет. По прогнозам Euromonitor International, в этом году продажи подобных продуктов в РФ должны превысить 900 млрд. руб. Идеологи органического сельского хозяйства, на которое приходится только 0,7 % этого рынка, надеются, что закон об органической продукции придаст новый стимул развитию отрасли. Но помешать их планам могут падение доходов и стремление россиян экономить на еде, а также конкуренция с фермерскими, эко- и биопродуктами, поскольку потребители эти по-

нения почти не различают [1].

Цель данного исследования заключалась в изучении и оценке рынка продаж экопродуктов на прилавках магазинов в республике Марий Эл.

В данной работе был проведен опрос о здоровом питании и привычках среди студентов, обучающихся в МарГУ (студенты I - IV курсов института естественных наук и фармации). Всего в опросе приняло участие 80 респондентов. Результаты представлены в таблице.

По результатам наших исследований было выявлено, что большинство респондентов стараются правильно питаться и при выборе продуктов в магазинах отдают предпочтения натуральным продуктам. При приготовлении пищи стараются сократить содержание жиров и сахара, так как знают, что это неблагоприятно сказывается на их здоровье.

Таблица

Оценка здорового питания среди студентов

Показатели	% опрошенных
Изменили привычки питания	74 %
Сократили потребления жиров	53 %
Сократили потребления сахара	65 %
Увеличили долю в рационе натуральных и полезных продуктов	67 %

Нужно отметить, что широкий ассортимент здоровой еды уже стал важным фактором при выборе в магазине для 62 % россиян, 28% россиян с большой вероятностью купят фермерский продукт, а 22% – товар с пометкой «био», «эко» или «органик» [1]. Помимо общемирового тренда на здоровое питание, свою роль сыграл исключительно российский фактор – обеспокоенность граждан качеством продуктов. Именно вопросы качества и соответствия той или иной категории продукции стандартам здорового питания волнуют участников рынка. Однозначно судить о качестве того или иного подхода к производству нельзя, большинство фермеров также стремятся к натуральным принципам ведения хозяйства, не прибегая к химии и пестицидам. При этом они нередко используют в производстве местные технологии и рецепты, что позволяет создавать продукт, недоступный в других регионах. Путаница в терминологии – особенность российского рынка. В европейских странах понятия bio, organic и eco тождественны и обозначают одни и те же продукты. В России необходимо установить нормы и критерии для всех здоровых продуктов, включая фермерские. Основными факторами, влияющими на развитие рынка, являются популяризация здорового образа жизни и употребление экологически чистых продуктов питания, недоверие к генетически модифицированным продуктам и страх перед возможными последствиями их применения. Сегодня на рынке экологически чистых продуктов найдется альтернатива практически каждому обычному продукту. Наиболее популярными считаются следующие категории: чай, кофе; некоторые специи, орехи и сухофрукты; сезонные продукты – свежие овощи и фрукты, пользующиеся повышенным спросом в определенных периоды года; экологически чистые заменители традиционных продуктов, таких как, хлебобулочные изделия, мясная и молочная продукция, напитки и вина; продукты для детей (детское питание, каши). Каждая группа экологически чистых продуктов стремительно растет и развивается.

Нам стало интересно, а какую продукцию чаще всего выбирают наши респонденты? В результате нашего опроса было выявлено, что большинство студентов стараются меньше употреблять в пищу вредных продуктов (фаст-фуд). При приготовлении блюда в основном используют полезные продукты (молочная продукция, овощи и фрукты). Тем не менее, респонденты отмечают, что на приготовление здоровой пищи уходит больше времени, поэтому часто используют полуфабрикаты (68 %).

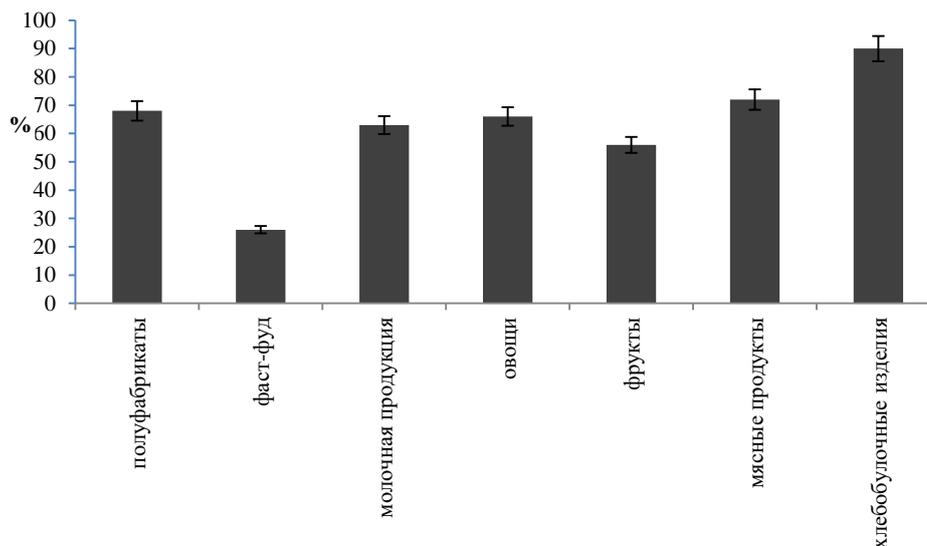


Рис. Наиболее покупаемые продукты среди студентов МарГУ

Важно отметить, что при продвижении экопродуктов на региональные рынки маркетологи сталкиваются со следующими проблемами: цены на экопродукты часто завышены; нет доверия потребителей к производству этих продуктов; некоторые потребители не видят разницы между биопродуктами и обычными; большинство не хотят менять свои потребительские привычки. Но, не смотря на все эти проблемы, в последнее время в нашей республике становится все более актуальной идея экологического стиля жизни. Жители республики Марий Эл стали достаточно часто покупать экопродукты, активно заниматься фитнесом, предпочитать «зеленые» марки тем, которые не демонстрируют заботу об окружающей среде. В связи с этим в сфере сельского хозяйства и пищевой промышленности появилось новое направление – производство биопродуктов (например, ЗАО «Сернурский сырзавод», ЗАО «Йошкар-Олинский мясокомбинат», ООО «Хлебозавод №1» и др.).

На основе проведенного исследования можно сделать вывод, что решение существующих проблем при условии активного участия государства позволит «био» сегменту рынка продуктов питания стать для российских производителей фактором, создающим конкурентные преимущества, даст возможность выхода не только на внутренний, но и зарубежные рынки. Помимо предпринимательских выгод развитие «био» сегмента будет способствовать оживлению сельской местности на удаленных от крупных городов территориях, и прежде всего улучшению здоровья населения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Био-эко-органик: философия качества. – URL: <http://www.biodynamic.ru/documents> (дата обращения 14.04.2020).
2. Leschiffresdelabioen 2011 - «БИО» в цифрах на 2011 год (2020) / Agence BIO –Французское агентство по развитию и продвижению биологического сельского хозяйства. – URL: <http://www.agencebio.org/sites/default/files/upload/documents> (дата обращения 14.04.2020).
3. Федеральный закон «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 03.08.2018 N 280-ФЗ (последняя редакция) – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_304017/ (дата обращения 14.04.2020).

ИЗУЧЕНИЕ ФОСФАТОВ, ХЛОРИДОВ И ОБЩЕГО ЖЕЛЕЗА В ПРОБАХ ВОДЫ С ОЗЕР МЕДВЕДЕВСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

Зыкова О. Н., Скочилова Е. А.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
cotsery@yandex.ru

Развитие туризма в Республике Марий Эл привело к увеличению антропогенной нагрузки на озера. Поэтому проблема загрязнения озер стала актуальна и для Республики Марий Эл. Многие озера республики обладают такими ресурсами как чистая вода, прекрасный вид, неповторимый ландшафт. Для того что бы деградация озер не стала неизбежна, необходимо проводить постоянные наблюдения за качеством природных вод [1].

Целью данной работы являлось изучение общего железа, фосфатов и хлорид-ионов в пробах воды озер Щучье и Шап, расположенных на территории Медведевского района Республики Марий Эл.

В качестве объекта исследования были выбраны озера Щучье и Шап, которые находятся в Медведевском районе Республики Марий Эл. Озеро Щучье (Нужьер) междунное, расположенное в Медведев-

ском районе в 24 км к юго-западу от Йошкар-Олы и 32 км севернее реки Волга. Озеро постоянно подпитывается болотными ручьями и родничками, что придает озеру особый красноватый оттенок. Шап, лесное озеро карстового происхождения, расположено в междуречье Большой и Малой Кокшаги, на 20 км южнее Йошкар-Олы и 36 км севернее реки Волга. В восточной части к озеру примыкает болото Подшапник, которое служит зоной разгрузки талых и дождевых вод [2].

Отбор проб воды был произведен в соответствии со всеми требованиями ГОСТ 31942-2012 Вода. Отбор проб для микробиологического анализа [3]. Для определения общего железа и фосфат-ионов воды применили фотометрический метод. Для определения хлоридов использовали арганометрический метод. Исследования проводили в лаборатории ГУП ТЦ «Маргеомониторинг».

На рисунке 1 представлено количество фосфат-ионов.

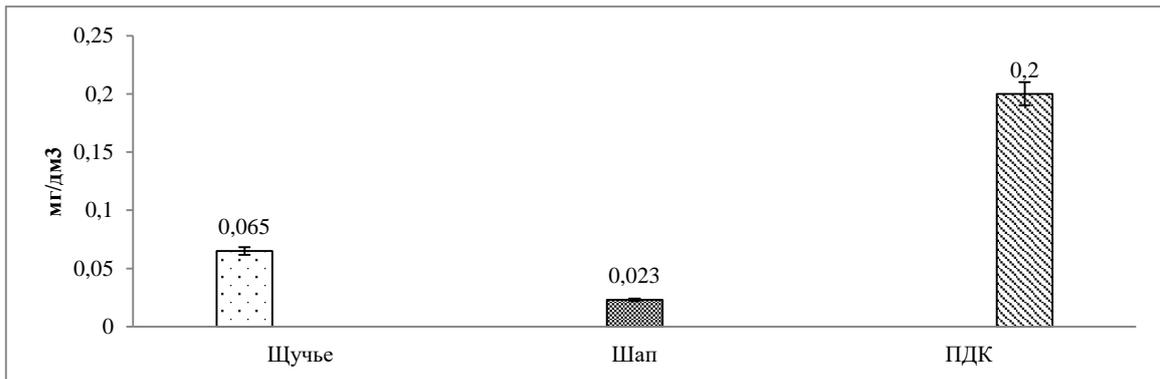


Рис. 1. Содержание фосфат-ионов в пробах воды с озер Щучье и Шап

Содержание фосфат-ионов в пробе воды с озера Щучье составляет 0,065 мг/дм³, в озере Шап – 0,023 мг/дм³. Сравнивая полученные данные по фосфат-ионам в пробах воды озер Щучье и Шап с предельно-допустимой концентрацией можно заметить, что данный показатель находится в пределах нормы.

Содержание хлорид-ионов в пробах воды с озер Щучье и Шап представлено на рисунке 2.

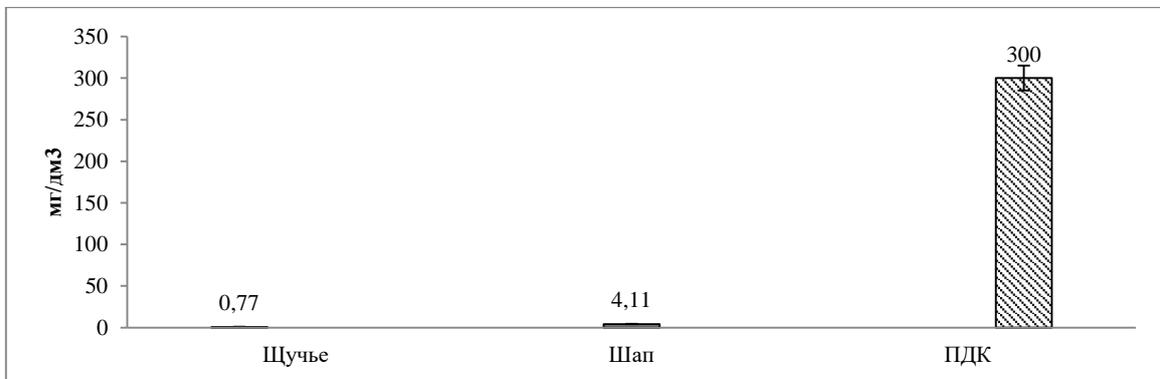


Рис. 2. Содержание хлорид-ионов в пробах воды с озер Щучье и Шап

Содержание хлорид-ионов в пробе воды с озера Щучье составляет 0,77 мг/дм³, а в пробе с озера Шап 4,11 мг/дм³. Содержание хлорид-ионов в обоих пробах находится в пределах предельно допустимой концентрации.

В природной среде железо распространено достаточно широко. Известно свыше 300 минералов, содержащих железо: оксиды, сульфиды, силикаты, фосфаты, карбонаты и др. Поскольку для соединений железа возможно существование и в растворах, и во взвешях, точная концентрация элемента определяется при вычислении суммарного содержания всех его форм – железо общее [4].

Концентрация общего железа в воде исследованных озер показана на рисунке 3.

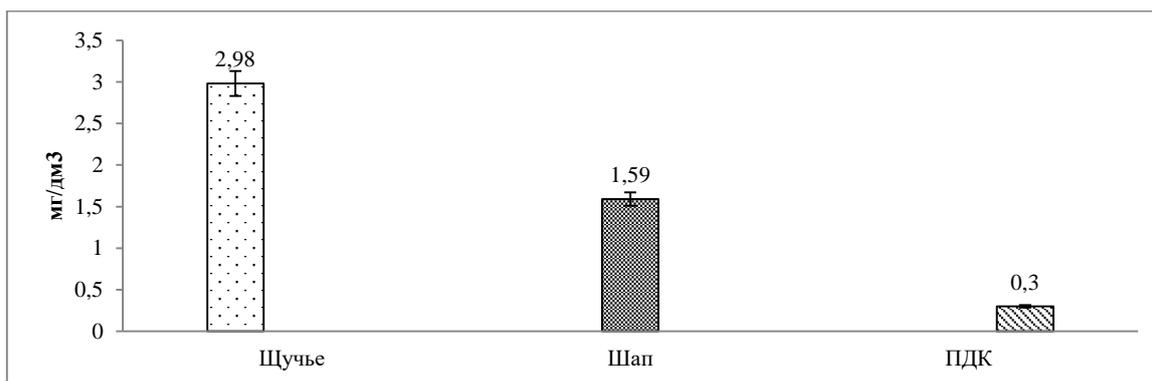


Рис. 3. Содержание общего железа в пробах воды с озер Щучье и Шап

Содержание общего железа в пробе воды с озера Щучье составляет 2,08 мг/дм³, в пробе с озера Шап – 1,59 мг/дм³. В пробе воды с озера Щучье количество общего железа в 1,3 раза выше, чем в озере Шап. При сравнении содержания общего железа в пробах воды изученных озер можно заметить, что данный показатель в пробе воды с озера Щучье превышает в 7 раз, с озера Шап – в 5 раз предельно допустимую концентрацию. Возможно это может быть связано с содержанием гуминовых кислот.

Таким образом, наибольшее количество фосфат-ионов обнаружено в воде озера Щучье, а хлорид-ионов в воде озера Шап, однако оба показателя находятся в пределах ПДК. По содержанию общего железа в обеих пробах воды обнаружено превышение предельно-допустимой концентрации. В воде с озера Щучье выявлено наибольшее количество общего железа, по сравнению с озером Шап.

ЛИТЕРАТУРА

1. Здравкова Е.А., Малюта О.В. Экологическое состояние водных объектов Республики Марий Эл на примере озера Кичиер, Оланга и Меловое // Сборник научных трудов молодых ученых, аспирантов, студентов и преподавателей VII молодежного экологического конгресса «Северная Пальмира» 2016 С. 174-175.
2. Энциклопедия Республики Марий Эл – Йошкар-Ола, 2009. – 872 с.
3. ГОСТ 31942-2012 Вода. Отбор проб для микробиологического анализа.
4. Адамович Т.А., Ханжина Е.Г. Изучение содержания общего железа в воде озер государственного природного заповедника «Нургуш» // Современные научные исследования и разработки. 2018. № 3 (20). С. 61-63.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЗОНЫ

Иванова Р.Р.^{1,2}, Уськов Н.О.¹

1 - Поволжский государственный технологический университет, г. Йошкар-Ола

2 - Марийский государственный технологический университет, г. Йошкар-Ола

ivanova.rufina@yandex.ru

В исследованиях состояния окружающей среды в качестве биоиндикаторов широко используются растения, они считаются надежными индикаторами загрязнения среды токсическими веществами, так как, по мнению Т.К. Горышиной «вынуждены адаптироваться к стрессовому воздействию среды с помощью физиолого-биохимических и анатомо-морфологических перестроек организма» [1]. Фиксация и оценка этих изменений дают достоверную картину условий места произрастания растений и отражают состояние окружающей среды [2-5].

В системе озеленения городов широкое применение нашли такие древесные растения как липа сердцелистная, береза повислая, тополь бальзамический, клен американский, ель колючая и др. Они выполняют как эстетические, так и санитарно-гигиенические функции, способствуют улучшению качества городской среды.

Целью исследования было изучение экологического состояния промышленной зоны предприятия по производству солнечных модулей в г. Новочебоксарске с использованием в качестве биоиндикаторов таких древесных растений, как береза повислая (*Bétula péndula L.*) и тополь бальзамический (*Populus balsamifera L.*), произрастающих на данной территории.

При визуальном обследовании территории было установлено, что наиболее доступными для закладки локальных опытных площадок являются посадки в южном и юго-западном направлении, что также соответствовало и розе ветров. Контролем служила «условно чистая» лесная зона. В посадках были проложены две трансекты, на которых заложено по три опытных площадки на расстоянии 25, 50 и 100 м от границы СЗЗ предприятия.

Отбор проб растительного материала проводился в августе – сентябре 2018 года. Состояние древесных растений оценивалось в соответствии с рекомендациями Федоровой А.И. и др. (2003) по морфометрическим показателям листьев: длине и ширине листа (см), площади листовой пластинки (см²), сухой массе листа (г), удельной поверхностной плотности листа (УППЛ, г/см²) [6]. Результаты исследований обработаны по программе «STATISTIKA 6».

Результаты исследования морфометрических показателей листового аппарата древесных растений представлены в таблице.

Таблица

Морфометрические показатели листового аппарата березы повислой и тополя бальзамического, произрастающих в промышленной зоне

Расстояние от границы СЗЗ, м	Длина листа (M±m, см)	Ширина листа (M±m, см)	Площадь листа (M±m, см ²)	Сухая масса листа (M±m, г)	УППЛ (M±m, г/см ²)
Береза повислая					
25	4,59±0,21	3,79±0,20	12,11±0,54	0,097±0,017	0,0081
50	4,80±0,23	3,81±0,23	11,95±0,12	0,081±0,011	0,0068
100	4,00±0,18	2,73±0,18	9,80±0,83	0,062±0,008 ^А	0,0063
Контроль	5,11±0,11	4,04±0,19	13,21±0,29	0,127±0,013	0,0096
Тополь бальзамический					
25	6,80±0,60	4,50±0,34	21,80±3,31	0,165±0,025	0,0076
50	5,50±0,46	3,80±0,43	16,43±2,59	0,098±0,015	0,0059
100	7,37±0,53	3,50±0,44	18,05±3,03	0,093±0,012	0,0051
Контроль	8,21±0,35	5,15±0,38	27,90±3,21	0,251±0,029	0,0090

Исследования показали (табл.), что у березы повислой, произрастающей на расстоянии 25 м от границы СЗЗ предприятия, длина листа составила 4,59±0,21 см, ширина – 3,79±0,20 см, площадь – 12,11±0,54 см², сухая масса – 0,097±0,017 г, УППЛ – 0,008 г/см². У березы, произрастающей на расстоянии 50 м, длина листа составила 4,80±0,23 см, ширина – 3,81±0,23 см, площадь – 11,95±0,12 см², сухая масса – 0,081±0,011 г, УППЛ – 0,0068 г/см². У березы, произрастающей на расстоянии 100 м, длина листа составила 4,00±0,18 см, ширина – 2,73±0,18 см, площадь – 9,80±0,83 см², сухая масса – 0,062±0,0075 г, УППЛ – 0,0063 г/см². По сравнению с морфометрическими показателями березы, произрастающей в «условно чистой» зоне (длина листа 5,11±0,11 см, ширина – 4,04±0,19 см, площадь – 13,21±0,29 см², сухая масса – 0,127±0,013 г, УППЛ – 0,0096 г/см²), во всех опытных пробах отмечено существенное снижение длины, ширины, массы, площади листа и УППЛ (различия между показателями статистически значимы при p≤0,05). Сравнительный анализ показал, что по мере удаления от границы СЗЗ предприятия отмечается тенденция к уменьшению длины листа на 28%, ширины листа – на 12%, площади листа на 19%, сухой массы листа на 16-36% и УППЛ – 16-22%, то есть выявляется четкая тенденция к снижению величин морфометрических показателей листьев березы повислой.

У тополя бальзамического (табл.), произрастающего на расстоянии 25 м от границы СЗЗ предприятия, длина листа составила 6,80±0,60 см, ширина – 4,50±0,34 см, площадь – 21,80±3,31 см², сухая масса – 0,165±0,025 г, УППЛ – 0,0076 г/см². У тополя, произрастающего на расстоянии 50 м, длина листа составила 5,50±0,46 см, ширина – 3,80±0,43 см, площадь – 16,43±2,59 см², сухая масса – 0,098±0,015 г, УППЛ – 0,0059 г/см². У тополя, произрастающего на расстоянии 100 м, длина листа составила 7,37±0,53 см, ширина – 3,50±0,44 см, площадь – 18,05±3,03 см², сухая масса – 0,093±0,012 г, УППЛ 0,0051 г/см². По сравнению с морфометрическими показателями листьев тополя, произрастающего в «условно чистой» зоне (длина листа 8,21±0,35 см, ширина – 5,15±0,38 см, площадь – 27,90±3,21 см², сухая масса – 0,251±0,029 г, УППЛ – 0,0090 г/см²), во всех опытных пробах отмечено существенное снижение длины, ширины, массы, площади листа и УППЛ (различия между показателями статистически значимы при p≤0,05). Сравнительный анализ показал, по мере удаления от границы СЗЗ предприятия отмечается тенденция к уменьшению длины листа на 16-22%, площади листа на 14-25%, сухой массы листа на 41-44% и УППЛ – 22-33%, то есть выявляется четкая тенденция к снижению величин морфометрических показателей листового аппарата тополя бальзамического.

Проведенными исследованиями установлено, что морфометрические показатели листового аппарата березы повислой и тополя бальзамического, произрастающих на территории промышленной зоны в районе расположения предприятия по производству солнечных модулей, существенно отличаются от таковых у деревьев, произрастающих в «условно чистой» зоне. Выявлена четкая тенденция к уменьшению длины, ширины, площади, массы и УППЛ листьев у обоих видов исследованных древесных растений на разном удалении от границы СЗЗ предприятия, наиболее выраженная на расстоянии 100 м.

Полученные результаты согласуются с данными других исследователей для разных промышленных городов России. Отмечается, что у древесных растений в условиях антропогенного воздействия наблюдается снижение фотосинтетической способности ассимиляционного аппарата, что вызывает ухудшение их морфометрических характеристик. У лиственных пород происходит снижение числа листьев, их площади

и массы [3-5].

Таким образом, выявленное ухудшение состояния листового аппарата у обоих видов исследованных древесных растений – березы повислой и тополя бальзамического, проявившееся в снижении морфометрических показателей листьев, может свидетельствовать о неблагоприятном состоянии окружающей среды в промышленной зоне вблизи расположения предприятия по производству солнечных модулей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горышина Т. К. Экология растений. М.: Высшая школа, 1979. 347 с.
2. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование // О.П. Мелехова, Е.И. Сарапульцева, Т.И. Евсеева и др; под ред. О.П. Мелеховой и Е.И. Сарапульцевой. М.: Издательский центр «Академия», 2008. 288с.
3. Гетко Н.В. Растения в техногенной среде: Структура и функция ассимиляционного аппарата. Минск: Наука и техника, 1989. 208 с.
4. Ибрагимова, Э. Э. Фитоиндикация как перспективный метод в экологических исследованиях // Человек – Природа – Общество: теория и практика безопасности жизнедеятельности, экологии и валеологии. Симферополь, 2008. Вып. 1. С. 46–49.
5. Кутузова О.Г. Морфометрические показатели древесных растений и содержание хлорофилла в урбоэкосистемах (на примере г. Читы)/ О.Г.Кутузова, Е.Б. Якушевская// Труды второй междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых «Индикация состояния окружающей среды: теория, практика и образование». М.: ООО «Буки-Веди», 2013. 480 с.
6. Федорова А.И., Никольская А.Н. Практикум по экологии охране окружающей среды: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2003. 288 с.

СТАБИЛЬНОСТЬ РАЗВИТИЯ ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ: ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Иванцова Е. Н.

Губкинский филиал БГТУ им. В.Г. Шухова, Губкин

ivantsova@inbox.ru

В Белгородской области Губкинско-Старооскольский промышленный район является центром горнодобывающей и металлургической промышленности и обладает самым большим в Европе железорудным карьером. Высокая концентрация производства и урбанизация создает повышенную антропогенную нагрузку на природные комплексы в данном регионе. В целях контроля качества среды с 2012 года здесь ведутся исследования стабильности развития (гомеостаза) земляники зеленой (*Fragaria viridis* Duch). Снижение эффективности гомеостаза свидетельствует об испытываемом растениями антропогенном или климатическом стрессе.

Целями настоящей работы являются: анализ показателей стабильности развития земляники зеленой, произрастающей на различном удалении от источника загрязнения; обнаружение наименее загрязненных пунктов для организации фонового мониторинга; выявление динамики состояния среды в зоне влияния горнодобывающей промышленности.

С помощью методики «Биотест» [1] в 2012-2019 гг. нами была проведена оценка состояния природной среды в 40-километровой зоне в секторе юг-юго-запад от промплощадки АО «Лебединский ГОК». Для отбора проб с растений было выбрано двадцать семь пунктов стационарных наблюдений. Растения земляники произрастают в относительно однородных условиях: на освещенном незатопляемом месте. Листья собирали в июне, по 100 листьев в каждом пункте наблюдений. Стабильность развития земляники зеленой выявляли по величине асимметрии количества зубцов с левой и с правой стороны центрального листочка (рис. 1).

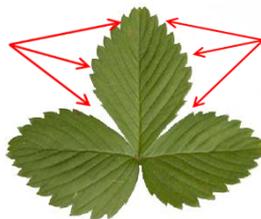


Рис. 1. Схема счетных признаков листовой пластины земляники зеленой.

Значительные ежегодные колебания интегрального показателя стабильности развития не позволяют выявить однозначную тенденцию в изменении состояния среды в отдельных пунктах наблюдений. Средний показатель по всем пунктам наблюдений в 2019 году значительно ниже показателя 2012 года, однако, это отличие недостоверно ($p > 0,1$). Линия тренда, наложенная на диаграмму, отображающую средние интегральные показатели по всем пунктам наблюдений за 7 лет (рис. 2), свидетельствует о медленном улучшении гомеостаза развития у земляники зеленой. Учитывая то, что объемы промышленных загрязнений не сокращаются, возможно, такое улучшение - это реакция на климатические факторы, в частности, количество осадков в летний период, которые за последние годы увеличились.

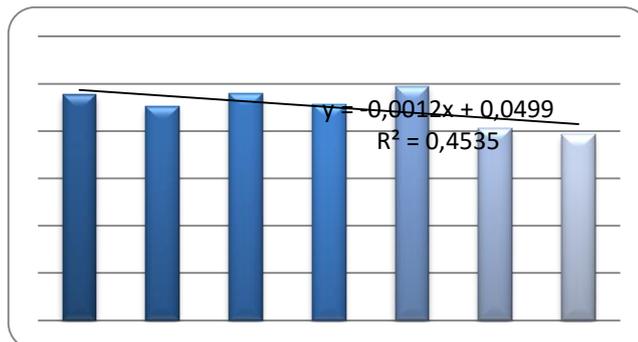


Рис. 2. Средние значения интегральных показателей стабильности развития земляники зеленой за 2012-2019 гг.

Таким образом, погодные условия в конкретный год, скорее всего, оказывают решающее влияние на гомеостаз развития земляники. Поэтому лучше использовать ее в качестве индикатора для обнаружения локальных загрязнений (до нескольких десятков метров) с учетом микроклиматических условий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Захаров В.М. Здоровье среды: методика оценки. М. Центр экологической политики России. 2000. 68 с.

ИЗУЧЕНИЕ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ АЗОТА И ФОСФОРА В ПОЧВАХ РАЗЛИЧНЫХ АНТРОПОГЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Камалдинов И.М., Зыкова О.Н., Воскресенский В.С.

Марийский государственный университет, Йошкар-Олы
cotsery@yandex.ru

Аммиак в почве образуется в результате аммонификации – разложения азотосодержащих органических соединений [1]. Азот в почве существует во многих формах и постоянно переходит из одной формы в другую. Все пути превращения азота в различных формах обобщенно называют круговоротом азота. Аммиачная форма является важным соединением азота, от которого в целом зависит динамика азота в разные периоды развития растений и верхнего слоя почвы. Соотношение минеральных форм азота (нитраты, нитриты и аммиак) и разлагаемой части азота органического вещества очень важны в изучении азотного баланса почвы. Обычно азот не связан с почвенными минералами, на некоторые глинистые минералы способны связывать небольшое количество азота в форме аммония, но незначительно по сравнению с другими элементами питания [2].

Фосфор является одним из важных элементов в питании растений. В отличие от органического вещества и азота, фосфор является дефицитным элементом при росте растений. Так же он практически не исчезает из почвы рано или поздно, накапливаясь в больших количествах, вызывает соотношения, относящихся к разным группам фосфорных соединений фосфатного режима почвы [3].

Целью данной работы являлось исследование содержания аммиачного азота и фосфора в почве.

В качестве объекта исследования были выбраны пробы почв с зон города Йошкар-Олы, территории с различной антропогенной нагрузкой: рекреационная - сосновая роща, селитебная – парк 30 летия ВЛКСМ, промышленная – завод Контакт. Для достижения данной цели были проведены исследование «определение аммиачного азота с реактивом Неслера» и «определение легкорастворимых соединений фосфатов в вытяжке по методу Кирсанова. Исследования проводили в лаборатории Марийского государственного университета.

График по показателю аммиачный азот представлен на рисунке 1.

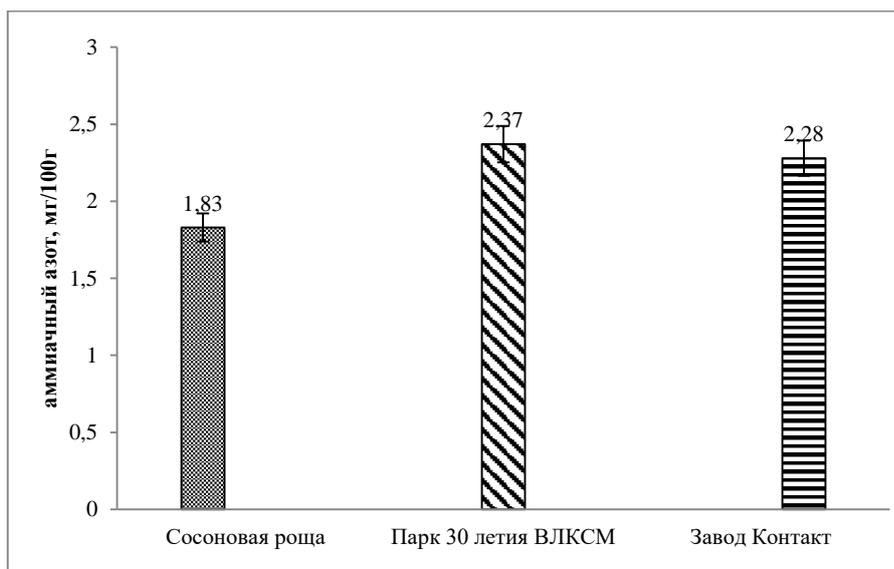


Рис. 1. Содержание аммиачного азота в пробах почвы

В ходе исследования было выявлено, что в парке 30 летия ВЛКСМ самый высокий показатель содержания аммиачного азота который составляет 2,37 мг/г, далее идут пробы почвы с завода Контакт 2,28 мг/г и Сосновой рощи 1,83 мг/г.

График по показателю фосфор представлен на рисунке 2.

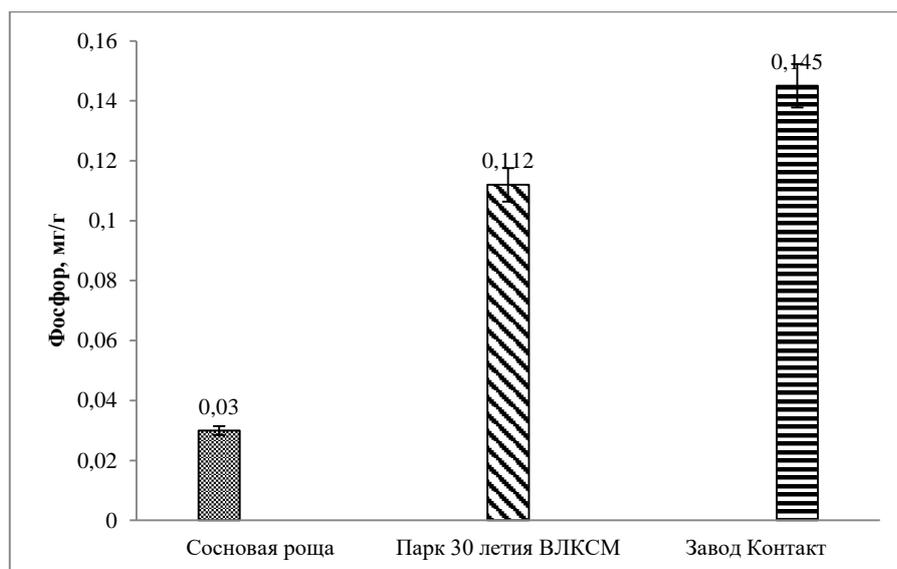


Рис. 2. Содержание фосфора в пробах почв

Из графика следует, что самое высокое содержание фосфора в пробах почв с завода Контакт – 0,145 мг/г далее идет парк 30 летия ВЛКСМ – 0,112 мг/г. Самое низкое содержание в сосновой роще – 0,03 мг/г.

Проанализировав, полученные данные мы можем прийти к следующим выводам:

По аммиачному азоту: парк 30 летия ВЛКСМ - 2,37 мг/г, завод Контакт - 2,28 мг/г и Сосновая роща - 1,83 мг/г. Самое высокое содержание аммиачного азота, по сравнению с другими выявлено в пробе парка 30 летия ВЛКСМ, это может быть следствием повышенной антропогенной нагрузки.

По фосфору мы получили следующие результаты: завод Контакт – 0,145 мг/г; парк 30 летия ВЛКСМ – 0,112 мг/г; Сосновая роща – 0,03 мг/г. Мы предполагаем, что самое высокое содержание подвижных форм фосфора из анализируемых образцов почв с завода Контакт возможно связано с выбросами этого предприятия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Практикум по почвоведению/Под ред. И.С. Кауричева. – 3-е изд. Перераб. И доп. – М.: Колос 1980. – 272с., ил. – (учебники и учеб. Пособие для высших с. – х. учеб. Заведений)

2.Ткаченко Л.Н., Федоров В.В. Динамика аммиачного азота в верхнем слое почвы при выращивании озимой пшеницы с применением сложного компоста// Экологический вестник Северного Кавказа. 2015. Т. 11. № 3. С. 70-72

3. Масхудова М.И., Машрабов М.И., Хайитов М.А. Влияние антропогенных факторов на уровень фосфатов почвы// Наука и современность. 2011. № 12-1. С. 240-244.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПЫЛЕУДЕРЖИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЛИСТЬЕВ ПОДРОЖНИКА БОЛЬШОГО И РЯБИНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В РАЙОНАХ ГОРОДА ЙОШКАР-ОЛЫ

Криницын Д.С., Скочилова Е.А.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола

lagaut318@gmail.com

На современном этапе развития выбросы промышленных предприятий, автомобильного транспорта и энергетических систем достигли таких масштабов, что в ряде районов, в частности, в крупных промышленных центрах, уровень загрязнения окружающей среды существенно превышает допустимые санитарные нормы.

Взвешенные вещества оказывают отрицательное влияние на растения [1]. Оседая на листовых пластинках, они уменьшают количество света, поступающего в органы растения, вследствие чего замедляется интенсивность фотосинтеза [2].

Сернистый ангидрид особенно токсичен для растений. Большая концентрация сернистого ангидрида в воздухе через некоторое время способна вызывать серьезные повреждения листьев в виде локализованных разрушений ткани [3] (некрозов). SO_2 также оказывает влияние на интенсивность фотосинтеза растений, она резко ослабевает, что, в свою очередь, тормозит рост и ослабляет устойчивость растения к неблагоприятным факторам среды.

Содержание взвешенных веществ в атмосферном воздухе в районах г. Йошкар-Олы представлено на рисунке 1. Установленная предельно-допустимая концентрация (ПДК_{м.р.}) для данного загрязнителя в атмосферном воздухе составляет $0,5 \text{ мг/м}^3$ [4].

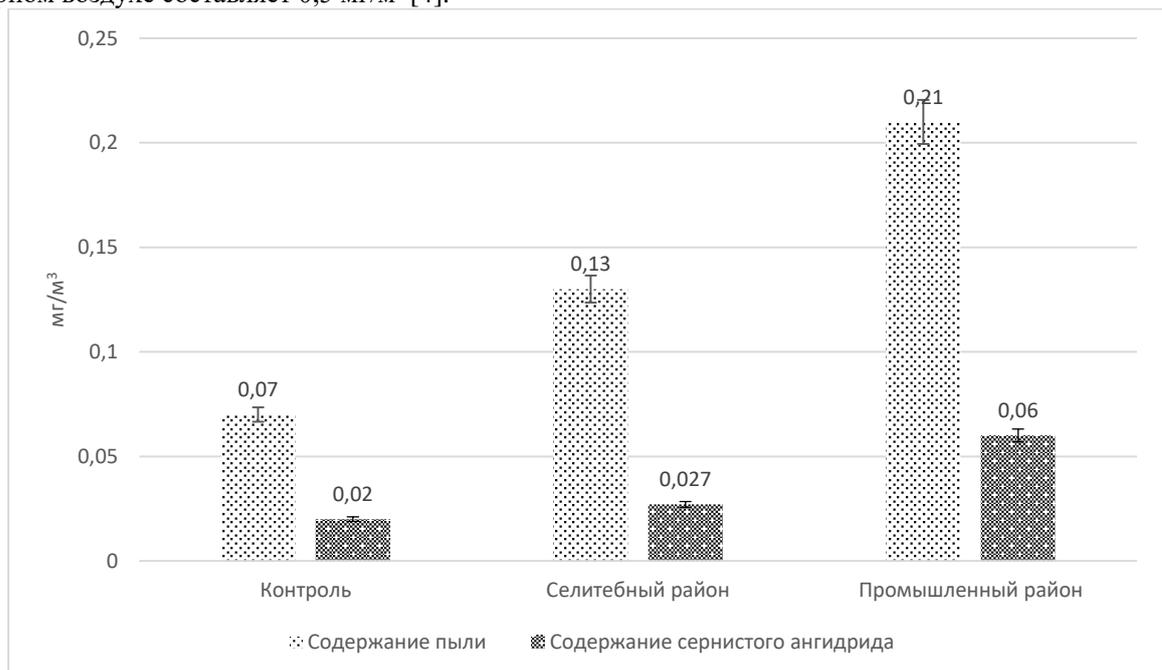


Рис.1 Содержание загрязняющих веществ в атмосфере г. Йошкар-Олы, $P < 0,05$

Предельно допустимая концентрация сернистого ангидрида в воздухе населенных мест составляет $0,5 \text{ мг/м}^3$. Наибольшая концентрация сернистого ангидрида на исследуемых участках была отмечена в промышленном районе и составила $0,06 \text{ мг/м}^3$. Самая низкая концентрация SO_2 в воздухе была выявлена в контрольном районе и составила $0,02 \text{ мг/м}^3$. В селитебном районе концентрация сернистого ангидрида составила $0,027 \text{ мг/м}^3$. Исследование показало, что воздушная среда города наиболее загрязнена в районе скопления промышленных предприятий, по сравнению с жилым районом и участком лесного массива. При этом ни в одном районе концентрация сернистого ангидрида не превышала ПДК_{м.р.}.

Предельно допустимая концентрация сернистого ангидрида для растений составляет $0,03 \text{ мг/м}^3$. Согласно рисунку, происходит превышение данного показателя в промышленном районе в 2 раза. Это может говорить о сильной уязвимости растений от неблагоприятных факторов среды, произрастающих в данном районе.

Отбор листьев для последующего анализа проводился на следующих постах наблюдений:

Пост №1: ООПТ лесопарк «Сосновая роща» (контроль); пост №2: улица Кирова (селитебная зона); пост №3: перекресток улиц Строителей-Крылова (промышленная зона).

Для проведения исследования на изучаемых территориях была использована методика определения запыленности листьев растений [5], проведен весовой анализ пыли на собранных листьях. Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета программы «Statistica 6,0». Достоверность различий оценивали по распределению Стьюдента на доверительном уровне 95 %.

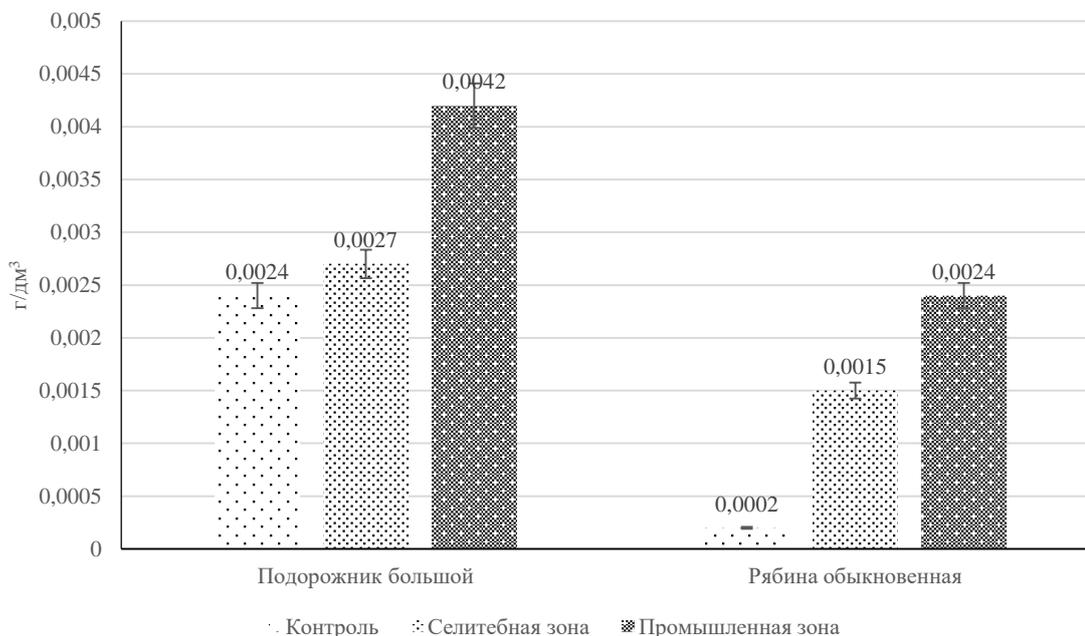


Рис. 2 Запыленность листовых пластинок подорожника большого и рябины обыкновенной

В результате проведенного исследования была выявлена запыленность листовых пластинок подорожника большого и рябины обыкновенной. На всех трех исследуемых участках запыленность листовых пластинок больше у подорожника большого, чем у рябины обыкновенной. Вероятно, это обусловлено произрастанием в разных ярусах вертикальной структуры фитоценоза в первую очередь, и близкому расположению различных тропинок, дорожек.

Выводы. Проведенное исследование позволяет сделать вывод о том, что атмосферный воздух в промышленном районе характеризуется более высокими концентрациями сернистого ангидрида и взвешенных частиц, к тому же содержание сернистого ангидрида превышает ПДК для растений. Атмосферный воздух в районах жилой зоны и контроля характеризуется невысокими концентрациями пыли и сернистого ангидрида, также ни в одном из этих районов уровень загрязнения не превышает ПДК. Таким образом, промышленный район характеризуется более выраженным загрязнением атмосферного воздуха, по сравнению с остальными районами города Йошкар-Олы. Полученные нами результаты позволяют распределить маршрутные посты наблюдения по уровню загрязнения: наибольший – в промышленной зоне; меньший – в селитебной; наименьший – за городской чертой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мадеева Е.В., Дамбиев Ц.Ц., Тыскинеева И.Е. Характеристика состояния атмосферного воздуха города Улан-Удэ // «Актуальные вопросы техносферной безопасности». 2015. С. 31.
2. Меркулова С.В. Динамика климатического режима и его региональные аспекты: (На примере Республики Мордовия) / Меркулова С.В., Меркулов П.И., Сергейчева С.В. // Региональные эффекты глобальных изменений климата (причины, последствия, прогнозы). – Воронеж: Науч. книга, 2012. С. 153-155.
3. Рахимов Т.У. Влияние сернистого ангидрида на листовую пластинку некоторых пород деревьев // «Живые и биокосные системы». 2016. № 15. С. 93.
4. Гигиенические нормативы 2.1.6.3492-17 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений».
5. Федорова А.И. / А.Н. Никольская. // Практикум по экологии и охране окружающей среды. М.: Гуманитарный издательский центр ВЛАДОС. 2001. – 288 с.

СОДЕРЖАНИЕ НЕКОТОРЫХ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В РЕКЕ МАЛАЯ КОКШАГА

В ПРЕДЕЛАХ Г. ЙОШКАР-ОЛЫ

Ложкин Д.С.

Научн. рук-ль *Закамская Е.С.*

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола

Через г. Йошкар-Олу протекает р. Малая Кокшага. Протяженность ее в пределах городской черты составляет 6,5 км. Питание реки более чем на 50 % происходит за счет талых вод [1]. Химический состав воды в реке определяется геологическим строением территории ее бассейна, которая расположена на легкорастворимых породах нижнепермских известняков. Эти отложения характеризуются высокой проницаемостью, которая способствует хорошему вымыванию легкорастворимых солей атмосферными осадками, что ведет к формированию мало- и среднеминерализованных вод [2]. Влияние на реку М. Кокшага оказывают очистные сооружения МУП «Водоканал» г. Йошкар-Олы, ежедневно сливающие очищенные сточные воды в реку, а также поверхностные стоки с территории города [3]. Химические вещества, содержащиеся в сточных водах, могут оказывать негативное влияние на гидробионтов [4].

Целью работы является оценка содержания в воде некоторых химических веществ.

Исследования проводились в июне-июле 2019 года на базе ГУП РМЭ «Территориальный центр «Маргеомониторинг». Отбор проб проводился в верхнем течении в районе лесопарка «Дубовая роща», в районе Патриаршей площади, в месте сброса ливневой канализации и после очистных сооружений канализации МУП «Водоканал» г. Йошкар-Олы. В воде определяли ионы хлора, сульфат ионы, нитрит-ионы, ионы аммония. Хлориды определяли argentометрическим методом по РД 52.24.407-2017 [5], сульфаты – гравиметрическим методом по РД 52.24.483-2005 [6], нитрит-ионы – фотометрическим методом с реактивом Грисса, ионы аммония – фотометрическим методом с реактивом Несслера по ГОСТ 33045-2014 [7]

Для оценки качества воды контроль в водных источниках содержания хлоридов необходим по причине того, что эти соединения влияют, прежде всего, на органолептические показатели воды, ухудшая ее вкус. Несмотря на то, что хлориды присутствуют в большинстве водоемов, большое их содержание наблюдается редко. Поэтому высокое содержание хлоридов является показателем загрязнения водных источников бытовыми или промышленными сточными водами [8]. Согласно гигиеническому нормативу ГН 2.2.5.1315-03 [9], содержание ионов хлора относится органолептическому лимитирующему показателю вредности, придающему воде привкус и предельно допустимая концентрация хлоридов в воде соответствует 350 мг на литр.

При анализе воды из реки Малая Кокшага на содержание хлоридов, превышение ПДК не было обнаружено. Наибольшее содержание хлорид-ионов наблюдалось на участке реки около очистных сооружений и составляло 31,9 мг/л. На двух других анализируемых участках реки содержание хлоридов было в 2 – 2,3 раза меньше: у ЛП «Дубовая роща» этот показатель равнялся 14,18 мг/л; у Патриаршей площади – 15,95 мг/л.

Сульфаты хорошо растворимы в воде, поэтому присутствуют во всех водоемах. Большое количество сульфатных соединений поступает в источники с промышленными и канализационными стоками. Содержание сульфатов в воде ухудшает её органолептические показатели, определяет привкус. Максимальное содержание ионов сульфатов по требованиям ГН 2.2.5.1315-03 не должно превышать 500 мг/л. По содержанию сульфатов в воде р. М. Кокшага наблюдалась динамика увеличения с 0,112 мг/л у ЛП «Дубовая роща» до 0,210 мг/л у очистных сооружений. Также как и хлориды, содержание сульфат-ионов находилось в пределах ПДК во всех трех пробах.

Нитриты являются промежуточными продуктами биологического разложения азотсодержащих органических соединений. По ГН 2.2.5.1315-03 нитриты относятся к санитарно-токсикологическому показателю и содержание нитритов в воде не должно превышать 3 мг/л. Как и в случае хлоридов и сульфатов, содержание нитритов не превышало уровня ПДК. В воде на участке реки у ЛП «Дубовая роща» количество нитрит-ионов было меньше 0,005 мг/л. В пробе воды у Патриаршей площади наблюдалось на порядок повышение содержания нитритов (0,03 мг/л). Наибольшее содержание нитритов было обнаружено на участке реки около очистных сооружений. В данной пробе этот показатель составлял 0,7 мг/л.

Наличие ионов аммония в поверхностных водных источниках связано, во-первых, с биохимическим превращением белковых и других азотсодержащих соединений; во-вторых, с прижизненными выделениями водных организмов; в-третьих, в результате восстановления нитратов и нитритов при недостатке кислорода [10]. В силу того, что ионы аммония в воде легко окисляются, в малозагрязненных водных источниках их содержание обычно не велико. Наибольшее содержание ионов аммония наблюдалось в пробе воды на участке у Патриаршей площади, где этот показатель составлял 0,46 мг/л. На участке реки у очистных сооружений этот показатель был ниже в 1,3 раза; у ЛП «Дубовая роща» – в 2,7 раза.

Статистический анализ показал, что все показатели в пробах воды, взятых в районе очистных сооружений значительно отличаются от показателей проб воды районов ЛП «Дубовая роща» и Патриаршая площадь, между двумя последними пробами разница не значима.

Таким образом, содержание хлоридов, сульфатов, нитритов и ионов аммония в воде р. М. Кокшага увеличивается по ходу водотока в пределах городской черты, однако во всех случаях значения показателей находятся в пределах установленных нормативов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Экология города Йошкар-Олы: научное издание / отв. ред. О.Л. Воскресенская. – Йошкар-Ола: Изд-во МарГУ, 2007. – 300 с.
2. Логинов В.В., Кривдина Т.В. Гидрохимический режим малых рек Республики Марий Эл // Эколого-биологические особенности Чебоксарского водохранилища и водоемов его бассейна, Санкт-Петербург, 2015. 281-297.
3. Водные ресурсы и условия водоснабжения населения Республики Марий Эл с гигиенической позиции / А.В. Иванов, Н.Х. Давлетова, К.В. Вавашкин, Е.А. Тафеева. // Вода: химия и экология. 2012. №2. С.93-97.
4. Закамская Е.С. Фитотоксичность промышленных сточных вод // Современные проблемы медицины и естественных наук. 2018. Вып. 7. С. 422-424
5. РД 52.24.407-2017 Массовая концентрация хлоридов в водах. Методика измерений аргентометрическим методом. Ростов-на-Дону: Росгидромет, 2017. 24 с.
6. РД 52.24.483-2005 Массовая концентрация сульфатов в водах. Методика выполнения измерений гравиметрическим методом. Ростов-на-Дону: Росгидромет, 2005. 24 с.
7. ГОСТ 33045-2014 Вода. Методы определения азотсодержащих веществ (с Поправками). М.: Стандартинформ, 2019. 20 с.
8. Руководство по химическому и технологическому анализу воды [Текст] / Всесоюз. науч.-исслед. ин-т ВОДГЕО Госстроя СССР. М.: Стройиздат, 1973. 273 с.
9. ГН 2.2.5.1315-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. М.: Минздрав России, 2003
10. Влияние биологически активных веществ на процесс очистки сточных вод, содержащих аммониевые соединения / А.И. Хабибрахманова, Н.А. Югина, Е.О. Михайлова, М.В. Шулаев. // Вестник Казанского технологического университета. 2017. №3. С. 187-189.

ОЦЕНКА РЕКРЕАЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ ОЗЕРА МОРСКОЙ ГЛАЗ

Макарова А.А., Ягдарова О.А.

Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола
anyutka-1999@mail.ru

Морской глаз – озеро в Республике Марий Эл расположено на южном склоне Марийско-Вятского Увала, на территории Волжского района. Озеро образовалось в результате карстового провала около 20 тыс. лет назад. Это сравнительно молодой карстовый провал произошел в зоне высокого уступа до 90 м высоты. Глубина озера, лежащего уже в зоне подножья уступа, достигает 35,5 м при поперечниках 45 на 50 м. Прозрачность воды значительная, до 5,5 м, и характерен особый ее изумрудно-зеленый цвет. Из озера вытекает ручей с дебитом до 10 л/сек [1].

Это озеро окутано легендами и мифами и представляют собой нетронутый кусочек дикой природы средней полосы России, и является визитной карточкой республики Марий Эл. Свое название озеро получило благодаря необычной форме и цвету. С высоты птичьего полета озеро выглядит практически идеальным кругом. Озеро довольно популярное, поэтому сюда регулярно организуются туристические маршруты.

Цель исследования: оценить рекреационную привлекательность прибрежной территории озера Морской глаз.

Задачи:

1. Определить морфометрические параметры озера Морской глаз;
2. Дать рекреационную оценку прибрежной территории.

Климатические параметры являются важными факторами, определяющими многие особенности гидрологического, гидрометрического и гидрохимического режима водных объектов. Поэтому исследование водных объектов сопровождается параллельными работами по изучению некоторых, наиболее важных климатических и микроклиматических факторов. В большинстве случаев доступными для измерения приборами, находящимися в лаборатории (Метеоскоп–М, термометры, барометр, гигрометр и др.), можно определить такие климатические и микроклиматические параметры, как направление и скорость ветра, облачность, температуру, влажность и давление. Дополнительно можно фиксировать наличие в момент наблюдения некоторых климатических явлений, таких как дождь, морось, снег, град, туман, роса, иней и т.п. [2].

Исследования проводились в июле-августе 2019. Наблюдения за температурой и влажностью воздуха вокруг прибрежной территории озера (на поверхности почвы, на высоте 50 и 150 см от деятельной поверхности), а также скорость и направление ветра (на высоте 150 см), температуру почвы (на глубинах 5, 10, 15, 20 см) и атмосферное давление осуществляли с помощью прибора Метеоскопа-М. Исследования микроклимата вблизи озера проводилось утром (9:00), в обед (12:00) и вечером (17:00) в течение месяца (через каждые 3 дня). По результатам наших исследований было выявлено, что микроклиматические параметры прибрежной территории имеют благоприятный для отдыха туристов характер: средняя темпера-

тура воздуха составила 25–27°C, атмосферное давление находилось в пределах нормы (≈ 764 мм рт.ст.), относительная влажность составила $\approx 66\%$, скорость движения ветра $\approx 2,3$ – $3,5$ м/с.

Любое знакомство со свойствами воды начинается с определения органолептических показателей, то есть таких, для определения которых мы пользуемся нашими органами чувств (зрением, обонянием, вкусом). К органолептическим характеристикам относятся: запах, вкус и привкус, цветность, прозрачность, осадок, температура и др.

Запах по характеру подразделяют на две группы, описывая его субъективно по своим ощущениям: запахи естественного происхождения (от живущих и отмерших организмов, от влияния почв, водной растительности и т.п.); и запахи искусственного происхождения, которые обычно значительно изменяются при обработке воды. Чистые природные воды запахов не имеют. Интенсивность запаха определяют по 5-балльной шкале [2].

Оценку вкуса у питьевой воды проводят при отсутствии подозрений на ее загрязненность. Различают четыре вкуса (солёный, горький, кислый, сладкий). Остальные вкусовые ощущения считаются привкусами (солоняватый, щелочной, железистый, металлический, вяжущий, хлорный и др.). Интенсивность вкуса и привкуса оценивают по 5-балльной шкале [2].

Прозрачность (или светопропускание) воды обусловлена ее цветом и мутностью, то есть содержанием в ней различных окрашенных и минеральных веществ. Степень прозрачности выражается высотой столба жидкости в см, через который виден специальный шрифт. Речные воды, кроме горных, могут иметь прозрачность 25 см. Уменьшение прозрачности природных вод свидетельствует об их загрязнении [2].

Осадок оценивают количественно: нет, незначительный, заметный, большой; и качественно: песчаный, глинистый, илистый, кристаллический, хлопьевидный.

Оценка органолептических свойств проб воды озера Морской глаз показала, что запах в озере имеет естественное происхождение (от живущих и отмерших организмов, от влияния почв, водной растительности и т.п.) и оценивается в 2 балла (слабый, обнаруживается в том случае, если указать на него). Интенсивность вкуса и привкуса воды слабая, 2 балла (вкус и привкус замечаются, если обратить на это внимание), цветность – 25°C, прозрачность составила ≈ 23 см, вода имеет незначительный илистый осадок.

Кроме того, в работе проводили рекреационную оценку прибрежной территории: визуальную оценку экологического состояния озера, определение нефтепродуктов, масел и жиров в водоемах, оценку загрязнения водоема пленочной нефтью, изучение видового состава лесной растительности и исследование кострищ и свалок в бассейне водоема.

Рекреационная оценка прибрежной территории озера Морской глаз показала, что объект находится возле леса, вода в нем пресная и используется местными жителями в качестве источника питья, а для туристов это зона отдыха. При оценке состояния берегов обнаружены обвалы и оползни. На территории прибрежной зоны вокруг озера обнаружено 9 кострищ, имеется 2 свалки (загрязнение бытовыми отходами). Грунт на берегу и на дне водоема состоит из ила и глины в соотношении 1:2, пленка (нефтепродукты, масла и жиры) на поверхности воды отсутствует. По берегам водоема произрастает большое количество видов растений. Видовой состав представлен в таблице.

Таблица

Видовой состав прибрежной и водной растительности

Виды растений у края воды и в воде у берега	Виды растений в удалении от берега до 5 м	Виды растений в удалении от берега до 10 м
клевер луговой (<i>Trifolium pratense</i> L.)	липа сердцевидная (<i>Tilia cordata</i> L.)	крапива двудомная (<i>Urtica dioica</i> L.)
тысячелистник обыкновенный (<i>Achillea millefolium</i> L.)	клевер ползучий (<i>Trifolium repens</i> L.)	незабудка полевая (<i>Myosotis arvensis</i> L.)
одуванчик лекарственный (<i>Taraxacum officinale</i> L.)	крапива двудомная (<i>Urtica dioica</i> L.)	стрелолист обыкновенный (<i>Sagittaria sagittifolia</i> L.)
нивяник обыкновенный (<i>Leucanthemum vulgare</i> L.)	осина обыкновенная (<i>Populus tremula</i> L.)	пихта сибирская (<i>Abies sibirica</i> L.)

Изучение видового состава необходимо для выявления редких и охраняемых видов и для дальнейшего описания фитоценозов, окружающих водоем. В лабораторных условиях данные растения систематизируют, составляют списки околводных растений и растений фитоценозов, окружающих водоем. Выявляются охраняемые виды и виды-индикаторы. Высушенные растения монтируют на гербарные листы. На основании проведенных исследований делается вывод о происхождении водоема: искусственном или естественном [2].

Таким образом, в результате наших исследований, было выявлено, что органолептические свойства воды в озере Морской глаз соответствуют нормам для поверхностных источников водоснабжения. Микроклиматические параметры вблизи озера оказались благоприятными для отдыха. Рекреационная оценка озера имеет удовлетворительный характер.

В настоящее время территории бассейнов водоемов испытывают серьезное антропогенное давление. Сила и характер этого давления в большинстве случаев связаны не с промышленными источниками, а с вполне привычными и обыденными для простого горожанина факторами. Среди последних особенно выделяется так называемый рекреационный фактор (отдых и развлечение населения на лоне природы). На фоне довольно низкой общей экологической культуры населения в настоящее время рекреация становится серьезным фактором, разрушающим природные экосистемы охраняемых природных территорий (национальных и природных парков, заказников). Растущее рекреационное давление в первую очередь проявляется в замусоренности территории бытовыми отходами и увеличении плотности уничтоженных огнем площадей – кострищ, разбросанных по всей территории зеленых зон городов. Исследование как пространственного распределения кострищ и свалок, так и состава свалок и характера нарушений почв и растительности позволит не только понять механизм их возникновения, но и организовать проведение действенных профилактических и оздоровительных мероприятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Большаков В. Н. Практикум по региональной экологии / В. Н. Большаков. Екатеринбург: Сократ, 2003. 323 с.
2. Гусейнов А. Н. Изучение водных экосистем в урбанизированной среде: практикум с основами экологического проектирования / А. Н. Гусейнов, В. П. Александрова, Е. А. Нифантьева. М.: ВАКО, 2015. 100 с.

ХЛОРИДЫ В УРБАНОЗЕМАХ Г. ЙОШКАР-ОЛЫ

Максимова У.Г., Закамская Е.С.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
ulyasha-280496@inbox.ru

На территории городов одним из основных загрязнителей почвенного покрова являются противогололедные реагенты. В качестве основного противогололедного реагента на территории г. Йошкар-Олы используется песко – соляная смесь, в состав которой входят соли соляной кислоты – хлориды. В связи с этим целью проводимых работ являлось изучение степени загрязнения урбаноземов ионами хлора, как результат антигололедных мероприятий, вблизи проезжих частей и пешеходных дорожек в разных функциональных зонах города Йошкар-Олы.

Цель исследования – изучение степени загрязнения урбаноземов ионами хлора в разных функциональных зонах г. Йошкар-Олы.

Материалом исследования послужили урбаноземы трех функциональных зон города Йошкар-Олы: селитебная зона (улицы Красноармейская, Машиностроителей, Осипенко, Рябинина, Первомайская); промышленная зона (улицы: Суворова, Карла Маркса, Крылова); зона рекреации (Первомайская – ЦПКиО им. ХХХ – летия ВЛКСМ, Волкова – Сквер им. Наты Бабушкиной, Аллея здоровья)

Отбор проб и пробоподготовку почвы проводили в весенний период, после снеготаяния, согласно ГОСТ 17.4.4.02-2017 [1]. Хлорид-ионы определяли аргентометрическим методом по ГОСТ 26425 – 85 [2].

В антигололедный реагент, используемый в г. Йошкар-Оле, входит хлорид натрия. В весенний период после схода снега хлориды находятся в верхних горизонтах почвы, а к осени происходит их вымывание в более глубокие горизонты. Соли хлора хорошо растворимы в воде и поэтому имеют высокую миграционную способность [3]. Характер миграции хлорид-ионов в почвенном профиле зависит от гранулометрического состава почвенных горизонтов, глубины почвенного профиля, а также режима и интенсивности выпадающих осадков [4]. Содержание в урбаноземах хлорид-ионов на территории г. Йошкар-Олы в придорожных полосах и газонах трех функциональных зон: рекреационной, селитебной и промышленной варьирует от 0,06 до 0,29 % (табл.).

Таблица

Содержание хлорид-ионов в почвах на территории г. Йошкар-Олы

Зона	Улица	Содержание хлорид – ионов
Селитебная	Красноармейская	0,17±0,025
	Машиностроителей	0,17±0,0252
	Осипенко	0,30±0,043
	Первомайская	0,29±0,043
	Рябинина	0,19±0,028
Промышленная	Суворова (АО «ММЗ»)	0,13±0,01
	Суворова (АО «ЗПП»)	0,11±0,01
	Карла Маркса (АО «Контакт»)	0,12±0,01
	Карла Маркса (ОАО «Марбиофарм»)	0,12±0,017
	Крылова	0,10±0,014
Рекреационная	Парк Культуры	0,16±0,023

	Сквер им. Наты Бабушкиной	0,18±0,026
	Аллея здоровья	0,18±0,026

Содержание хлоридов в почве варьировало селитебной зоны от 0,17 до 0,29 %. Все улицы по данному показателю можно разделить на две группы: 1 – Первомайская, Осипенко; 2 – Красноармейская, Машиностроителей, Рябинина. Между группами разница по содержанию хлоридов в почве статистически значима, внутри групп – разницы нет.

Содержания ионов хлора в почвенных пробах промышленной зоны составило 0,1 – 0,13 %, в почве рекреационной зоны варьировало в пределах 0,14 – 0,18 %. Разница между районами внутри зон статистически не значима.

Сравнивая засоленность урбаноземов разных функциональных зон можно видеть, что селитебной зоне она выше, чем в рекреационной и промышленной (рис.). Это связано с тем, что в селитебных зонах в зимний период на тротуары наносят антигололедные реагенты в большем количестве, чем в промышленной зоне.

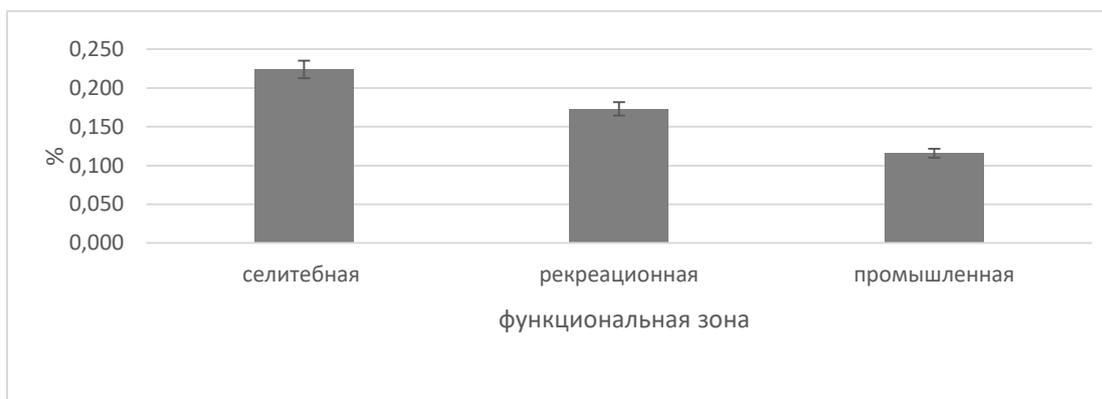


Рис. Содержание хлорид-ионов в почвах разных функциональных зон

По классификации почв по степени засоления [5] (Базилевич, Панкова, 1970) исследованные урбаноземы относятся к слабо (0,03 – 0,1%) и средnezасоленным (0,1 – 0,3%).

Таким образом, в урбаноземах разных функциональных зон г. Йошкар-Олы содержание ионов хлора колеблется в пределах 0,10-0,30 % и зависит как от зоны, так и от конкретной улицы, а также совместного действия этих двух факторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 17.4.4.02-2017 Охрана природы (ССОП). Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. – М.: Стандартинформ, 2018. - 10 с.
2. ГОСТ 26425-85 Почвы, Методы определения иона хлорида в водной вытяжке (прямая ионометрия, ионо-метрическое титрование), [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200023486> (Дата обращения 2.10.2019)
3. Конарбаева Г.А., Якименко В.Н. Содержание и распределение галогенов в почвенном профиле естественных и антропогенных экосистем юга Западной Сибири // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2012. № 4 (20). С. 21–35
4. Азовцева Н.А. Влияние солевых антифризов на экологическое состояние городских почв: дисс. ... канд. биол. наук: 03.00.27. - Москва, 2004. 122 с
5. Панкова Е. И., Базилевич Н. И. Методические указания по учету засоленных почв Руководство. Гипроводхоз М, 1968. 89 с.

ОЦЕНКА ИСКУССТВЕННОГО И ЕСТЕСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ В УЧЕБНЫХ АУДИТОРИЯХ МАРГУ

Микрякова Е.В., Ягдарова О.А.

Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола
mikryakova17@gmail.com

В последнее время в системе образования особое внимание уделяется вопросам безопасности учебного процесса, в том числе и безопасности рабочего места, так как их благоприятное состояние становится обязательным условием и одним из критериев эффективности высших образовательных учреждений. Исследования показывают, что уровень освещенности оказывает значительное влияние на работоспособность и состояние зрительной функции. Неудовлетворительное освещение может исказить информацию, получаемую человеком посредством зрения, увеличивает вероятность миопии в период всего обучения, кроме того, вызывает утомление организма в целом, отрицательно сказывается на состоянии центральной нервной системы. Обеспечение требований санитарных норм к факторам световой среды для рабочих мест в учебных классах и аудиториях образовательных учреждений является важным фактором создания

комфортных условий для студентов [1].

Интенсивность освещенности рабочего места имеет большое значение для профилактики нарушений зрения, особенно при работах, требующих зрительного напряжения. Гигиеническое нормирование уровней освещенности устанавливается в соответствии с физиологическими особенностями зрительных функций студентов и отражено в определенных санитарных правилах и нормах. Правильно спроектированное и рационально выполненное освещение помещений оказывает положительное воздействие, способствует повышению эффективности учебного труда, снижает утомление [1].

Для зрительной работы существенное значение имеет не только количественная сторона освещения – величина освещенности, но и качество освещения, то есть равномерность освещения на рабочей поверхности и окружающем пространстве (распределение яркостей), контраст между рассматриваемым предметом и фоном, наличие блескости, направленность и спектральный состав светового потока. Эти закономерности являются основанием гигиенических требований к нормированию освещенности и организации рационального освещения в помещениях различного типа в зависимости от выполняемой работы с различным уровнем точности. Освещенность – величина не постоянная, зависит от многих факторов: географической широты местности, времени суток и года, рельефа местности, состояния погоды (степени облачности), а также от особенностей планировки здания, ориентации, формы окон, характера и чистоты оконных стекол, окраски стен, потолка и др. [3].

Недостаточная освещенность помещения оказывает негативное воздействие на психическое состояние человека, вызывая чувство подавленности, создавая гнетущее настроение и даже доводя до депрессии. Изменяются и физиологические процессы: излишне напрягается зрительный аппарат, ослабляется восприимчивость слухового центра, утомляется нервная система, замедляется работа мозга.

Цель исследования: определить естественное и искусственное освещение в учебных аудиториях МарГУ.

Задачи:

1. С помощью прибора ТКМ-ПКМ (06) определить естественное и искусственное освещение рабочей зоны в учебных аудиториях в разное время.
2. Дать оценку естественному и искусственному освещению в аудиториях в соответствии с санитарными правилами и нормами.

В работе с помощью прибора ТКМ-ПКМ (06) проводили измерение освещенности в компьютерных и лекционных аудиториях МарГУ в разное время дня: 9:00, 12:00, 15.00. Измерения производили в 5 точках учебных аудиториях (компьютерные классы и лекционные аудитории): над столом студентов, включая рабочий стол преподавателя, у доски. Оценка уровня освещенности в компьютерных классах представлена на рис. 1.

Нужно отметить, что в учебных кабинетах, аудиториях, лабораториях уровни освещенности должны соответствовать следующим нормам: на рабочих столах - 300 лк; на классной доске - 500 лк, в кабинетах информатики на столах - 300 - 500 лк. При использовании технических средств обучения и необходимости сочетать восприятие информации с экрана и ведение записи в тетради освещенность на столах обучающихся должна быть 300 лк [2].

Из рис. 1 видно, что, уровень освещенности в компьютерных классах в уторм (9:00) был самым высоким, а в течении дня он снижался. Наибольший уровень освещенности среди компьютерных классов был в 224 аудитории корпуса «В» на протяжении всего дня. В 200 аудитории корпуса «В» данный показатель утром соответствовал нормативу, а после обеда был ниже нормы. Освещенность в аудиториях 230 и 232 корпуса «В» не соответствует требуемым нормам, предъявляемыми в СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [2].

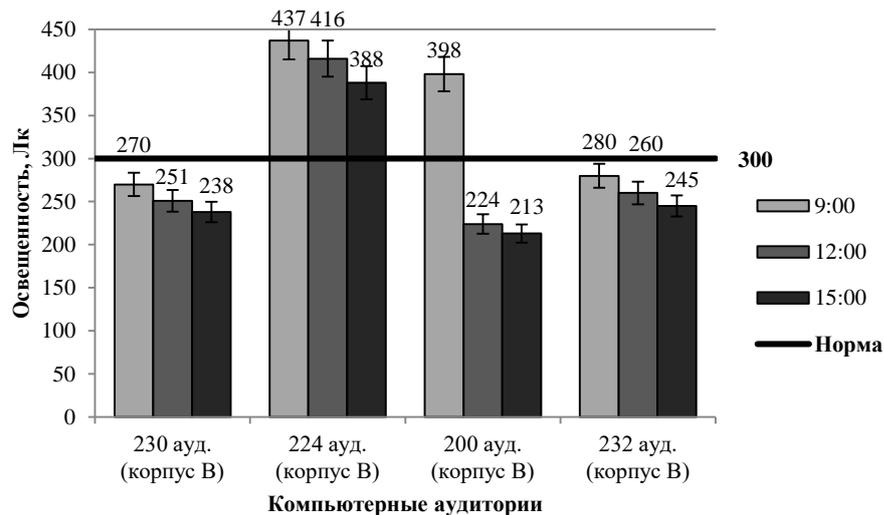


Рис. 1 Показатели освещенности в компьютерных аудиториях в разное время дня

Уровень освещенности в лекционных аудиториях также, как и в компьютерных классах был наибольшим в первую половину дня (рис. 2). После обеда (15:00) во всех изученных аудиториях данный показатель не соответствовал нормативу, а в аудиториях 211 корпуса «В» и 100 корпуса «Б» уровень освещенности в течение всего дня не соответствовал гигиеническим требованиям к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.

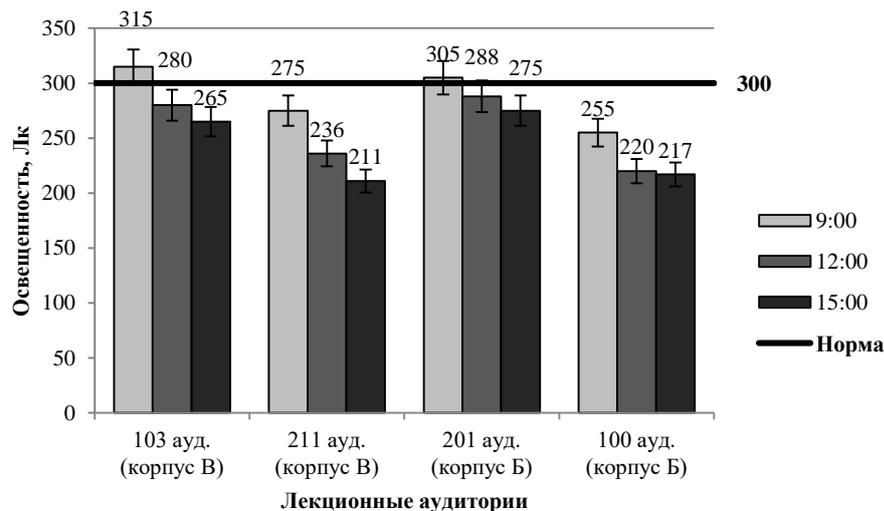


Рис. 2 Показатели освещенности в лекционных аудиториях в разное время дня

Таким образом, в результате проделанной нами работы можно сделать вывод, что во второй половине дня в изученных аудиториях МарГУ недостаточно освещенности. Учебные аудитории или компьютерный класс являются основным местом проведения лабораторных, практических занятий и лекций. В них студенты проводят большую часть времени, поэтому к гигиеническому состоянию этих помещений должны предъявляться особо высокие требования. Как известно, внутренняя среда помещений оказывает непосредственное влияние на общее самочувствие и работоспособность студентов, а несоблюдение гигиенических требований к естественному и искусственному освещению ухудшает восприятие и усвоение учебного материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Заголило С.А. Анализ показателей освещенности в учебных помещениях // Международный студенческий научный вестник. – 2016. – № 3-2. URL: <http://www.eduherald.ru/ru/article/view?id=14983> (дата обращения: 10.04.2020).
2. Санитарные правила и нормы «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03». – М., 6 апреля 2003 г.
3. СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение».

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ПОЧВОГРУНТАХ ПОЛИГОНОВ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ

Новоселова И.В., Закамская Е.С.
Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
novoselova1696@mail.ru

Полигоны бытовых отходов представляют особую опасность для почв, подземных и наземных водных источников. В фильтраатах грунтовых вод около свалок обнаруживаются различные загрязнители, в том числе и соединения тяжелых металлов: кадмия, хрома, свинца, ртути, никеля и др. Тяжелые металлы относятся к опасным загрязнителям, но многие из них необходимы живым организмам, так как активно участвуют в биохимических процессах. Однако их большое накопление в природных средах может негативно сказаться на целостности экосистем [1]. Накапливаясь в почве, особенно в верхних ее горизонтах, тяжелые металлы в результате дефляции могут переноситься на значительные расстояния [2]. В то же время в результате выщелачивания они медленной удаляются [3].

Мы в ходе работы изучали содержание свинца, никеля, меди и цинка в почвогрунтах производственной и санитарно-защитной зоны (СЗЗ) полигонов ТКО.

Отбор почвенных проб и пробоподготовку к анализу проводили в соответствии с ГОСТ 17.4.4.02-2017 [4]. Определение массовой доли металлов в порошковых пробах почв проводили методом рентгенофлуоресцентного анализа [5].

Результаты проведенных исследований по содержанию тяжелых металлов в почвогрунтах полигона твердых коммунальных отходов представлены в таблице.

Таблица

Содержание тяжелых металлов на полигоне ТКО, мг/кг

Токсикант	Место отбора проб		ПДК	Лимитирующий показатель вредности
	СЗЗ	производственная зона		
Pb	30,68±1,35	50,96±2,531	32 (валовое)	Общесанитарный
Ni	4,01±0,187	9,08±0,424	4 (подвижная)	Общесанитарный
Cu	12,60±0,531	14,0±0,671	3 (подвижная)	Общесанитарный
Zn	9,0±0,432	80,24±3,975	23 (подвижная)	Транслокационный

Содержание исследованных экотоксикантов на производственной зоне ТКО выше чем на санитарно-защитной: свинца в 1,7 раза; никеля – в 2,3 раза; меди – 1,1 раза и цинка – в 8,9 раза. Во всех случаях, за исключением содержания цинка и никеля на СЗЗ наблюдается превышение предельно-допустимой концентрации. Разница по всем изученным показателям, кроме меди, между производственной и санитарно-защитной зонами статистически значима.

Комплексной оценкой степени загрязнения является суммарный показатель загрязнения (Z_c), численно он равен сумме коэффициентов концентраций загрязнителей и дающий возможность определить опасность загрязнения почв. Суммарный показатель загрязнения почвогрунтов производственной зоны равен 9,02; санитарно-защитной – 3,55.

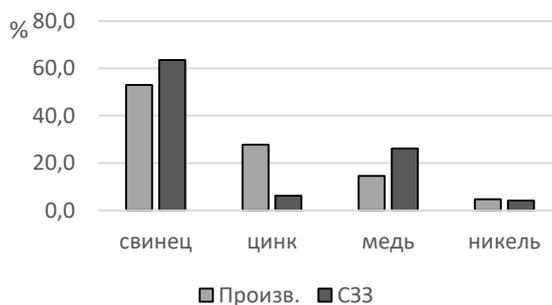


Рис. Доля содержания металлов в суммарном показателе загрязнения

По ориентировочной оценочной шкале опасности загрязнения почв по суммарному показателю загрязнения [6] исследованные почвогрунты относятся к категории допустимой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Попова О.В., Чуйко Е.В. Многолетнее изменение содержания тяжелых металлов в поверхностных водах Северного Каспия и факторы их определяющие // Тезисы теждунар. конф. Борок: ИБВВ РАН, 2005. С. 110.
2. Гудериан Р. Загрязнение воздушной среды. М.: 1979. 200 с.
3. Содержание тяжелых металлов в почвах г. Саратова / Е.М. Миронченко [и др.] // Актуальные проблемы экологии в XXI веке. Владимир, 2016. С. 105-108
4. ГОСТ 17.4.4.02-2017 Охрана природы (ССОП). Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериоло-

гического, гельминтологического анализа. М.: Стандартиформ, 2018. - 10 с.

5. ОСТ 10-259-2000. Стандарт отрасли. Почвы. Рентгенофлуоресцентное определение валового содержания тяжелых металлов. Минсельхоз России, 2001. 24 с.

6. МУ 2.1.7.730-99. Методические указания: Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест: утв. главным государственным санитарным врачом РФ 7.02.1999; введ. в действие с 05.04.1999. М. 1999. 20 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЛИСТЬЕВ ТОПОЛЯ СОВЕТСКОГО ПИРАМИДАЛЬНОГО В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Овчинникова Е.С., Храмов А.Н., Воскресенская О.Л.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола

ElenkaOni@yandex.ru

Древесные растения являются неотъемлемой частью городских пространств, внося огромный вклад в формирование, как комфортного санитарного состояния, так и эстетического вида городов. Чаще всего, в озеленении городов используются растения с высокой степенью устойчивости к факторам среды: как климатическим, так и антропогенным. В настоящее время проведение исследований по устойчивости растений в городской среде, для последующей рекомендации их к озеленению, являются одними из самых актуальных.

Тополь советский пирамидальный является гибридом, возведенным в ранг вида. Он часто применяется в озеленении городов не только южных, но и более северных регионов. Кроме того, тополь советский пирамидальный отличается среди представителей рода *Populus* более крепкой древесиной, что положительно сказывается на его ветроустойчивости. Так же отмечается способность представителей этого вида снижать шумовую нагрузку на городских улицах [2]. Таким образом, тополь советский пирамидальный является видом, который в перспективе может рассматриваться для более активного участия в озеленении городов.

В связи с этим, *целью* данной работы было исследование морфометрических показателей листьев тополя советского пирамидального (*Populus sovietica pyramidalis*, Jabl.) в условиях городской среды.

Сбор растительного материала производился в летний период 2019 года в различных районах произрастания: парк им. 400-летия г. Йошкар-Олы, перекресток улицы Кирова и Ленинского проспекта, ул. Суворова (около ООО «ЗПП»), ул. Строителей (ОКТБ «Кристалл»). С деревьев на уровне 1,5 м от уровня земли отбирались максимально развитые листья без каких-либо повреждений, с южной стороны кроны.

Для достижения поставленной цели были выполнены измерения площади листовых пластинок с помощью перенесения контуров листьев на миллиметровую бумагу и последующим подсчетом [3]. Далее, площадь, измеренная в квадратных миллиметрах, была преобразована в квадратные сантиметры.

Кроме того, был рассчитан коэффициент флуктуирующей асимметрии с помощью промеров следующих морфометрических показателей: 1 – расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка; 2 – расстояние между концами этих жилок; 3 – длину второй от основания листа жилки второго порядка; 4 – ширину половинки листа (посередине листовой пластинки); 5 – угол между центральной жилкой и второй от основания листа жилкой второго порядка. Все эти показатели измерялись для левой и правой частей листовой пластинки [4]. Дальнейшая статистическая обработка все полученных данных производилась с помощью программы STATISTICA 13.

В ходе наших исследований было выявлено, что наименьшей степенью флуктуирующей асимметрии листовых пластинок характеризуются растения, произрастающие на перекрестке улицы Кирова и Ленинского проспекта, а наибольшей – у особей тополя советского пирамидального произрастающих около парка им. 400-летия г. Йошкар-Олы. В соответствии со шкалой оценки качества среды было выявлено, что указанные районы относятся к территориям с существенными отклонениями от норм и критическим состоянием соответственно (табл. 1). Кроме того, имеются данные зарубежных исследователей, что кроме антропогенного влияния, на степени флуктуирующей асимметрии отражаются такие показатели как климатические и почвенные условия [6].

Площадь листовой пластинки так же является одним из признаков, влияющих на степень адаптации растительного организма к условиям городской среды. От этого показателя зависят такие жизненно важные процессы в растении как фотосинтез, дыхание и транспирация.

Наибольшая площадь листовой пластинки отмечена у образцов, взятых с деревьев, произрастающих около парка им. 400-летия г. Йошкар-Олы - 29,2 см². Меньшей площадью листьев характеризуются деревья, произрастающие на улице Строителей, около ОКТБ «Кристалл». Наименьшей площадью листьев характеризуются деревья на пересечении улицы Кирова и Ленинского проспекта (19,8 см²). Согласно «Докладу об экологической ситуации в Республике Марий Эл» [5], а также многолетним исследованиям кафедры экологии Марийского государственного университета [1], можно классифицировать полученные данные по степени загрязненности среды (табл. 2). Таким образом, место исследований около парка им. 400-летия г. Йошкар-Олы является среднезагрязненным районом ввиду невысокой транспортной нагрузки с отсутствием в нем тяжеловесных грузовых автомобилей (ограничение по весу транспорта на Централь-

ном мосту). Улица Строителей и улица Суворова относятся к загрязненным районам ввиду расположения здесь крупных заводских предприятий (ОКТБ «Кристалл» и ООО «ЗПП» соответственно), а также интенсивной транспортной нагрузки. Пересечение улица Кирова (многополосная дорога в двух направлениях) с Ленинским проспектом (главная автомагистраль города) является местом выезда на федеральную трассу А 295, что обуславливает её высокую автотранспортную нагрузку с высоким участием многотонных грузовых автомобилей.

Таблица 1.

Оценка качества среды в зависимости от коэффициента флуктуирующей асимметрии листовых пластинок *Populus sibirica pyramidalis*

Место отбора образцов	Коэффициент флуктуирующей асимметрии	Балл	Качество среды
ул. Кирова х Ленинский пр-т	0,069312218	4 балла (0,065-0,070)	существенные отклонения от нормы
ул. Суворова (около ООО «ЗПП»)	0,08183797	5 баллов (> 0,07)	критическое состояние
ул. Строителей (ОКТБ «Кристалл»)	0,086883128		
парк им. 400-летия г. Йошкар-Олы	0,096375276		

Таблица 2.

Оценка качества среды в зависимости от площади листовых пластинок *Populus sibirica pyramidalis*

Место отбора образцов	Площадь листовой пластинки, см ²	Качество среды
парк им. 400-летия г. Йошкар-Олы	29,2 см ²	среднезагрязненный район (<i>селитебная + рекреационная зоны</i>)
ул. Строителей (ОКТБ «Кристалл»)	27,6 см ²	загрязненный район (<i>промышленная зона города</i>)
ул. Суворова (около ООО «ЗПП»)	22,5 см ²	загрязненный район (<i>промышленная зона города</i>)
ул. Кирова х Ленинский пр-т	19,8 см ²	загрязненный район (<i>крупные автомагистрали с большой транспортной нагрузкой</i>)

Таким образом, показатель флуктуирующей асимметрии может быть использован как один из критериев, свидетельствующих об отклонениях морфометрических параметров листьев тополя советского пирамидального под воздействием антропогенного воздействия. Кроме того, данные изменения могут характеризовать адаптационные процессы, которые могут проявляться при произрастании на территориях с высокой антропогенной нагрузкой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воскресенский В.С., Воскресенская О.Л. Изменение активности окислительно-восстановительных ферментов у древесных растений в условиях городской среды // Вестник МарГТУ. 2011. №1. С. 75-82.
2. Учарова Ю. Н., Зюбровская А. В., Христин В. В. Выращивание тополя пирамидального в зеленом строительстве // Молодой ученый. 2017. №5. С. 121-123.
3. Котелова Н. В. Тополя и их использование в зелёных насаждениях / Н. В. Котелова, М. Л. Стельмахович // Сельхозиздат журналов и плакатов. М., 2003. 127 с.
4. Тюлькова Е.Г., Авдашкова Л.П. Использование коэффициента флуктуирующей асимметрии в качестве критерия оценки морфометрической адаптации древесной растительности к техногенным условиям // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия: Естественные и медицинские науки. 2018. №2. С. 73-82.
5. Доклад об экологической ситуации в Республике Марий Эл за 2018 год [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://mar-el.gov.ru/minles/DocLib43/Экологическое%20просвещение/20190620_1619.pdf
6. Graham J. H., Raz S., Hel-Or H., Nevo E. Fluctuating asymmetry: methods, theory, and applications // Symmetry. 2010. V. 2. N. 2. P. 466–540.

ДИНАМИКА РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА СОСНЯКОВ, ПРОЙДЕННЫХ ПОЖАРОМ В 2010 г.

Решетов К.И., Бекмансуров М.В.

Марийский государственный университет, 424000, Республика Марий Эл г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 1
mailmsg@mail.ru

Одним из видов катастрофического воздействия на природные экосистемы являются пожары. В 2010 году, с июля по сентябрь, из-за аномально жаркой погоды и отсутствия осадков в России огнем было охвачено более 1,2 млн гектаров леса, более чем в двадцати регионах. Республика Марий Эл не стала исключением. Пожары затронули леса Медведевского, Килемарского, Юринского и Звениговского районов. На горях начались процессы лесовосстановления, которые происходят как естественным путем, так и при участии человека. Установлено, что восстановление растительных сообществ на горях представляет собой сложную картину и находится в тесной связи с ландшафтно-географической структурой территории, видом пожара и типом леса [1, 2].

Целью данной работы является изучение динамики растительного покрова на месте сосняков, пройденных пожаром.

Для описания флористического состава и структуры растительного покрова гарей на местах сосня-

ков был использован метод геоботанических описаний. Материал для исследования был собран на четырех пробных площадях (20х20 м): три из которых были пройдены пожаром в 2010 году, четвертый являлся контрольным, т.е. не подвергался пирогенному воздействию. Исследования проводили на тех же участках, что и в 2013 г. Координаты географического положения пробных площадей определяли с помощью GPS-навигатора.

Пробная площадь (ПП)-1 располагается в формирующемся осиннике орляково-зеленомошном, ПП-2 – в березняке долгомошном, ПП-3 в сосняке наземно-вейниковом, ПП-4 – в сосняке орляково-зеленомошном. На ПП-1 и ПП-2 до пожара 2010 г. произрастали сосняки с примесью ели и березы. Пройденный пожаром древостой был вырублен и созданы посадки сосны. На ПП-3 располагались искусственные насаждения сосны обыкновенной, они полностью сгорели и здесь снова созданы посадки той же породы. В качестве контрольного был взят участок, не затронутый пожаром – сосняк орляково-зеленомошный (ПП-4).

Для характеристики травяно-кустарничкового яруса внутри каждого пробного участка регулярным способом через 1 м были заложены 10 учетных площадок (1×1 м). На каждой из этих площадок определялся видовой состав и проективное покрытие (общее и для каждого вида в отдельности). Описания проводились в 2-х повторностях: 15 июня и 16 июля 2019 г. Анализ динамики проективного покрытия травяно-кустарничкового яруса на исследованных участках проводили с помощью непараметрического критерия Краскела-Уоллиса с использованием программы «Statistica 6.0».

В ходе исследований 2019 г. было обнаружено 33 вида сосудистых растений, относящихся к 19-и семействам (рис.). Показатели инвентаризационного биоразнообразия приведены в таблице. Из нее следует, что наибольшим видовым разнообразием обладают осинник орляково-зеленомошный и сосняк орляково-зеленомошный. В первом случае это можно объяснить тем, что в ярусе подроста доминирует осина, она обеспечивает затенение, что создает благоприятные условия для произрастания не только гелиофитов, но и сциогелиофитов и сциофитов. Во втором случае участок не подвергался какому-либо воздействию, его флористический состав стабилен. Минимальные показатели биоразнообразия отмечены в сосняке наземно-вейниковом. Этот участок расположен на мезоповышении, хорошо дренирован и характеризуется сухостью. Иссушение почвы усугубляется посадочными бороздами.

Флористический состав каждого из формирующихся сообществ весьма обособлен – коэффициент флористического сходства Жаккара не превышает 0,47.

Таблица

Показатели инвентаризационного разнообразия

Пробные площади *	1	2	3	4
Видовое богатство (S)	18	11	15	16
Видовая насыщенность на 1 м ² (α)	5,1	4,1	3,4	5,4

* Пробные площади: 1 – осинник орляково-зеленомошный; 2 – березняк долгомошный; 3 – сосняк наземно-вейниковый; 4 – сосняк орляково-зеленомошный.

На рисунке представлено таксономическое разнообразие исследованных фитоценозов. В спектре семейств и в 2013 и в 2019 гг. доминируют семейства астровые и мятликовые, более характерные для луговых фитоценозов, чем для лесных. За истекший период наблюдается сокращение видового разнообразия, исчезновение одних семейств и появление других. Все это отражает процессы сингенеза, в ходе которого в формирующийся фитоценоз внедряется большое количество видов, а затем в результате межвидовой конкуренции и изменения условий существования происходит сокращение биоразнообразия.

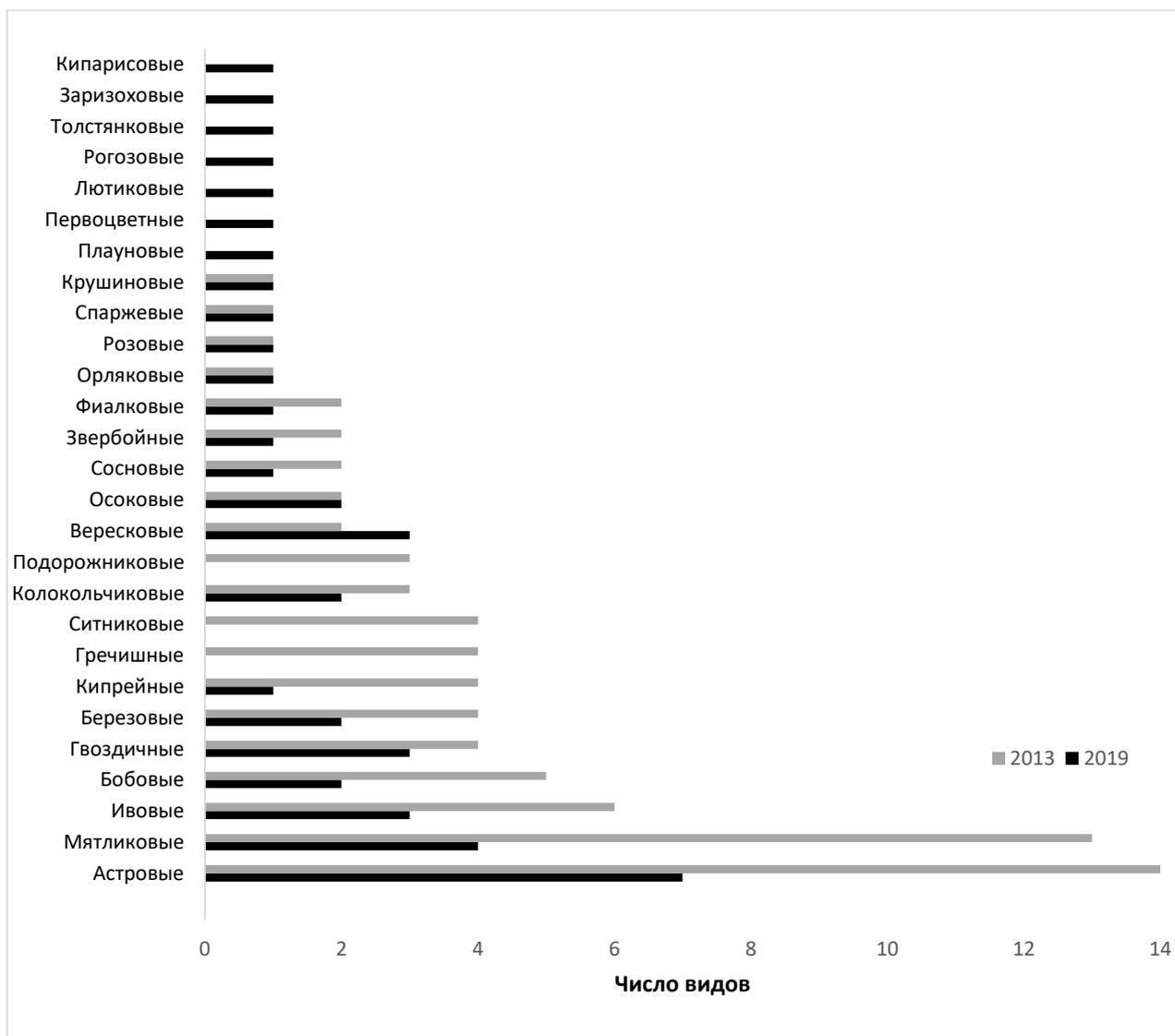


Рис. Спектры семейств сосудистых растений в исследованных сообществах

Анализ сезонной динамики проективного покрытия травяно-кустарничкового яруса показал отсутствие однозначной тенденции на разных пробных площадях. Так на ПП 1 и 3 этот показатель остается одинаковым, на ПП 2 в июле проективное покрытие снижается в 2 раза по сравнению с июнем, а на ПП4 (контрольный участок) оно увеличивается. При сравнении проективного покрытия в разные годы наблюдений (2013 и 2019) установлено статистически достоверное снижение на ПП 1, ПП 3 и существенное увеличение на ПП 2. На контрольном участке проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса практически не меняется.

ЛИТЕРАТУРА

1. Калинин К.К. Сукцессии растительного покрова на крупных гарях среднего Заволжья // Вестник ПГТУ. 2008. №1. С. 19-28.
2. Иванов А.В. Лесовозобновление гарей в сосняках Республики Марий Эл: Автореф. дис. канд. с.-х. наук. - Йошкар-Ола, 1996. 20 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ФОСФОРА В КИПРЕЕ УЗКОЛИСТНОМ (*CHAMAENERION ANGUSTIFOLIUM* L.).

Рыбакова Х.С., Зыкова Д.А., Воскресенская О.Л.
 Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
dianazykova88@gmail.com, xristintin20@gmail.com

Фосфор в жизни растений играет важную многоплановую роль. Как один из главных элементов питания организма растения он потребляется в виде солей ортофосфорной кислоты и солей полифосфорных кислот. Растения усваивают фосфора значительно меньше, чем азота, но он играет крайне важную роль в их жизни. Содержание фосфора в растениях, по данным многих исследователей, составляет 0,2 – 1,3%

сухого вещества. Максимальное количество фосфора содержится в репродуктивных органах, где его в 3-6 раз больше содержится, чем в вегетативных и молодых частях растений, способствует интенсивному течению процессов синтеза органических веществ [3].

В работе проведен анализ содержания фосфора в кипрее узколистном (*Chamaenerion angustifolium* L.) Выявлено, что кипрей узколистный (*Chamaenerion angustifolium* L.): содержание фосфора в Сернурском районе на 0,4 мг/г больше, чем в Моркинском и Медведевском районах, содержащем наименьшее количество фосфора (1 и 1,1 мг/г).

При изучении растений наибольшее количество фосфора в генеративном возрастном состоянии отмечается в пробе, взятой на территории Сернурского района – 1,5 мг/г, затем в Медведевском районе составило – 1,1 мг/г, наименьший показатель отмечается в пробе, взятой на территории Моркинского района – 1 мг/г.

Фосфор – химический элемент, легко воспламеняющееся и светящееся в темноте вещество, содержащееся в некоторых минералах, в костях животных, в животных и растительных тканях.

В растениях фосфор содержится, главным образом, в виде сложных органических веществ. При осторожном озолении растений находящаяся в них фосфорная кислота остается в виде солей различных металлов. В данном методе о содержании неорганического фосфора в растворе судят по интенсивности синей окраски восстановленного фосфорномолибденового комплекса. Последний образуется в кислой среде (рН=4) из фосфорной и молибденовой кислот в присутствии аскорбиновой кислоты. Оптическая плотность окрашенных растворов пропорциональна концентрации ионов фосфора [1].

Иван-чай узколистный, или Кипрей узколистный (*Chamaenerion angustifolium* L., или *Epilobium angustifolium*) - многолетнее травянистое растение семейства Кипрейные. Растение применяется в народной медицине. В научной медицине применяется редко. Травянистое растение высотой достигает до 200 см. Цветёт с начала второй половины лета в течение 30-35 дней. Плоды созревают в августе - сентябре [2].

Произрастает Иван-чай по всему Северному полушарию. На территории России Иван-чай можно встретить и Сибири и в полосе хвойных лесов европейской части. Растёт на сухих песчаных местах в светлых лесах, вдоль железнодорожных насыпей и канав, возле посевов, на вырубках и опушках, на сыроватой почве, у воды.

В молодых листьях и корневищах Иван-чая узколистного содержится большое количество растительных волокон (целлюлозы), пектины, витамин С, сахара, органические кислоты, пектин. Довольно большое содержание концентрации железа, марганца и меди.

Фосфорные соединения нужны каждому живому организму. Без них невозможна жизнь клетки. В растениях фосфор содержится в качестве органических и питательных веществ. Минеральный фосфор в растениях запасующее вещество, резервный пункт для синтеза органических соединений, содержащих фосфор. Он увеличивает буферность клеточного сока, поддерживает тургор клетки и другие важные процессы [4;5].

Предметом исследования статьи стали листья Ивана-чая узколистного или кипрей узколистный (*Chamaenerion angustifolium* L., или *Epilobium angustifolium*). Для работы были взяты растения в различных районах Республики Марий Эл: Моркинский район, Медведевский район и Сернурской район. Данные пробы были взяты на стадии онтогенеза: во время цветения – генеративный период. Исследования проводились согласно Методики (ГОСТ 26657-97) «Методы определения содержания фосфора».

В литературе имеются сведения, характеризующие недостаток фосфора: листья бордового цвета, карликовость растений, скручивание листьев и т.д. Об избытке свидетельствует замедление вертикального и бокового роста, некротические изменения, опадание листьев, ослабление растения в целом [3].

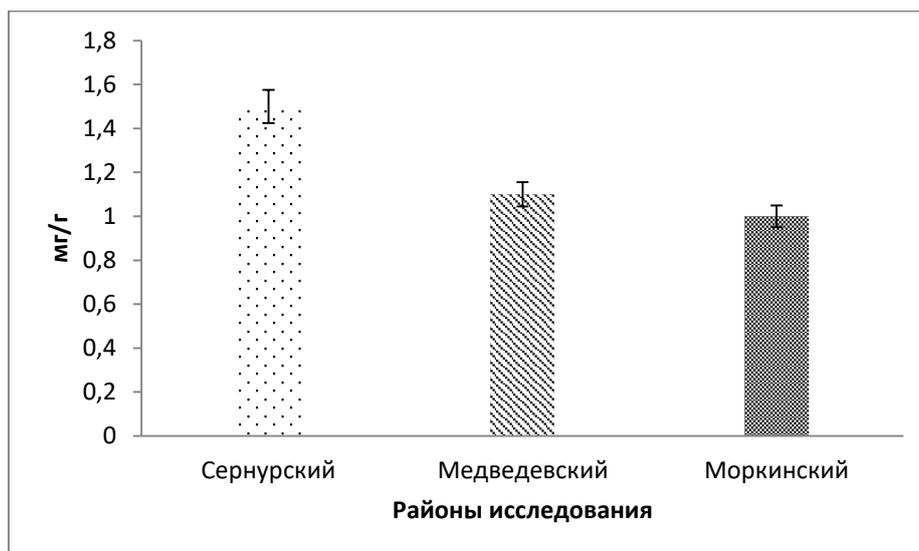


Рис. 1 Среднее значение фосфора в Иван-чае

В исследуемых нами пробах не были отмечены внешние изменения, полученные данные не указывают на превышенное или недостаточное содержание фосфора, что говорит о нормальном его содержании в Иван-чае на исследуемых территориях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методы эколого-биологических исследований: учебно методические пособие / Мар. гос. ун-т; О.Л. Воскресенская, Е.А. Алябышева, Е.А. Сарбаева, В.С. Воскресенский. Йошкар-Ола, 2018. 128 с. ISBN 978-5-91716-546-2
2. Дудченко Л. Г., Козьяков А. С., Кривенко В. В. Пряно-ароматические и пряно-вкусовые растения: Справочник / Отв. ред. К. М. Сытник. К.: Наукова думка, 1989. 304 с.
3. Садовые растения: мини-энциклопедия. пер. с итал./ [редакторы: И. Забродина, Е. Писарева]. М.: АСТ: Астрель, 2005. 192с.
4. Воскресенская О.Л. Большой практикум по биоэкологии. Ч.1: учеб.пособие/Мар.гос.ун-т; О.Л. Воскресенская, Е.А. Алябышева, М.Г. Половникова. Йошкар-Ола, 2006. 107с.
5. Якушкина Н.И. Физиология растений: Учеб.пособие для студентов биол. спец. пед. ин-тов. М.: Просвещение, 1980. 303с.

СОДЕРЖАНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ЛИСТЬЯХ КИПРЕЯ УЗКОЛИСТНОГО, ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО В РАЗЛИЧНЫХ РАЙОНАХ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

Сергеева Н.В, Воскресенская О.Л.
 Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
 nad-imk@yandex.ru

Микроэлементами называют химические вещества, необходимые для нормальной жизнедеятельности растений, животных и человека, при этом их содержание исчисляется сотыми, тысячными долями процента [2]. Не смотря на небольшое содержание в организме, роль микроэлементов в живом организме велика.

Почти все биохимические процессы в организме человека зависят от баланса микроэлементов. В частности, от микроэлементов зависит качественный процесс обмена веществ, синтезирование ферментов, гормонов, витаминов. Поэтому в организм человека микроэлементы должны поступать в достаточном количестве, и сбалансировано.

Одним из источников поступления микроэлементов в организм человека может служить растение кипрей узколистный (*Chamaenerion angustifolium* L.), который используется в приготовлении чайных напитков. Кипрей узколистный (иван-чай) – это многолетнее травянистое растение, с моноциклическим побегом, геофит. Его стебли достигают высоты до 200 см, начинает цвести со второй половины лета, плоды созревают в августе-сентябре [4]. Отвары и настои травы кипрея узколистного используют как жаропонижающее, мягчительное, вяжущее и т.д. средство [3].

Целью исследования являлось изучение микроэлементного состава листьев кипрея узколистного, произрастающего на разных территориях Республики Марий Эл.

Объектом исследования служили листья кипрея узколистного в средневозрастном генеративном состоянии, собранного в Моркинском, Сернурском и Медведевском районах республики Марий Эл летом (август) 2019 года. Содержание микроэлементов устанавливали методом атомно-абсорбционной спектроскопии с использованием атомно-абсорбционного спектрометра PinAAcle 500 фирмы PERKIN-ELMER с применением ртуть-гидридной системы MHS 15. Статистическую обработку данных проводили с помо-

щью программы статистика. Для комплексной оценки полученных результатов использовали однофакторный дисперсионный анализ, шепфе-тест. Достоверность различий обсуждалась при 5% уровне значимости.

Известно, что из листьев кипрея узколистного получают продукты с высоким содержанием биологически активных веществ, витаминов и микроэлементов. Кроме того, иван-чай является перспективным видом растений, и может быть использован как лекарственное и пищевое растение, обогащенное марганцем, цинком, медью, натрием и другими элементами [5]. В исследуемых нами районах в листьях кипрея узколистного было определено содержание 5 микроэлементов – цинка, марганца, молибдена, селена и йода.

Основные функции цинка в растениях связаны с метаболизмом углеводов, протеинов и фосфатов, а также с образованием ауксина, рибосом и ДНК. Кроме того, цинк оказывает влияние на проницаемость мембран. Согласно литературным данным, содержание цинка в растениях оценивается в 15-60 мг/кг [1].

Как показали результаты нашей работы (рис. 1), наименьшим содержанием цинка в листьях характеризовались особи кипрея узколистного, произрастающего в Сернурском районе. У растений, произрастающих в Медведевском районе, количество цинка было несколько выше и составило 82,0 мг/кг сухого вещества. Максимальное содержание цинка в листьях наблюдалось у растений, произрастающих в Моркинском районе. В листьях кипрея узколистного среднее содержание цинка составляет 76,9 мг/кг.

Из литературных источников известно, что марганец накапливается в листьях. Принимает участие в выделении кислорода при фоторазложении воды, восстановлении CO_2 при фотосинтезе. Марганец способствует накоплению сахаров и их оттоку из листьев [1].

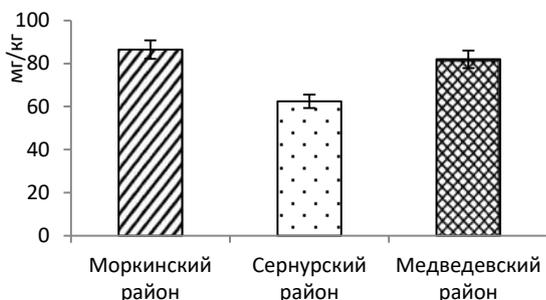


Рис. 1 Содержание цинка в листьях кипрея узколистного

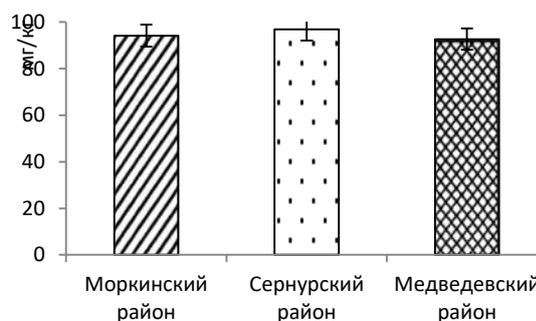


Рис. 2 Содержание марганца в листьях кипрея узколистного

Наибольшее содержание марганца в листьях было обнаружено у особей кипрея узколистного, произрастающего в Сернурском районе (рис. 2). Минимальное содержание марганца в листьях кипрея узколистного наблюдалось в Медведевском районе. В листьях кипрея узколистного среднее содержание марганца составляет 94,6 мг/кг сухого сырья.

Молибден больше накапливается в листьях, чем в корнях и стеблях. Этот элемент принимает участие в восстановлении нитратов, оказывает влияние на накопление аскорбиновой кислоты. [1].

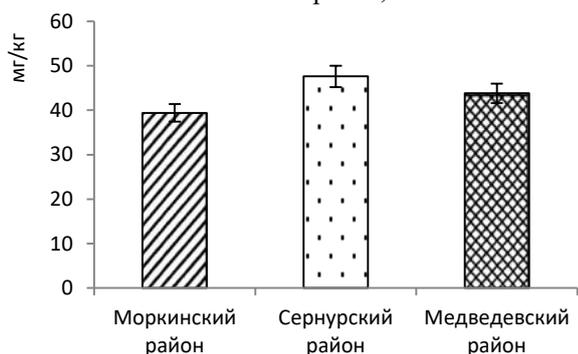


Рис. 3 Содержание молибдена в листьях кипрея узколистного



Рис. 4 Содержание селена в листьях кипрея узколистного

По результатам наших исследований (рис. 3), наименьшее содержание молибдена в листьях кипрея узколистного было выявлено в Моркинском районе. В Медведевском районе этот показатель был выше в 1,2 раза. Наибольшее содержание молибдена в листьях кипрея узколистного было обнаружено в Сернурском районе. Среднее содержание молибдена в листьях кипрея узколистного составляет 43,6 мг на 1 кг сухого вещества.

Селен важен для растений, т.к. он влияет на устойчивость, при его нехватке чаще всего у растений наблюдается задержка роста и цветения [1]. В исследуемых нами районах наименьшее содержание селена

наблюдалось у особей кипрея узколистного, произрастающего в Медведевском районе (28,3 мг/кг сухого вещества). В Моркинском и Сернурском районах этот показатель был выше в 1,5 раза (рис. 4). Кипрей узколистный способен накапливать в листьях в среднем 36,1 мг/кг сухого сырья.

Йод оказывает влияние на дыхание и углеводный обмен, повышает содержание аскорбиновой кислоты, свободных аминокислот. Как показали результаты нашей работы (рис. 5), наименьшим содержанием йода в листьях характеризовались особи кипрея узколистного, произрастающего в Моркинском районе (18,3 мг/кг сухого вещества). В Медведевском районе этот показатель был незначительно выше (19,3 мг/кг сухого вещества). Наибольшее содержание йода было обнаружено в листьях кипрея узколистного, произрастающего в Сернурском районе (22,8 мг/кг сухого вещества). Среднее содержание йода в листьях кипрея узколистного составляет 20,1 мг/кг. Йод важен и для организма человека. Республика Марий Эл является одной из территорий РФ с природно-обусловленной недостаточностью йода. Поэтому его содержания в значительном количестве в иван-чае, является ещё одним плюсом практического применения кипрея узколистного в чайном производстве.

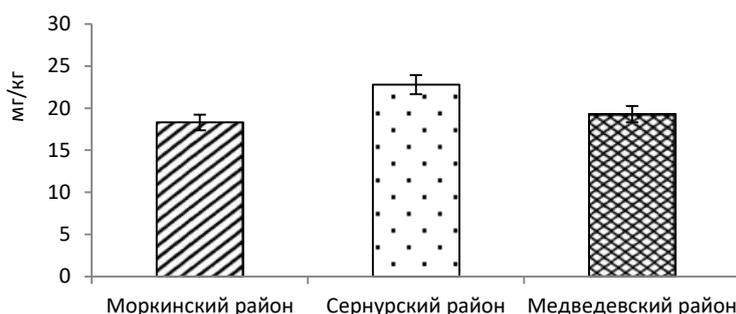


Рис. 5 Содержание йода в листьях кипрея узколистного

Однофакторный дисперсионный анализ показал, что разница в содержании микроэлементов в листьях кипрея узколистного статистически значима у особей, произрастающих в Медведевском и Сернурском районах. Статистически значимых различий не наблюдалось у особей, произрастающих в Моркинском районе.

На основании результатов проведенного анализа, составлен ряд по убыванию средних показателей содержания микроэлементов в листьях кипрея узколистного, произрастающего в Республике Марий Эл: марганец > цинк > молибден > селен > йод. Произведенный в Республике Марий Эл чай из кипрея узколистного будет содержать следующие микроэлементы: марганец, среднее содержание которого составит 94,6 мг/кг; цинка – 76,9 мг/кг; молибдена – 43,6 мг/кг; селена – 36,1 мг/кг и йода – 20,1 мг/кг. Таким образом, производство иван-чая на территории республики будут содержать важнейшие микроэлементы, в том числе и йод.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алехина Н.Д. Физиология растений: учебник для студ. вузов / Н.Д. Алехина, Ю.В. Балыкин, В.Ф. Гавриленко. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 406 с.
2. Бушуева Г.Р. Кипрей узколистный – перспективный источник биологически активных соединений / Г.Р. Бушуева, А.В. Сыроешкин и др. // Микроэлементы в медицине. – 2016. – Т.17. - №2. – С.15-23.
3. Кьюсов, П.А. Полный справочник лекарственных растений /П.А. Кьюсов– М.: ЭКСМО, 2005. – 992 с.
4. Полежаева И.В. Сравнительное исследование химического состава кипрея узколистного (*Chamaenerionangustifolium*(L.) Holub) / И.В. Полежаева, Н.И. Полежаева // Химия растительного сырья. – 2005. – №1 – С. 25-29.
5. Полежаева И.В. Исследование минерального комплекса вегетативной части *Chamaenerionangustifolium*(L.) Holub / И.В. Полежаева, Н.И. Полежаева, Л.Н. Меняйло // Химия растительного сырья. – 2005. – №4 – С. 67-70.

СОДЕРЖАНИЕ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ В ЛИСТЬЯХ КИПРЕЯ УЗКОЛИСТНОГО, ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО В РАЗЛИЧНЫХ РАЙОНАХ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ.

Сергеева Н.В., Воскресенская О.Л.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
nad-ink@yandex.ru

С давних времен отвары и настои травы кипрея узколистного использовались как жаропонижающее, обволакивающее, ранозаживляющее, вяжущее средство. Экстракты иван-чая обладают противовоспалительными, антиоксидантными, антимикробными свойствами [5]. Кипрей узколистный является настоящим кладом многих биологически активных веществ и химических элементов, которые необходимы для человека.

Известно, что кипрей узколистный содержит большой спектр химических веществ, состав и количество которых зависит от множества фактора, таких как район произрастания, плодородие почвы, природно-климатические условия, внутривидовая изменчивость и т.п. [1,4]. Современные исследователи рассматривают кипрей узколистный не только как пищевое и кормовое растение, но и как лекарственное. В связи с большим проявлением интереса к кипрею узколиственному возникает необходимость его изучения в Республике Марий Эл.

Республика Марий Эл является одним из экологически чистых регионов России. Согласно Докладу об экологической ситуации в Республике Марий Эл за 2019 год, санитарно-химические показатели почвы не превышали уровня ПДК. Кроме того, на территории республики отсутствуют металлургические, нефтехимические предприятия, являющиеся основными источниками загрязнения атмосферного воздуха и почвы тяжелыми металлами.

Целью исследования явилось изучение содержания основных макроэлементов в листьях кипрея узколистного, произрастающего на территории Республики Марий Эл.

Объектом исследования служили листья кипрея узколистного, собранные в средневозрастном генеративном состоянии. Кипрей узколистный – это многолетнее травянистое растение рода кипрей, семейства кипрейные. Стебли этого растения достигают высоты до 2 м. Растения собирали в Моркинском, Сернурском и Медведевском районах Республики Марий Эл летом (август) 2019 года. На территории республики сбором сырья кипрея узколистного занимаются студенты из студенческого специализированного отряда «Адонис» под руководством преподавателя Медицинского факультета МарГУ Сергеевой Н.В. Ежегодно на территории республики собирают до 60 тонн листьев и цветков кипрея узколистного.

Содержание макроэлементов устанавливали методом атомно-абсорбционной спектроскопии с использованием атомно-абсорбционного спектрометра PinAAcle 500 фирмы PERKIN-ELMER с применением ртуть-гидридной системы MHS 15. Статистическую обработку данных проводили с помощью программы статистика. Достоверность различий обсуждалась при 5% уровне значимости.

Известно, что биомасса кипрея узколистного может содержать более 60 химических элементов [5], которые выполняют важнейшую физиологическую роль в растении. В листьях кипрея узколистного нами было обнаружено три важнейших макроэлемента: калий, кальций и магний (табл.). В растениях они играют важную роль в процессах фотосинтеза, дыхания, минерального питания, присутствуют во многих клеточных структурах.

Калий является одним из основных элементов минерального питания растений. Он необходим для транспорта и поглощения воды растением, для активации более 50 ферментативных систем. Под влиянием калия увеличивается накопление крахмала, сахарозы, моносахаридов, повышается устойчивость к грибковым и бактериальным заболеваниям. Как показали результаты нашей работы (табл.), в листьях кипрея узколистного содержание калия варьирует от 193,8 мг/кг до 284,3 мг/кг сухого вещества в зависимости от района произрастания. При этом наибольшее содержание данного макроэлемента обнаружено у растений, произрастающих в Моркинском районе (284,3 мг/кг), меньше на 20 % – в Медведевском районе и на 32 % – в Сернурском районе.

По данным С.С. Медведева (2012), среднее содержание *кальция* в растениях колеблется 50-300 мг на 1 кг сухого вещества. Кальций оказывает влияние на обмен веществ в растении, передвижение углеводов, превращение азотистых веществ, играет значительную роль в построении нормальных клеточных оболочек и установлении кислотно-щелочного равновесия. Как показано в таблице в листьях кипрея узколистного кальция содержится от 128,4 до 173,9 мг на кг сухого вещества. В зависимости от районов произрастания картина выглядит следующим образом: самый высокий уровень содержания кальция обнаружен у растений, произрастающих в Моркинском районе, на 23 % ниже у растений кипрея узколистного, произрастающих в Сернурском районе и на 27 % ниже у растений Медведевского района.

Таблица

Содержание макроэлементов в листьях кипрея узколистного

Макроэлемент	Содержание, мг/кг сухого вещества		
	Моркинский район	Сернурский район	Медведевский район
Калий	284,3±3,2	193,8±1,9	229,9±2,7
Кальций	173,9±3,7	133,9±2,3	128,4±0,4
Магний	269,1±2,3	207,6±2,6	243,5±1,8

Магний необходим для фотосинтеза, дыхания, синтеза нуклеиновых кислот, белков и других процессов, протекающих в растении. Под влиянием магния усиливается синтез эфирных масел, каучука, аскорбиновой кислоты и витамина А. Содержание магния в растениях может достигать 3% в пересчете на сухое вещество [3]. В листьях кипрея узколистного в зависимости от района произрастания содержание магния колеблется от 207,6 мг/кг до 269,1 мг на кг сухого вещества (табл.). Самое высокое содержание магния обнаружено в листьях кипрея узколистного, произрастающих в Моркинском районе, на 10% было ниже в растениях Медведевского района и 24 % ниже у растений Сернурского района.

Таким образом, наибольшим содержанием макроэлементов (калий, кальций, магний), характеризовались особи кипрея узколистного, произрастающие в Моркинском районе. Количественные показатели содержания макроэлементов в листьях кипрея узколистного, произрастающего на территории Медведевского района, были ниже в 1,1-1,4 раза. Наименьшим содержанием макроэлементов характеризовались листья кипрея узколистного, произрастающего в Сернурском районе, где количество макроэлементов было меньше в 1,2-1,5 раза в зависимости от элемента. Статистически значимые различия в содержании макроэлементов были обнаружены между растениями произрастающими в Моркинском и Сернурском районах ($p=0,000$).

На основании результатов проведенного анализа составлен убывающий ряд по содержанию основных элементов минерального питания в листьях кипрея узколистного: магний – калий – кальций. Эта закономерность была характерна для всех районов исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горбунова Е.В. Перспективное направление переработки кипрея узколистного, как источника биологически активных веществ / Е.В. Горбунова, Р.В. Горбунов // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. 2016. №5(168). С. 85-90.
2. Доклад об экологической ситуации в республике Марий Эл за 2019 год. Йошкар-Ола. 2020. 190 с.
3. Медведев С.С. Физиология растений: учебник / С.С. Медведев. СПб. БХВ Петербург, 2012. 512 с.
4. Полежаева И.В., Полежаева Н.И., Меняйло Л.Н. Аминокислотный и минеральный состав вегетативной части *Chamerion Angustifolium* (L.) Holub / И.В. Полежаева // Химико-фармацевтический журнал. 2007. №3. С. 27–29.
5. Царёв В.Н., Базарнова Н.Г., Дубенский М.М. Кипрей узколистный (*Chamerion Angustifolium* L.). Химический состав, биологическая активность (обзор) / В.Н. Царёв // Химия растительного сырья. 2016. №4. С. 28-33.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ МЯГКОГО И ЖЕСТКОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ВОРОНЕЖСКОГО ПРИХОПЕРЬЯ

Сираева И. С.¹, Ермоленко А. С.¹, Громова Т. С.¹, Ларионов М. В.²

1 – Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, Саратов

2 – Балашовский институт (филиал) Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского, Балашов

m.larionow2014@yandex.ru

В настоящее время урбанизация и природопользование в совокупности обуславливают целую серию неблагоприятных эколого-деградационных последствий для экосистем и их компонентов. Древесные растения в природных и искусственных экосистемах реализуют широкий перечень ценотических функций [1, 2]. В числе главных из них, имеющих хозяйственное значение, заключается в организации и обеспечении устойчивости фитоценотической структуры посредством эдификаторной роли. В Воронежском Прихоперье в ходе экологических исследований из ключевых форм хозяйствования, связанные с потреблением ресурсов древесных растений, выделены две основные их формы (рисунки 1, 2) с соответствующими уровнями антропогенной нагрузки. Древесные растения в составе лесных экосистем, экосистем лесонасаждений и городских насаждений образуют базис экокаркасов.

Соответственно, в ходе исследований определялись уровни повреждений, которые для удобства интерпретации и анализа переводились в %. По итогам экологического мониторинга повреждений абиотическими, биотическими (болезнями, вредителями) и антропогенными факторами деревьев и кустарников (2011-2019 гг.) получены результаты, представленные на рисунке 1.

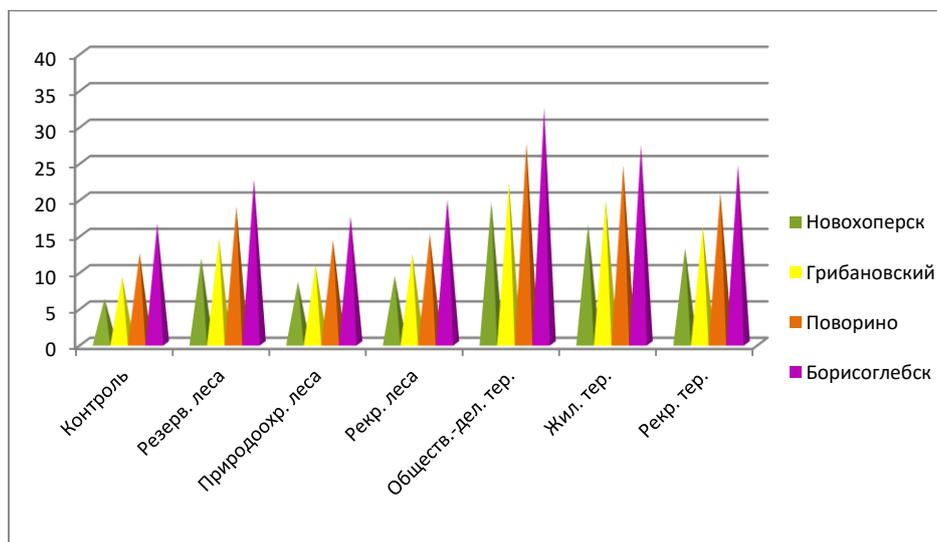


Рис. 1 Доли поврежденных растений в экосистемах с мягкими типами природопользования в процентах

Из результатов следует, что наименьшие средневзвешенные значения поврежденности характерны древесным растениям в загородных лесных экосистемах с мягкими типами природопользования: в природоохранных лесных массивах поврежденность на уровне 8,5 (Новохоперский р-н), 10,8 (Грибановский р-н), 14,2 (Поворинский р-н), 17,5 (Борисоглебский р-н); в рекреационных лесах – 9,3; 12,3; 15,1; 19,8; в резервных лесах этот экологический показатель составляет 11,7; 14,5; 18,8; 22,6% в данных районах. В пределах городских экосистем средневзвешенные значения поврежденности древесных растений достоверно выше значений рассматриваемого комплексного экологического показателя в условиях загородных лесных экосистем. Наибольшие средневзвешенные значения повреждений у древесных растений выявлены в экосистемах в пределах общественно-деловых территорий: 19,5 (Новохоперск), 22,2 (Грибановский), 27,6 (Поворино), 32,4 (Борисоглебск). Наименьшие повреждениями обладают представители данной группы растительных организмов в зонах рекреации данных населенных пунктов: 13,1; 16,1; 20,8 и 24,6%. Соответственно, в жилых зонах показатели поврежденности занимают срединное положение между остальными показателями в проанализированных территориальных единицах. Все установленные различия с контролем достоверны на 95%-ном доверительном уровне.

Достоверно лучшим экологическим состоянием характеризуются древесные растения в экосистемах лесов, имеющих природоохранное значение. Многие виды природопользования, в том числе его жесткие формы исключены либо непостоянны и фрагментарны, что в итоге выразилось в полученных средневзвешенных значениях поврежденности. В резервных лесах Воронежского Прихоперья производятся некоторые виды хозяйствования, включительно незначительные рубки и частные виды потребления недревесных ресурсов.

В урбоэкосистемах района исследований проявляется комплекс деградирующих воздействия на древесные растения, что выражается в повышенных значениях их поврежденности в сравнении с лесными экосистемами на загородных территориях. При этом в общественно-деловых зонах антропогенный пресс существенно выше по сравнению с жилыми и рекреационными городскими территориями. Тем не менее, на всех проанализированных территориях проявляются мягкие формы природопользования.

Осуществленный в 2011-2019 гг. мониторинг экологического состояния деревьев и кустарников выявил следующие значения поврежденности (в %) при жестких формах природопользования.

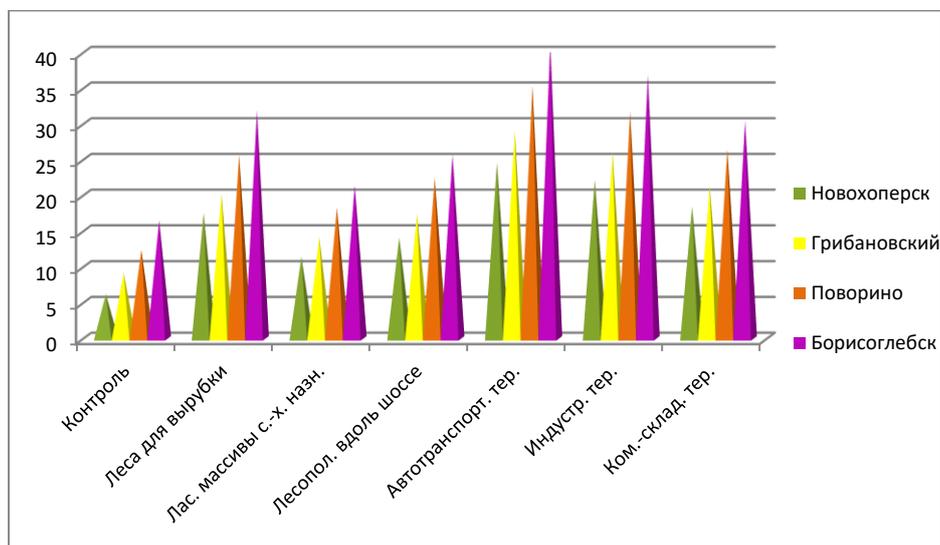


Рис. 2 Доли поврежденных растений в экосистемах с жесткими типами природопользования в процентах

В данном случае экологический мониторинг показал следующее. На загородных территориях минимальные показатели повреждений древесных растений идентифицированы в лесных массивах сельскохозяйственного пользования: 11,4 (Новохоперский р-н), 14,2 (Грибановский р-н), 18,3 (Поворинский р-н) и 21,4% (Борисоглебский р-н). Максимум повреждений приходится на древесные растения в лесных экосистемах, где производятся систематические рубки и другие лесохозяйственные работы. Средневзвешенные показатели поврежденности данной группы организмов изменяются также по этим административным районам: 17,5; 20,3; 25,7 и 31,9%.

Древесные растения, в целом, в урбоэкосистемах района исследований отличаются заметно большими средними значениями повреждений. В частности, наивысшие средневзвешенные значения поврежденности выявлены в пределах автотранспортных зон: 24,6 (Новохоперск), 29,1 (Грибановский), 35,4 (Поворино), 41,3% (Борисоглебск). По нисходящей идут промышленные и коммунально-складские территории, где природопользование также характеризуется жесткими формами. Значения повреждений дре-

весных растений, тем не менее, в них достаточно существенно. Минимум показателей повреждений установлен в коммунально-складских зонах. В пределах экосистем данных функциональных территорий древесные растения имеют усредненные повреждения в размере 18,4; 21,3; 26,5 и 30,5% в указанном порядке городов. Полученные результаты статистически достоверны на 95%-ном уровне.

Как видно из обработанных и представленных данных, наибольшая опасность для древесных растений очевидна в загородных районах, подвергающихся интенсивному лесопользованию, прежде всего в местах лесозаготовок и вдоль автомобильных шоссе. С учетом того, что общее число автотранспортных средств продолжает неуклонно расти, можно прогнозировать дальнейшее ослабление древесных растений в искусственных экосистемах автомагистральных лесополос. Это, в общем, снижает устойчивость экосистем, ресурсные и экологические качества самих древесных растений.

В урбоэкосистемах жесткие формы природопользования в совокупности с более высокой антропогенной нагрузкой обуславливают наиболее сильное совокупное повреждение надземных частей древесных растений. Особенно страдают от повреждений древесные растения в экосистемах, располагающихся на автотранспортных и промышленных территориях, то есть в составе различных типов городских древесных насаждений, как линейных (вдоль автодорог), так и площадных – на внутренних и прилегающих участках к предприятиям и вспомогательным техносферным объектам. Требуется системные, постоянные меры по защите древесных растений от негативных биотических, абиотических и антропогенных воздействий. Эти меры должны носить комплексный характер. Полученные данные представляют результаты комплексной биоиндикации состояния разных экосистем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Салминен Э.О. Проектирование лесных предприятий: учеб. пособие. СПб.: СПбЛТА, 2002. 155 с.
2. Соколов А.С. Урбоэкология: практ. пособие. Гомель: Изд-во ГГУ им. Ф. Скорины, 2011. 51 с.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ГРУППЫ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ КАК ОТРАЖЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ПРИГОРОДНЫХ И ГОРОДСКИХ ЭКОСИСТЕМ ВОРОНЕЖСКОГО ПРИХОПЕРЬЯ

Сираева И. С.¹, Ларионов М. В.²

1 – Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, Саратов

2 – Балашовский институт (филиал) Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского, Балашов
irina.siraeva@mail.ru

Воронежское Прихоперье располагается в восточной и северо-восточной части Воронежской области [1]. Оно включает разные типы природно-территориальных комплексов, обусловленных его географическим положением, ландшафтным и экосистемным разнообразием. Биогеоценотический рисунок, прежде всего вертикальную и экологическую структуру растительных сообществ в данном субрегионе определяют деревья и кустарники.

Их видовой состав и адаптационный потенциал обусловлены местными почвенно-климатическими особенностями. В определенной мере об адаптационном потенциале древесных растений свидетельствует анализ соотношений экологических групп древесных растений по отношению к ограничивающим факторам среды их обитания, то есть занимаемых и формируемых экосистем.

В ходе исследований мест произрастаний и наблюдений за деревьями и кустарниками (2011-2019 гг.) выделены экологические группы по отношению к лимитирующим эдафическим факторам. Последние в значительной степени структурируют вклад в адаптационный и, в совокупности, в экобиологический потенциал древесных растений в пригородных и городских экосистемах территории исследований – Хоперского, Поворинского, Борисоглебского, Грибановского районов Воронежской области.

По итогам обследований и наблюдений за древесными растениями и местами их произрастания выделены соответствующие экологические группы к лимитирующим почвенно-экологическим условиям. По отношению к насыщенности почв азотом данные отражены графически далее на рисунке 1.

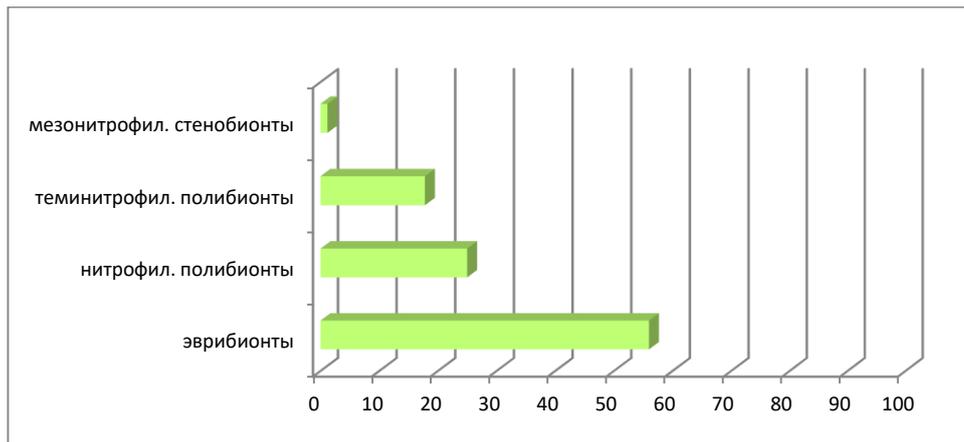


Рис. 1 Соотношение экологических групп древесных растений по отношению к содержанию азота в почвах пригородных и городских экосистем Воронежского Прихоперья (%)

Эти данные показывают существенный крен в сторону наибольшего количества видов-эврибионтов, достигающих доли 56,0% в древесных насаждениях. Также достаточно велико количество видов – представителей нитрофильных полибионтов (25,0%). Доли теминитрофильных полибионтов и мезонитрофильных стенобионтов составляют 17,8 и 1,2%. Доминирование древесных эврибионтов к азотному режиму почв, в целом, свидетельствует о широком диапазоне экологической валентности к данному лимитирующему эдафическому фактору в районе исследований.

С учетом засушливости климата в летние периоды [2] необходимо проанализировать вектор адаптаций древесных растений к режиму увлажнения почв Воронежского Прихоперья. Данный фактор необходимо учитывать в первую очередь при планировании и реализации озеленительных мероприятий в городах, селах и на пригородных территориях, а также в лесокультурных, лесовосстановительных и лесоохранных работах.

На рисунке 2 содержатся данные о соотношении экологических групп древесных растений к данному средовому условию.

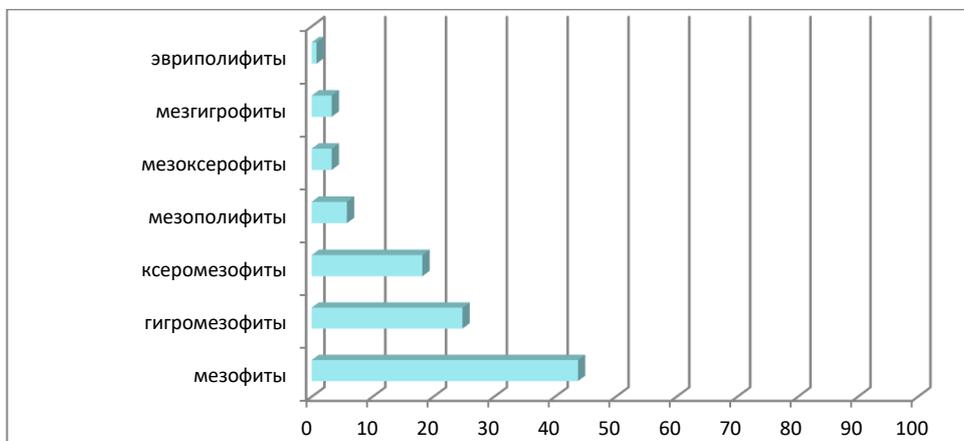


Рис. 2 Соотношение экологических групп древесных растений по отношению к увлажненности почв пригородных и городских экосистем Воронежского Прихоперья (%)

В наибольшей мере пригородные и городские экосистемы района исследований представлены мезофитами (43,8%), гигромезофитами (24,8%) и ксеромезофитами (18,2%). Эти значения свидетельствуют об относительной приспособленности древесных растений к режиму увлажнения почв.

Защеление почв также может лимитировать жизнедеятельность и онтогенез растений. Далее (рисунок 3) представлены данные о процентных долях видов в зависимости от пределов адаптации к кислотности почв.

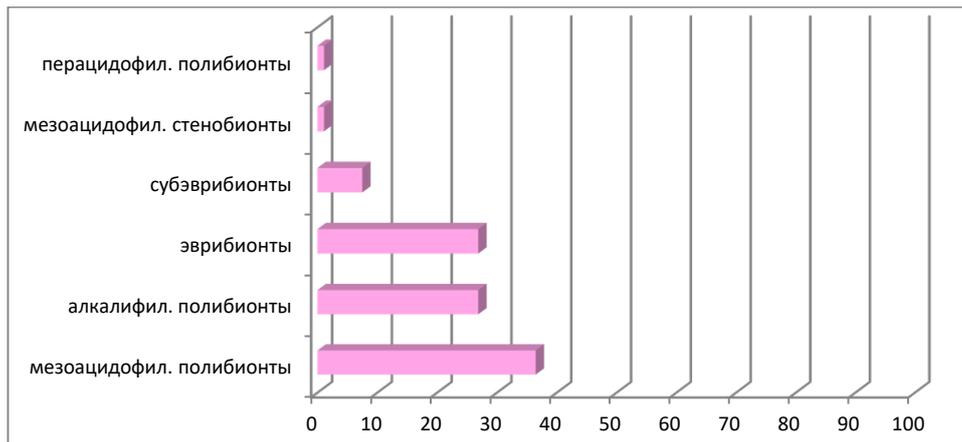


Рис. 3 Соотношение экологических групп древесных растений по отношению к кислотности почв пригородных и городских экосистем Воронежского Прихоперья (%)

В данном случае максимум по числу видов характерен экогруппе мезоацидофильных полибионтов (36,5%). Также достоверно значимо количество алкалифильных полибионтов (26,9%) и эврибионтов (26,9%).

Соотношение экогрупп древесных растений к лимитирующим почвенно-экологическим факторам свидетельствует об общем направлении их адаптаций, как на видовом, так и на надвидовом уровнях. Приоритетная значимость деревьев и кустарников заключена в формировании вертикальной и экологической структуры растительных сообществ на пригородных территориях, в городах и поселках рассматриваемого субрегиона. С одной стороны, видовой состав и также состав экологических групп древесных растений обусловлен предпочтениями озеленителей, с другой, – является отражением современного состава и структуры урбофитоценозов (нельзя исключать процессы постоянного внедрения адвентов, смены видового состава и этапов онтогенеза древесных растений, изменение лимитирующих средовых условий и ряд сопутствующих экоявлений). Собственно, во многом они и формируют фундамент растительных сообществ в экосистемах в пределах разных вариантов степных, луговостепных, лесостепных комплексов, а также природно-хозяйственных и искусственных экосистем в пригородах, городах и селах Воронежского Прихоперья. Процентные доли древесных растений в экогруппах демонстрируют экологические особенности мест произрастания в этом субрегионе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мильков Ф.Н., Михно В.Б., Поросенков Ю.В. География Воронежской области. Воронеж, 1992. 132 с.
2. Доклад о состоянии окружающей среды на территории Воронежской области в 2018 г. Воронеж, 2019. 240 с.

ОБРАЗОВАНИЕ И ОБРАЩЕНИЕ С ТКО НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

Соложенникова А.С., Сарбаева Е.В.

ФГБОУ РМЭ «Марийский Государственный университет»
424000, Республика Марий Эл, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 1
3020121@mail.ru

Обеспечение безопасности при образовании, размещении и любых других манипуляциях, связанных с твердыми коммунальными отходами (далее – ТКО) в городах Российской Федерации – одна из самых актуальных тем в настоящее время.

ТКО – это любые отходы, которые были образованы не только в ходе жизнедеятельности физических лиц, но также товары, утратившие свои свойства, пригодные для потребления и удовлетворения бытовых нужд [1].

Рост образования ТКО обуславливается миграцией населения «село-город», а также повышением уровня жизни граждан, при этом ежегодно растет количество образующихся отходов, на которые расходуются природные ресурсы, которые могли бы быть использованы вторично. Таким образом, отходы производства и потребления должны рассматриваться с точки зрения постоянно возобновляющейся ресурсно-сырьевой базы, которая в дальнейшем может составить основную часть развития экономики в обществе [2].

Для учета мест размещения отходов производства и потребления существует Государственный реестр объектов размещения отходов. Согласно данному реестру, на территории Республики Марий Эл имеется 20 объектов размещения отходов производства и потребления.

Также, на территории республики действует 1 завод по сортировке мусора, находится он в г. Йошкар-Ола. Данное предприятие обеспечивает сортировку мусора, выделяя полезные фракции, такие как

картон, металл, бумага, пластик и другое, остальной мусор поступает на прессование. Общее количество ТКО, поступающих на мусоросортировочный завод, можно увидеть в таблице 1.

Таблица

Сведения об объемах ТКО, поступающих на завод по сортировке мусора за 2013-2018 год

Год	Масса ТКО, тонн	Масса полученного вторсырья, тонн
2013	11000	1107,5
2014	17200	948,25
2015	23320	925,9
2016	25200	882,4
2017	29280	758,5
2018	36360	983,5

Можно отметить, что количество полученного сырья для дальнейшей переработки ничтожно мало по сравнению с общей массой ТКО, поступивших на мусоросортировочный завод (рис. 1). Это может говорить о том, что население крайне нерационально и неграмотно обращается с отходами производства и потребления.



Рис. 1. Соотношение массы ТКО, поступивших на мусоросортировочный завод, и массы полученного вторсырья за 2013-2018 год

В настоящее время Республика Марий Эл находится на этапе внедрения системы раздельного сбора мусора. Эта система предусмотрена и утверждена не только на региональном, но и государственном уровне. В странах Европы система раздельного сбора мусора действует давно и пользуется успехом среди населения.

В Марий Эл раздельный сбор отходов регулируется приказом Департамента экологической безопасности, природопользования и защиты населения РМЭ от 13.09.2016 №170 и Порядком сбора ТКО на территории РМЭ, согласно приказу Министерства строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства РМЭ от 1.06.2016 №246.

На территории городов РМЭ к настоящему времени установлено только около 100 специализированных контейнеров для сбора пластиковых отходов. Сбор опасных для населения отходов, таких как ртутные лампы (а также транспортировку) имеют право осуществлять исключительно те предприятия, которые имеют лицензию на манипуляции с таким видом отходов.

Для того, чтобы обеспечить население здоровой окружающей средой, создаются множество государственных программ и проектов. Так, в настоящее время на территории РМЭ в области обращения с отходами производства и потребления проведены мероприятия «Развитие системы обращения с отходами производства и потребления в Республике Марий Эл», которые относятся к одному из разделов государственной программы «Охрана окружающей среды, воспроизводство и использование природных ресурсов на 2013-2025 годы».

Отходы производства и потребления – это то, что человек производит в ходе своей жизнедеятельности, что можно отнести к неизбежному злу. Но не следует забывать, что отходы могут стать полезным сырьем, ценными ресурсами, а их вторичное использование в современном обществе – неотъемлемый элемент рационального природопользования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Приказ Департамента экологической безопасности, природопользования и защиты населения РМЭ от 13.09.2016 №170;
2. Приказ Министерства строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства РМЭ от 1.06.2016 №246;
3. Доклад об экологической ситуации в Республике Марий Эл за 2018 год. Ижевск: / ООО «Принт», 2019. – 190с.;
4. Мочалова Л.А., Гриненко Д.А., Юрак В.В. Система обращения с твердыми коммунальным отходами: зарубежный и

отечественный опыт // Известия УГГУ. 2017. Вып. 3(47). С. 97-101.

К РАЗРАБОТКЕ ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ СТЕПЕНИ УРБАНИЗАЦИИ ПО ПАРАМЕТРАМ ПОЛОВОГО ДИМОРФИЗМА (НА ПРИМЕРЕ ЖУКОВ-ЖУЖЕЛИЦ)

Суходольская Р.А.¹, Еремеева Н.И.², Савельев А.А.³

¹Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан, Казань. ra5suh@rambler.ru

²ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», Кемерово. neremeeva@mail.ru

³Казанский (Поволжский) Федеральный университет, Казань. anatoly.saveliev.aka.saa@gmail.com

Урбанизация – одна из наиболее разрушительных форм землепользования и ее влияние на экологические сообщества будет увеличиваться, поскольку человечество продолжает стремиться к жизни в городах. Принимая во внимание мириады изменений в окружающей среде городов и их магнитуду в разных городах, неудивительно, что реакция биоты на урбанизацию неоднозначна. Градиенты урбанизации, обычно распространяющиеся от естественных территорий вокруг городов к сильно застроенному городскому центру, являются предметом изучения урбанистической экологии уже многие годы [1]. Значительное место в них занимают исследования сообществ жужелиц (Coleoptera, Carabidae), признанных биоиндикаторов среды обитания [2]. Работ, посвященных функциональным признакам жужелиц в градиенте урбанизации практически нет, хотя известно, что внутривидовая изменчивость признака все чаще определяется как основной фактор сосуществования видов и их устойчивость в меняющемся мире [3-5]. В одной из публикаций на эту тему, где исследовалась изменчивость размеров жуков, отмечается, что реакция жужелиц на урбанизацию видоспецифична [6]. Безусловным плюсом работы можно считать то, что в ней задействован материал, набранный в нескольких регионах и нескольких городах, и выводы сделаны по результатам линейных моделей, определяющих влияние факторов урбанизации на изменчивость размеров. Такой подход предпринят и в настоящей работе, целью которой было определение изменчивости полового диморфизма по размерам (ПД) в популяциях жужелицы *Pterostichus niger* Schaller, 1783, обитающих при разной степени урбанизации. Направленность ПД у *P. niger* была определена нами раньше [7]: у него самки по всем признакам больше самцов. В ходе работы мы попытались ответить на следующие вопросы:

1. Следует ли *P. niger* правилу Ренша, которое гласит, что у видов, где самки больше самцов, ПД с увеличением размеров должен уменьшаться.
2. Как меняется значение ПД при действии урбанизации разной степени, то есть при обитании популяций в условиях городов, пригородов и естественных биотопов.

Материал и методика. *Pterostichus niger* - крупный жук, до 15-20 мм в длину. Одноцветный, черный, реже бурый. Массовый и широко распространенный вид, зоофаг, обитатель поверхностного слоя почвы.

Выборки жуков были взяты из разных частей ареала. В целом было измерено более тысячи особей. Измерение животных производилось вручную при помощи самописной программы на Python 2.7 с использованием библиотек numpy и openCV. Исходный код и инструкции доступны под пермиссивной лицензией MIT. Фотографии животных были получены при помощи камеры Nikon D5100 с рассеивателем света вспышки. Жуков обмеряли по шести мерным признакам. Величину ПД оценивали согласно принятым в мировой практике методикам: ПД = (среднее значение признака самок/среднее значение признака самцов) – 1. Скейлинг ПД по размерам тела проводился с использованием моделей регрессии II типа.

Результаты и обсуждение. Значения ПД по длине надкрылий (признаку, во многом определяющему общую длину тела) при разной степени урбанизации колебались в пределах 1.04 – 1.16 и никогда не были отрицательны. Другими словами, в градиенте урбанизации самки *P. niger* всегда больше самцов. Однако ПД изменчив в градиенте урбанизации: в городах ПД=1.08, пригородах – 1.05, естественных биотопах – 1.04, и первое значение отличается от последующих двух статистически значимо. Эти результаты согласуются с теорией В. Геодакяна [8], которая прогнозирует увеличение ПД в относительно суровых условиях среды. Если же обратиться к анализу результатов регрессионных моделей, то можно отметить следующее. В выборках из естественных биотопов константы моделей статистически не значимы (за исключением признака «Длина головы»), что говорит о том, что самки и самцы естественных биотопов практически одинаковы по размерам шести признаков. В выборках из пригородов регистрируются уже 5 значимых констант моделей, причем две из них отрицательны: по признакам ширины надкрылий и переднеспинки самцы *P. niger* больше самок. Реверсия ПД и расширение габитуса самцов свидетельствуют о нарастающем влиянии урбанизации. Эти результаты согласуются с ранее выдвинутом постулате, что в суровых условиях среды габитус жуков расширяется [9]. В выборках жуков из городов эта тенденция также выражена. Иллюстрацией различий в значениях ПД по признаку «Длина надкрылий» служит рис., на котором метки, кодирующие городские биотопы расположены заметно дальше от базовой кривой, обозначающей среднее значение регрессии для *P. niger* в целом. Учитывая то, что подобные результаты были получены и в отношении другого, близкого к *P. niger*, вида жужелиц [10], можно заключить, что оценка ПД в популяциях жужелиц может служить инструментом оценки качества среды.

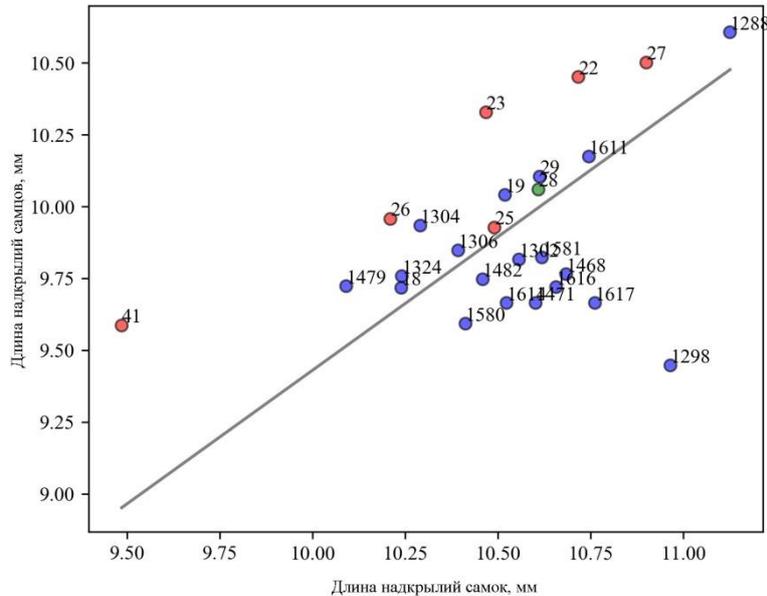


Рис. Результаты редуцированной модели регрессии II типа в популяциях *P. niger*
 ◦ городские биотопы, ◐ естественные биотопы. Нумерация точек соответствует выборкам в базе данных.

Заключение. Жужелица *P. niger* следует обратному правилу Ренша (как и многие таксоны артропод), то есть с увеличением размеров жуков ПД не увеличивается. При этом последний последовательно увеличивается в градиенте урбанизации – от популяций естественных биотопов к таковым города.

ЛИТЕРАТУРА

- McDonnell M. J., Pickett S. T. A., Groffman P., Bohlen P., Pouyat R. V., Zipperer W. C., Parmelee R. W., Carreiro M. M., Medley K. Ecosystem processes along an urban-to-rural gradient // *Urban Ecosystems*. 1997. V. 1. P. 21–36.
- Koivula M.J. Useful model organisms, indicators, or both? Ground beetles (Coleoptera, Carabidae) reflecting environmental conditions. In: Kotze DJ, Assmann T, Noordijk J, Turin H, Vermeulen R (Eds) *Carabid Beetles as Bioindicators: Biogeographical, Ecological and Environmental Studies*. 2011. *ZooKeys*. V. 100. P. 287–317. doi: 10.3897/zookeys.100.1533
- Butler E. E., Datta A., Flores-Moreno H., Chen M., Wythers K. R., Fazayeli, F., Reich, P. B. Mapping local and global variability in plant trait distributions // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2017. V. 114(51). P. E10937–E10946.
- Shipley, B., De Bello, F., Cornelissen, J. H. C., Laliberté, E., Laughlin, D. C., & Reich, P. B. Reinforcing loose foundation stones in trait-based plant ecology // *Oecologia*. 2016. V. 180(4). P. 923–931.
- Violle, C., Enquist, B. J., McGill, B. J., Jiang, L., Albert, C. H., Hulshof, C., Messier J. The return of the variance: Intraspecific variability in community ecology // *Trends in Ecology & Evolution*. 2012. V. 27(4). P. 244–252. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2011.11.014>
- Sukhodolskaya R.A. Intraspecific body size variation in Ground Beetles (Coleoptera, Carabidae) in urban-suburban-rural-natural gradient // *Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis*. 2013. V. 13, Is. 1. P. 121 – 128.
- Sukhodolskaya R. A., Saveliev A. A., Muhammetnabiev T. R. Sexual Dimorphism of Insects and Conditions of Its Manifestation // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2016. V. 7(2). P. 1992 – 2001.
- Геодакян В.А. Эволюционная теория пола // *Природа*. 1991. № 8. С.60-69
- Гринько Р.А. Экологическая структура популяций жужелиц зональных и интразональных экосистем при разной степени их изоляции. Дисс. ... канд. биол. наук. 2002. Н. Новгород. 50 с.
- Суходольская Р.А., Савельев А.А. Влияние урбанизации на изменчивость полового диморфизма жужелицы *Pterostichus melanarius* // *Экология и эволюция: новые горизонты*. 2019. С. 205 – 207

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ ИЗ СКВАЖИН ПО ХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ В ЗВЕНИГОВСКОМ РАЙОНЕ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

Федоров А.С., Скочилова Е.А.

Марийский государственный университет, 424000, Республика Марий Эл г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 1
fas2502@bk.ru

Источники питьевого водоснабжения имеют важнейшее значение для социально-экономического развития страны. В России одной из основных и достаточно острых проблем является доступность для населения качественной питьевой воды [1]. Подземные воды, которые использует человек в процессе своей жизнедеятельности, сильно подвержены загрязнению. Для оценки состояния качества воды проводят химический анализ. Он показывает содержание различных элементов и их концентрацию.

Целью работы является изучение и оценка качества скважинных вод по некоторым химическим показателям. Объектом исследования являлись пробы воды, взятые из скважин д. Малый Кожвож и с. Кузьмара, расположенные на территории Звениговского района Республики Марий Эл. Данные скважины

являются нецентрализованным источником водоснабжения. При оценке качественного состава воды из скважин были использованы данные анализов, проведенных в ГУП ТЦ «Маргеомониторинг» в летний период времени (июнь-июль месяц, 2019 год). Пробы воды были взяты из скважин глубиной 8-10 м. Отбор проб произведен в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51592-2000 «Вода. Общие требования к отбору проб», ГОСТ Р 53415-2009 (ИСО 19458:2006). В качестве тары была использована пластиковая бутылка, объемом 5 л.

Проведен анализ на содержание следующих химических элементов: азот аммонийный, хлориды и железо общее. Для определения массовой концентрации ионов азота аммонийного был использован фотометрический метод с реактивом Несслера. Фотометрический метод определения массовой концентрации ионов аммония основан на взаимодействии NH_4^+ - ионов с тетраиодомеркуратом калия в щелочной среде $\text{K}_2\text{HgI}_4 + \text{KOH}$ (реактив Несслера) с образованием жёлто-коричневой, нерастворимой в воде соли основания Миллона $[\text{Hg}_2\text{N}]\cdot\text{H}_2\text{O}$, переходящей в коллоидную форму при малых содержаниях NH_4^+ -ионов [2].

Определение хлоридов производили титриметрическим методом. Метод основан на осаждении хлор-иона в нейтральной или слабощелочной среде азотнокислым серебром в присутствии хромовокислого калия в качестве индикатора. После осаждения хлорида серебра в точке эквивалентности образуется хромовокислое серебро, при этом желтая окраска раствора переходит в оранжево - желтую. Точность метода 1 - 3 мг/дм³ [3].

Для того чтобы узнать концентрацию железа общего в питьевой воде из скважин использовали фотометрический метод с использованием сульфосалициловой кислоты. Метод основан на взаимодействии ионов железа в щелочной среде с сульфосалициловой кислотой с образованием окрашенного в желтый цвет комплексного соединения. Интенсивность окраски, пропорциональную массовой концентрации железа, измеряют при длине волны 400-430 нм [4].

Химические показатели определяют соответствие содержания загрязняющих веществ в природной воде с нормативами (предельно допустимыми концентрациями, ПДК). Эти показатели позволяют определить интенсивность антропогенного воздействия конкретного загрязняющего вещества на источник водоснабжения.

Исследования проб воды, взятой из скважин с. Кужмара и д. Малый Кожвож для анализа на содержание массовой концентрации азота аммонийного, показаны на рисунке 1.

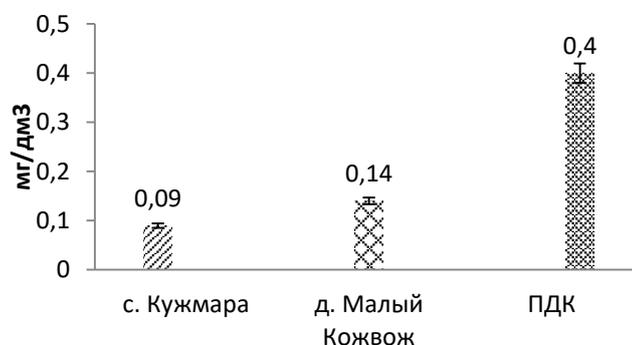


Рис. 1. Содержание массовой концентрации азота аммонийного в пробах воды из скважин с. Кужмара и д. Малый Кожвож

Содержание азота аммонийного в пробе воды из скважины с. Кужмара составило 0,09 мг/дм³, а в воде из д. Малый Кожвож этот показатель равен 0,14 мг/дм³. Обе пробы не превышают предельно допустимую концентрацию, которая составляет 0,4 мг/дм³. Вода из скважины с. Кужмара ниже норматива в 4,44 раза, а из д. Малый Кожвож – в 2,86 раза. Результаты исследований воды показали, что питьевая вода по показателю азота аммонийного соответствует нормам.

Анализ воды по содержанию хлоридов в воде из скважин представлен на рисунке 2.



Рис.2. Содержание хлоридов в воде из скважин с. Кужмара и д. Малый Кожвож

Содержание хлоридов в пробе воды из скважины с. Кужмара составило 27 мг/дм³, что меньше предельно допустимой концентрации, которая равняется 350 мг/дм³, в 12,96 раза. Показатель воды из д. Малый Кожвож равен 21 мг/дм³, что также ниже уровня ПДК в 16,66 раза.

Исследование проб воды, взятой из скважин на содержание железа общего, представлено на рисунке 3.

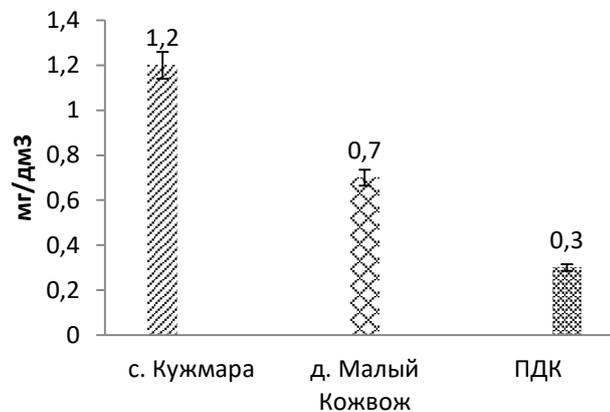


Рис. 3. Содержание железа общего в пробах воды с. Кужмара и д. Малый Кожвож

Результаты данных рисунка показали, что уровень содержания железа общего в пробе воды, взятой из скважины с. Кужмара, равен 1,2 мг/дм³, что выше предельно допустимой концентрации в 4 раза. В воде из д. Малый Кожвож также зафиксировано превышение (выше ПДК в 2,33 раза). Питьевая вода из обеих скважин по этому показателю не пригодна для использования в питьевых целях. В пробах воды из скважин с. Кужмара содержание железа общего в 1,7 раза больше, по сравнению с д. Малый Кожвож.

Таким образом, результаты исследования показали, что в пробах воды из нецентрализованных источников, расположенных на территории с. Кужмара и д. Малый Кожвож Звениговского района, обнаружено превышение предельно-допустимой концентрации по содержанию железа общего. Тогда как количество хлоридов и азота аммонийного в пробах воды из скважин находится в пределах нормы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рахманин Ю.А., Михайлова Р.И., Кирьянова Л.Ф. Актуальные проблемы обеспечения населения доброкачественной питьевой водой и пути их решения. Вестник Российской АМН. 2006. № 4. С. 9-17.
2. ПНД Ф 14.1:2:4.262-10 (фр.1.31.2010.07603). Методика измерений массовой концентрации ионов аммония в питьевых, поверхностных (в том числе морских) и сточных водах фотометрическим методом с реактивом Несслера.
3. ГОСТ 4245-72. Определение содержания хлор-иона титрованием азотнокислым серебром.
4. ГОСТ 4011-72. Вода питьевая. Методы измерения массовой концентрации общего железа (с Изменениями N 1, 2).

МЕДИЦИНА

ОЦЕНКА ВЕЛИЧИН НЕКОТОРЫХ БИОХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КРОВИ И МОЧИ У БОЛЬНЫХ С ПОЧЕЧНОЙ ПАТОЛОГИЕЙ

Кудрявцева М.М.¹, Дробот Г.П.²

1 — Республиканская клиническая больница, Йошкар-Ола

2 — Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
droga59@mail.ru

В настоящее время мировое сообщество столкнулось с глобальной проблемой, имеющей не только медицинское, но и большое социально-экономическое значение – «эпидемией хронических болезней». Хронические заболевания почек занимают особое место, так как они имеют широкое распространение, связаны с резким ухудшением качества жизни, высокой смертностью и в терминальной стадии приводят к необходимости использования дорогостоящих методов заместительной терапии – диализа и пересадки почки [1]. Это свидетельствует о необходимости проведения ранней диагностики заболеваний почек.

Цель работы – изучить величины некоторых биохимических показателей сыворотки крови и мочи у больных с различными почечными патологиями. Для достижения цели были поставлены следующие задачи: 1. Оценить концентрацию мочевины (ммоль/л) и креатинина (мкмоль/л) в сыворотке крови, скорость клубочковой фильтрации (мл/мин) и концентрацию креатинина в моче (мкмоль/л), канальцевую реабсорбцию (%) у больных с хроническим гломерулонефритом (ХГ), хроническим пиелонефритом (ХП) и хронической болезнью почек (ХБП). 2. По комплексу изучаемых признаков провести дискриминацию (распределение на группы) больных с разными хроническими патологиями. 3. Установить возможную взаимосвязь между значениями изучаемых параметров при конкретных патологиях.

Объектами исследования служили сыворотка крови и моча пациентов с почечными заболеваниями (39 человек, лица мужского и женского пола, в возрасте от 30 до 69 лет). Исследования проведены на автоматическом биохимическом анализаторе Sapphire 400 (Япония) и на полуавтоматическом биохимическом анализаторе Clima MC-15. Для статистической обработки результатов использовалась компьютерная программа Statistica 6.0, критерий Краскела-Уоллиса. Оценку величин показателей проводили по медианам. Достоверно различимыми считались значения при $p < 0,05$. Для распределения больных на группы прибегали к дискриминантному анализу и методу главных компонент. Корреляционный анализ проводили с использованием коэффициента корреляции Спирмена.

Исследования показали наличие различий между группами больных с разными диагнозами по показателям: креатинин крови, скорость клубочковой фильтрации, креатинин крови 2 (повторно взятый анализ крови после лечения) ($p=0,0001$; $p=0,0052$; $p=0,004$; $p=10-6$, соответственно). Значение креатинина в сыворотке крови у больных ХГ и ХБП значительно выше верхней границы референсного интервала (♀ 53-97 мкмоль/л; ♂ 62-115 мкмоль/л), в то время как у больных ХП величина данного показателя находится в пределах допустимых значений. Увеличение значения данного параметра может свидетельствовать о снижении скорости клубочковой фильтрации [2].

Скорость клубочковой фильтрации у пациентов всех групп оказалась ниже уровня референсного интервала (< 90 мл/мин). При этом у больных ХГ и ХБП величина данного показателя меньше, чем у больных ХП. Уменьшение значений данного показателя может свидетельствовать о нарушении функций почек [3; 4].

Величина показателя креатинин крови 2 (повторно взятой после лечения) у больных ХГ и ХБП значительно выше верхней границы референсного интервала (♀ 53-97 мкмоль/л; ♂ 62-115 мкмоль/л), а у больных ХП она находится в пределах допустимых значений. Увеличение значений данного параметра в сыворотке крови после лечения может свидетельствовать о серьезных поражениях значительной части нефронов и снижении скорости клубочковой фильтрации [2].

Согласно данным научной литературы [5], на ранних стадиях болезни креатинин не является чувствительным показателем фильтрационной способности почек и может оставаться в пределах референсного интервала, поэтому важно использовать одновременно определение мочевины в сыворотке крови. Однако по показателям креатинин мочи, суточный диурез и мочевина сыворотки крови статистических различий не выявлено ($p=0,61$; $p=0,214$; $p=0,880$, соответственно).

В ходе дискриминантного анализа было установлено, что значимыми являются величины показателей скорость клубочковой фильтрации и суточный диурез ($p=0,002$; $p=0,005$, соответственно). По этим признакам произошло разделение пациентов с ХП (80% достоверности), ХБП (50% достоверности), ХГ (25% достоверности), однако средний уровень значимости составил всего 56%. Для более четкого разделения пациентов на группы применили метод главных компонент. Оказалось, что по совокупности изученных параметров функциональной почечной пробы строго можно выделить только группу больных хрониче-

ским пиелонефритом. Больные хроническим гломерулонефритом и хронической болезнью почек по совокупности величин изученных показателей в действительности мало различаются.

На заключительном этапе исследования определяли возможные функциональные связи между величинами изученных параметров больных с разными почечными патологиями.

При корреляционном анализе показателей функциональной пробы почек и уровня мочевины среди пациентов с хроническим гломерулонефритом выявлено 6 взаимосвязей: уровень креатинина крови отрицательно коррелировал со скоростью клубочковой фильтрации ($R_s = -0,88$; $p = 0,004$), с канальцевой реабсорбцией ($R_s = -0,83$; $p = 0,01$) и положительно – с креатинином крови 2 ($R_s = 0,93$; $p = 0,001$). Эти три типа взаимосвязи являются сильными. Показатель СКФ также сильно положительно скоррелирован с показателем канальцевой реабсорбции ($R_s = 0,81$; $p = 0,015$) и отрицательно с показателем креатинина крови 2 ($R_s = -0,86$; $p = 0,007$). Показатель канальцевой реабсорбции отрицательно скоррелирован с показателем креатинина крови 2 ($R_s = -0,93$; $p = 0,001$).

При корреляционном анализе параметров функциональной пробы почек и уровня мочевины у пациентов с хронической болезнью почек было выявлено 7 взаимосвязей: уровень креатинина крови сильно отрицательно коррелировал со скоростью клубочковой фильтрации ($R_s = -0,83$; $p = 10^{-6}$), канальцевой реабсорбцией ($R_s = -0,86$; $p = 10^{-6}$), а с креатинином крови 2 – корреляция положительная ($R_s = 0,98$; $p = 10^{-6}$). Креатинин мочи умеренно положительно скоррелирован с показателем канальцевая реабсорбция ($R_s = 0,57$; $p = 0,020$). СКФ положительно скоррелирована с показателем канальцевая реабсорбция ($R_s = 0,77$; $p = 0,001$) и сильно отрицательно с показателем креатинина крови 2 ($R_s = -0,87$; $p = 10^{-6}$). Показатель канальцевой реабсорбции сильно отрицательно скоррелирован с показателем креатинина крови 2 ($R_s = -0,85$; $p = 10^{-6}$).

Таким образом, у больных с хроническим гломерулонефритом и больных с хронической болезнью почек наблюдается практически одинаковое корреляционное поле. Исключение составляет связь между креатинином мочи и канальцевой реабсорбцией, которая имеет место только у больных с ХБП.

При корреляционном анализе показателей функциональной пробы почек и уровня мочевины среди пациентов с хроническим пиелонефритом были выявлены только четыре вида взаимосвязи: уровень креатинина крови положительно коррелировал с креатинином крови 2, взаимосвязь сильная ($R_s = 0,82$; $p = 10^{-6}$). Креатинин мочи положительно скоррелирован с канальцевой реабсорбцией, связь высокой силы ($R_s = 0,85$; $p = 10^{-6}$), и отрицательно с показателем суточного диуреза, умеренная связь ($R_s = -0,68$; $p = 0,005$). Показатель канальцевой реабсорбции сильно отрицательно скоррелирован с показателем суточного диуреза ($R_s = -0,89$; $p = 10^{-6}$).

Проведенный анализ показал, что корреляционное поле функциональных взаимосвязей между величинами изучаемых параметров у больных ХП отличается от такового двух других изученных почечных заболеваний (ХГ и ХБП). У больных хроническим пиелонефритом в корреляционном поле, появляются новые связи, а старые исчезают, следовательно, можно предположить, что в организме этих больных происходят функциональные перестройки. Полученные результаты могут свидетельствовать о развитии дополнительных нарушений в организме больных ХП.

Таким образом, значения изученных показателей больных хроническим гломерулонефритом и хронической болезнью почек отличаются от таковых у больных хроническим пиелонефритом и, как правило, находятся за пределами референсных интервалов. Установленное отклонение от верхних границ референсного интервала величины показателя повторного креатинина у больных хроническим гломерулонефритом и хронической болезнью почек соответствует выявленному снижению скорости клубочковой фильтрации и может свидетельствовать о серьезных поражениях значительной части нефронов. Дискриминантный анализ не позволил разделить больных по заболеваниям, однако метод главных компонент по совокупности изученных признаков из всех обследованных больных выделил группу с хроническим пиелонефритом, пациенты которой характеризуются отличными от пациентов с хроническим гломерулонефритом и хронической болезнью почек величинами показателей функциональной пробы почек и мочевины сыворотки крови. Для больных хроническим пиелонефритом, в отличие от других наблюдаемых групп пациентов, установлено своеобразное корреляционное поле, характеризующееся определенным набором функциональных связей. Это поле содержит совершенно новые связи, что говорит о функциональных перестройках организма больных хроническим пиелонефритом и может свидетельствовать о развитии у них дополнительных нарушений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Смирнов А.В., Добронравов В.А., Каюков И.Г. [и др.] Эпидемиология и социально-экономические аспекты хронической болезни почек // Нефрология. 2006. Т. 10. № 1. С.7-13.
2. Клиническая лабораторная диагностика: национальное руководство: в 2 т. – Т.1. / под ред. В. В. Долгова, В. В. Миншикова. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. 928 с.
3. Нефрология. Национальное руководство / под ред. Н.А. Мухина М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. 720 с.

4. Смирнов А.В., Добронравов В.А., Каюков И.Г. [и др.] Рекомендации Научно-исследовательского института нефрологии Санкт-Петербургского государственного медицинского университета им. акад. И.П. Павлова: определение, классификация, диагностика и основные направления профилактики хронической болезни почек у взрослых. СПб: Левша, 2008. 51 с.

5. Кучер А.Г., Каюков И.Г. Некоторые проблемы диагностики хронического пиелонефрита // Нефрология. 2005. Т. 9. № 4. С. 108-110.4. Johnson P. T., Lunde K. B., Ritchie E. G., Launer A. E. The effect of trematode infection on amphibian limb development and survivorship // Science. 1999. Vol. 284 (5415). P. 802–804.

МОЛЕКУЛЯРНЫЕ АСПЕКТЫ БОЛЕЗНИ АЛЬЦГЕЙМЕРА

Самигуллина К.И., Попова О.В.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
ildarovna_karima0000@mal.ru

Болезнь Альцгеймера представляет собой наиболее распространенную форму деменции среди пожилых людей. Основные клинические симптомы заболевания на начальных стадиях включают, прежде всего, нарушение памяти, особенно потерю информации о недавних событиях. На более поздних стадиях помимо серьезного ухудшения памяти и практической неспособности к обучению добавляются эмоциональные расстройства, дефектность речи, снижается интеллект, происходит общая деградация личности. В конечном итоге пациент не может справляться даже с самыми простыми задачами, такими как поддержание личной гигиены, не может себя обслуживать и становится полностью социально зависимым. [1,2,4] Основным фактором риска развития деменции является возраст. Так известно, что каждые 5 лет после 65-летнего возраста риск развития болезни Альцгеймера удваивается. Выделяют две формы заболевания. Около 5% случаев приходится на наследственную форму болезни Альцгеймера, которая развивается в более раннем возрасте – чаще до 40-50 лет. А 95% всех случаев заболевания приходится на спорадическую форму, которая, как известно, развивается после 65 лет. [1,4]

Согласно современным представлениям болезнь Альцгеймера является протеинопатией, развивающейся вследствие нарушения метаболизма белка — предшественника амилоида и тау-белка. [3,4] Ключевыми патологическими признаками болезни Альцгеймера становятся накопление нейротоксических форм пептида бета-амилоида (amyloid beta, A β), приводящее к образованию амилоидных бляшек, гиперфосфорилирование тау-белка и формирование нейрофибриллярных клубков. Как следствие этого развивается синаптическая недостаточность, происходит гибель нейронов, развивается воспаление, митохондриальная дисфункция и окислительный стресс. [1]

Активные мировые исследования патогенеза болезни Альцгеймера в последние 20 лет позволили сформулировать несколько гипотез этиологии данного заболевания. Кроме того, были определены генетические факторы риска развития заболевания. Несмотря на это, конкретные молекулярно-генетические механизмы заболевания остаются не до конца ясными.

Какую роль в патогенезе заболевания играет бета-амилоид (A β)? Бета-амилоид, являющийся основным белковым компонентом сенильных бляшек, образуется в результате протеолиза белка-предшественника амилоида (APP, Amyloid Precursor Protein). APP относится к трансмембранным белкам 1-го типа. С-конец погружен в клеточную мембрану. Процессинг APP может протекать двумя различными путями. Так, неамилоидогенное расщепление происходит в нейронах при участии белков семейства α -секретаз. Основным ферментом с α -секретазной активностью является белок ADAM10 (A Disintegrin And Metalloproteinase domain 10). Это металлопротеаза, играющая важную роль в воспалении, онкологических заболеваниях и нейропротекции. Ассоциированная с мембраной α -секретеза расщепляет APP внутри A β -домена в области между 16 и 17 аминокислотными остатками, тем самым предотвращая образование A β . Вместо этого образуется растворимая N-часть APP (APPs α) и C-концевой фрагмент, состоящий из 83 аминокислотных остатков (C38). C38-фрагмент может подвергаться дальнейшему расщеплению γ -секретазой с высвобождением р3-пептида, который считается неамилоидогенным, хотя и откладывается в диффузных бляшках. [4]

При амилоидогенном типе APP проходит две последовательные эндопротеолитические стадии, осуществляемые β - и γ -секретазой. β -секретеза (BACE1) расщепляет APP в области N-конца. В результате образуется более короткий растворимый N-конец (sAPP β) и амилоидогенный C-концевой фрагмент протяженностью 99 аминокислотных остатков. Дальнейшее расщепление фрагмента C99 γ -секретазой высвобождает A β и C-концевой участок из 50 аминокислот, который известен как внутриклеточный домен белка APP (AICD). Под действием γ -секретазы могут образовываться амилоидные пептиды различной длины. Секретазы α и β функционируют независимо, а ингибирование одного из путей протеолиза не оказывает влияния на другой. [4]

Считается, что образование A β является нормальным физиологическим процессом, а амилоидогенный путь расщепления белка APP более выражен в культурах клеток нейронов. Функция белка APP остается до конца не ясной. Так, у генетически модифицированных мышей, из генома которых удален ген APP, были выявлены лишь незначительные неврологические нарушения. [4]

Также выделяют и роль тау-белка в развитии болезни Альцгеймера. Какую именно? Нейрофибрилярные клубки представляют собой нитевидные включения, которые накапливаются в значительном числе нейронов мозга пациентов с болезнью Альцгеймера. Данные патогистологические структуры так же встречаются и при других нейродегенеративных расстройствах, включая фронтотемпоральную деменцию с паркинсонизмом, сцепленную с 17-ой хромосомой, болезнь Пика, прогрессивный супрануклеарный паралич и кортикобазальную дегенерацию. Главным компонентом нейрофибрилярных клубков является тау-белок, связанный с микротрубочками. В нормальном состоянии тау представляет собой растворимый белок, который способствует сборке и стабилизации микротрубочек. При гиперфосфорилировании он переходит в патологическое состояние с последующим формированием нитевидных структур, и уже проявляет низкое сродство к микротрубочкам. В результате альтернативного сплайсинга в мозге взрослого человека образуются шесть основных изоформ данного белка. Как было определено, ген, кодирующий тау, генетически не ассоциирован с болезнью Альцгеймера, а тау-патология в каскаде процессов нейродегенерации находится после развития амилоидоза мозга. Не смотря на всё это, нейродегенерация, вызванная дисфункцией тау-белка, может играть центральную роль при болезни Альцгеймера. Предполагается, что патология тау может быть вызвана различными механизмами. Среди них как зависящие от Аβ, так и не зависящие от нарушения процессинга APP. [4]

В последние годы была выдвинута новая теория о возможности прямого участия бактерий в патогенезе болезни Альцгеймера. Данная теория основана на одной из ключевых ролей бактерии *Porphyromonas gingivalis* в патогенезе рассматриваемого заболевания. Согласно этой теории, бактерии в головном мозге не являются результатом болезни Альцгеймера, но они могут быть ее причиной. Что касается того, как *P. gingivalis* может вызвать деменцию после ее поступления в мозг - есть две вероятные возможности. Во-первых, бактерии могут вызвать высвобождение амилоида, запускающее гибель нейронов. Ну а во-вторых, *P. gingivalis* может непосредственно повреждать головной мозг. Тот факт, что болезнь Альцгеймера связана с воспалением, чрезмерной иммунной реакцией, которая заканчивается гибелью нейронов вместо их защиты подкрепляет эту теорию. Как известно, *P. gingivalis* вызывает воспаление в ткани десен. Это также может происходить и в головном мозге. [5]

Какова же надежда на лечение в контексте бактериальной теории? Скорость, с которой накапливаются повреждения, является ключевым фактором в прогрессировании болезни. Хотя у многих людей в ротовой полости обнаруживается *P. gingivalis*, только у некоторых развивается болезнь Альцгеймера. Это сопряжено с тем, что могут пройти десятилетия, прежде чем появятся симптомы болезни Альцгеймера. Независимо от того, происходят ли у таких людей повреждения характерные для заболевания, они могут умирать раньше от других причин еще до того, как разовьется выраженная симптоматика. Подтверждение бактериальной теории болезни Альцгеймера позволит разработать и эффективное лечение данного заболевания. Есть шансы, что испытываемые на сегодняшний день молекулы-блокаторы *P. gingivalis* помогут остановить или даже обратить вспять и болезнь Альцгеймера. Так было обнаружено, что введение этих блокаторов некоторым мышам с *P. gingivalis* уменьшило заражение мозга, остановило выработку амилоида, уменьшило воспаление мозга и даже спасло поврежденные нейроны. [5]

Болезнь Альцгеймера в настоящее время является одной из самых распространенных и серьезных нейродегенеративных патологий среди людей во всем мире вне зависимости от расовой или культурной принадлежности. Узнавая все новые аспекты ее патогенеза, ученые стремятся к созданию эффективных методов терапии. Вероятно, опираясь только на весь комплекс данных о молекулярных механизмах развития заболевания, удастся добиться успеха в его лечении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стефатова Н.А., Колосова Н.Г. Эволюция представлений о патогенезе болезни Альцгеймера // Вестник московского университета. - М.: Изд-во московского ун-та, серия 16, Биология, 2016. - С.6-13
2. Thies W, Bleiler L. Alzheimer's disease facts and figures // *Alzheimers Dement.*, 9, 2, 2013. - PP.208-245.
3. Walker L.C., Diamond M.I., Duff K.E., Hyman B.T. Mechanisms of protein seeding in neurodegenerative diseases // *JAMA Neurol*, 70, 3, 2013.- PP.304-310.
4. Кухарский М.С., Овчинников Р.К., Бачурин С.О. Молекулярные аспекты патогенеза и современные подходы к фармакологической коррекции болезни Альцгеймера // *Журнал неврологии и психиатрии*. - М.: Изд-во Медиа Сфера, 6, 2015. - С.103-114
5. Mackenzie D. We may finally know what causes Alzheimer's – and how to stop it // *The daily newsletter «New scientist»*, 2019.- PP.2-5

МЕТОДЫ КОРРЕКЦИИ ЗАИКАНИЯ

Большакова Г.А., Кириллов Н.А.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
kna27zergut@mail.ru

Одним из наиболее распространенных речевых расстройств является заикание, которое создает у заикающегося человека психологические проблемы в виде появления коммуникативных барьеров и снижения

самооценки. По данным всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) данная проблема присуща более чем трем миллионам человек, причем среди мужчин она встречается в 4 раза чаще, чем среди женщин и в 90-95 % случаях наблюдается у детей от двух до семи лет [4], хотя рецидивы заикания появляются и у подростков в 15-17-летнем возрасте [1-7].

В России нарушением речи страдает от 1,5 до 2,2% населения, что намного выше, чем в Америке и в других экономически развитых странах мира (например, в Америке – около 1%) [3]. Такой высокий процент людей, страдающих заиканием, ученые связывают с частыми неврозами. Отсутствие эффективных способов лечения или коррекции заикания подтверждает актуальность данной проблемы.

В связи с вышесказанным, целью данного исследования явилось описание семиотики заикания и поиск путей его коррекции.

Согласно международной классификации болезней (МКБ-10) заикание входит в группу эмоциональных расстройств и расстройств поведения, которое характеризуется как «... частое повторение или пролонгирование звуков, слогов или слов либо частыми запинаниями или паузами, разрывающее ритмичное течение речи». Таким образом, заикание классифицируется как расстройство только в том случае, если оно заметно нарушает течение речи.

Следует отметить, что заикание является предметом изучения врачей в течение тысячелетий, но до сих пор механизмы возникновения и прогрессирования заболевания не изучены и не объяснены до конца.

Сегодня принято выделять четыре подхода в объяснении механизмов и выявления причин заикания. Так, с точки зрения нейропсихологов, заикание рассматривается в виде сложного невротического расстройства, вызванного ошибкой нервных процессов в коре головного мозга, нарушением корково-подкоркового взаимодействия, расстройством единого авторегулируемого темпа речевых движений (голова, дыхания, артикуляции).

Заикание также трактуется в виде невротического расстройства, сформированного в результате зафиксированного рефлекса неправильной речи, первоначально возникшей из-за речевых затруднений различного происхождения.

В третьем случае заикание рассматривается как функциональное расстройство речи, которое появилось и закрепилось в результате общего и речевого нарушений течения онтогенеза и дисгармоничного развития личности.

Согласно четвертой гипотезы, механизм заикания связан с органическими поражениями центральной нервной системы [1-7].

В целом, большинство исследователей склонны констатировать, что причинами нарушения плавности речи являются как биологические, так и социально-психологические факторы. Поэтому в реабилитационной работе используется комплекс коррекционно-педагогических и лечебно-оздоровительных методик, направленных на нормализацию всех сторон речи, моторики, развития высших психических процессов, воспитание личности заикающегося и оздоровление всего организма [1-7].

Комплексный подход в коррекции заикания подразумевает участие в данном процессе разных способов воздействия и совместную работу врача, логопеда, психолога, ритмиста, специалиста по функциональной диагностике, физиотерапевта и социального работника. Вся эта работа должна быть организована с учетом особенностей психофизического развития больного; этиологии; механизмов и симптоматики нарушения речевых, психологических, моторных навыков и возрастных особенностей. Так, в случае коррекции заикания, вызванного невротическими факторами, терапевтические способы воздействия должны быть направлены на снижение активности лимбической системы и ретикулярной формации. Этого можно достичь путем назначения медикаментов и использования психотерапевтических приемов: стресс-терапии, гипноза, аутогенной тренировки. В этом случае существенно повышается эффективность работы логопеда.

В случае неврозоподобной формы речевого дефекта больным показаны длительные коррекционно-педагогические способы воздействия, призванные стимулировать процессы внимания, памяти и других высших психических процессов. В данном случае медикаментозное лечение должно быть направлено на реабилитацию органического поражения мозга. Кроме этого, в комплекс лечебных и психологических воздействий следует включать методы, направленные на ритмизацию движений.

Как показывает анализ работы специалистов по лечению заикания, благоприятный исход можно ожидать при высокой пластичности центральной нервной системы больного, выборе наиболее адекватных и эффективных средств и методов воздействия. Так, система реабилитации взрослых заикающихся по В.М. Шкловскому предполагает стационарное лечение в течение 2,5-3 месяцев при участии логопеда, психиатра, психотерапевта и невролога. На первом этапе больной проходит диагностику нарушений, а затем специалисты проводят перестройку патологических речевых навыков и восстановление нарушенных отношений личности. Последующие этапы направлены на закрепление достигнутых результатов и профилактику рецидивов [5-7].

Методика логопсихотерапии Ю.Б. Некрасовой показана при лечении тяжелых форм логоневроза, суть которой состоит в вызывании, усилении и закреплении состояния готовности к речи у подростков и взрослых людей, в обучении навыкам смены психических состояний, способствующих к полноценному общению.

Для коррекции заикания также используется парадоксальная дыхательная гимнастика А.Н. Стрельниковой, которая основана на обучении регуляции дыхания. В данном случае, особое внимание уделяется вдоху, который должен быть коротким, эмоциональным и активным при произнесении различных звуков [5-7].

По мере развития электронных вычислительных устройств при коррекции заикания все чаще начинают применять компьютеры и другие электронные устройства, одним из которых является прием «Маскирования обратной связи» (MAF — Masking auditory feedback) «белым шумом». Согласно результатам проведенных исследований, данный способ способствует уменьшению заикания на величину от 35% при 85 дБ до 55% при 90 дБ [7], то есть при увеличении громкости шума, улучшается ритмичность речи.

Метод «Маскирования обратной связи синусовыми шумами» способствует уменьшению заикания без предварительной подготовки и усилий пациента путем устранения страхов и беспокойств у заикающегося. В данном случае работает эффект «забывания» заикания, что позитивно сказывается на качестве речи.

При использовании в коррекции заикания метода «Задержки акустической обратной связи» (DAF — Delayed auditory feedback) голос пациента выводится на наушники с задержкой на доли секунды, что позволяет уменьшить заикание на 60-80% при нормальной и ускоренной речи. Данный метод особо эффективен в стрессовых ситуациях, когда пациенту приходится переходить на громкий голос.

Метод «Изменение частоты обратной связи» (FAF — Frequency-shifted auditory feedback) характеризуется сдвигом частоты тона голоса пациента в наушниках относительно его нормального голоса. Применение данного метода в среднем уменьшает заикание на 60-80% как при нормальной, так и при быстрой речи.

В случаях тяжелого заикания показано комбинирование методов FAF с DAF, что повышает эффективность лечения до 80%. Преимуществом FAF перед вышеназванными методами заключается в том, что при использовании этого метода не происходит затруднений в речи в процессе общения, так как больной слышит свою речь в реальном времени без шумовых помех. Поэтому FAF эффективен при чтении, публичных выступлениях, общении по телефону.

Таким образом, в зависимости от этиологии и тяжести заболевания, при лечении заикания наиболее предпочтительным является комплексный медико-педагогический и психологический методы, предполагающие использование разных видов лечебных и психологических способов воздействия при слаженной работе врача, логопеда и психолога, специалиста по функциональной диагностике и ритмиста, физиотерапевта и социального работника.

ЛИТЕРАТУРА

1. Европейский проект школьных исследований по алкоголю и наркотикам в Российской Федерации (ESPAD 2007) М.: «Радуга», 2009. 119 с.
2. Некрасова Ю. Б. Лечение творчеством. М.: Смысл, 2006. 233 с.
3. Рябинина Е.В., Кириллов Н.А. Аффективные расстройства //Сборник научных трудов XVII Республиканской технической научно-практической конференции: Дорожно-транспортный комплекс: состояние, проблемы и перспективы развития. 2018. С. 232-236.
4. Семенова Е.В., Кириллов Н.А. Этиология психических расстройств и расстройств поведения в Поволжье //Сборник научных трудов XVII Республиканской технической научно-практической конференции: Дорожно-транспортный комплекс: состояние, проблемы и перспективы развития. 2018. С. 243-246.
5. Фасенко Ю. А. Заикание: история и обзор современного состояния проблемы // Вестник Санкт-Петербургского университета. 2015. Серия 11. Медицина.
6. Харрисон Д. Переосмысление заикания. Скифия.: Санкт-Петербург, 2015. 808 с.
7. Шкловский В. М. Заикание. М.: Медицина, 1994. 248 с.

АНАЛИЗ СПЕКТРА ПРОТИВОПОКАЗАНИЙ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ОPIOИДНЫХ АНАЛЬГЕТИКОВ В ВИДЕ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ФОРМ ДЛЯ ТРАНСДЕРМАЛЬНОГО И ЭНТЕРАЛЬНОГО ВВЕДЕНИЯ, ЗАРЕГИСТРИРОВАННЫХ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Костерин А.О., Хаидбаев И.М., Пасынкова О.О.
Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
sashadocf11@gmail.com

Право больного на обезболивание гарантировано п.4 ст.19 Федерального закона от 21.11.2011 N 323-ФЗ "Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации" [1]. Наркотические (опиоидные) анальгетики являются одним из методов лечения болевого синдрома [2]. Однако их применение ограничивается как развитием нежелательных лекарственных реакций, так и перечнем противопоказаний.

Согласно рекомендациям FDA, в раздел «Противопоказания» инструкции по медицинскому применению препарата должны включаться заболевания, либо демографические характеристики пациента, либо

прием каких-либо других лекарственных средств одновременно, при которых данный препарат не должен назначаться, поскольку риск от его применения будет перевешивать пользу [3].

Таким образом, назначение препарата при наличии противопоказаний является не только нерациональным, угрожающим здоровью пациента, но также может рассматриваться как дефект оказания медицинской помощи [4].

Цель. Изучить спектр противопоказаний в инструкциях по медицинскому применению препаратов из группы наркотических анальгетиков, зарегистрированных в Российской Федерации.

Методы. Нами были проанализированы противопоказания к использованию препаратов, предназначенных для неинвазивного применения, из группы опиоидных анальгетиков. Данные о противопоказаниях были взяты из действующих инструкций по медицинскому применению, размещенных на сайте Государственного реестра лекарственных средств (<https://grls.rosminzdrav.ru/default.aspx>). Сбор информации проводился в период с 1 февраля 2020 года по 28 февраля 2020 года. Анализ проводился по следующим непатентованным наименованиям: морфин, трамадол, тапентадол, фентанил. Анализировались все лекарственные формы, предназначенные для системного применения, за исключением инъекционных форм: таблетки, капсулы, порошки для разведения, капсулы, покрытые оболочкой, трансдермальные терапевтические системы и т.д. Статистический анализ проводился в среде Excel, производился расчет средних значений, стандартной ошибки среднего, долей, выраженных в процентах. Далее был составлен рейтинг наиболее часто встречающихся противопоказаний у данной группы препаратов, также были выделены наименования препаратов, имеющих более широкий или узкий диапазон ограничений к применению.

Результаты. Всего нами было обнаружено 26 инструкций по медицинскому применению морфина, трамадола, тапентадола и фентанила. При анализе данных инструкций нами было выявлено 19 различных противопоказаний. Наиболее распространенные противопоказания представлены в табл. 1. Во всех инструкциях по медицинскому применению в перечень противопоказаний была включена гиперчувствительность. Также распространенными противопоказаниями являлись беременность, нарушения переваривания углеводов, эпилепсия, одновременный прием ингибиторов MAO.

Таблица 1.

Наиболее распространенные противопоказания к применению морфина, фентанила, тапентадола и трамадола.

№№	Противопоказания	Доля инструкций, содержащих данное противопоказание, %
1	Гиперчувствительность	100
2	Беременность	69,23
3	Дефицит сахарозы. Непереносимость фруктозы. Глюкозо-галактозная мальабсорбция	50
4	Эпилепсия	50
5	Одновременный прием с ингибиторами MAO	50
6	Угнетение дыхания	42,31
7	Острые заболевания печени и почек	42,31
8	Острая интоксикация алкоголем, снотворными препаратами, анальгетиками, опиоидами и другими психотропными препаратами	42,31
9	Для лечения синдрома "отмены" опиоидов	30,77
10	Острые хирургические заболевания органов брюшной полости до установления диагноза	26,92

Среднее число противопоказаний в одной инструкции составило $7,23 \pm 0,42$. При анализе по международным непатентованным наименованиям оказалось, что наибольшее число противопоказаний содержится в инструкциях на тапентадол и морфин, а наименьшее – в инструкциях по медицинскому применению фентанила и трамадола (см. рис. 1). Таким образом, среди проанализированных наркотических анальгетиков фентанил и трамадол имеют наименьшие ограничения к применению с точки зрения сопутствующей патологии.

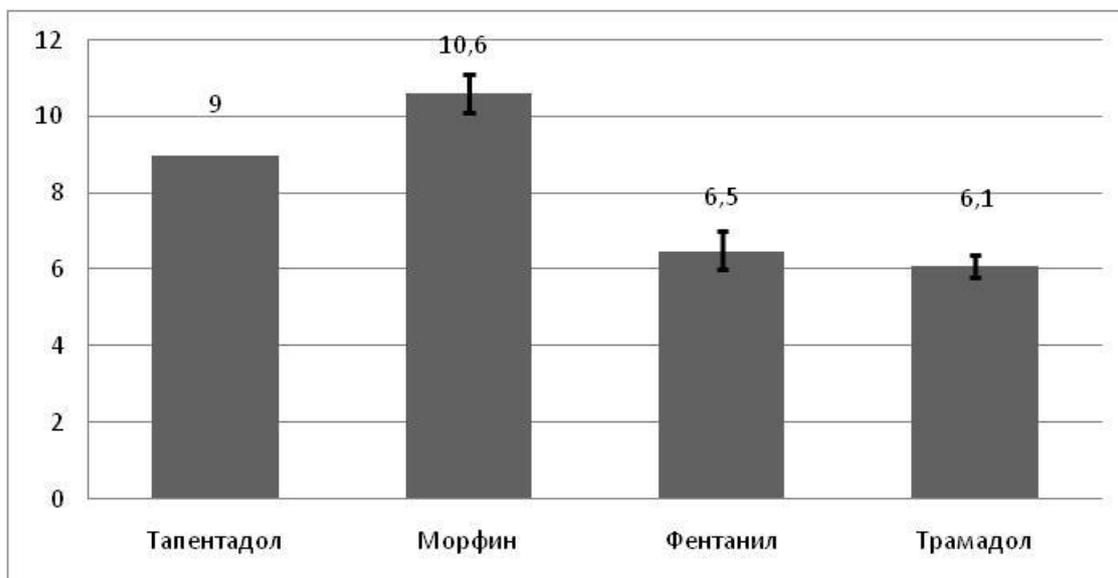


Рис. 1. Среднее количество противопоказаний в инструкциях по медицинскому применению тапентадола, морфина, фентанила и трамадола (усиками представлены стандартные ошибки среднего)

Выводы. В целом, несмотря на известные множественные побочные эффекты, наркотические анальгетики могут быть использованы у широкого круга пациентов, страдающих сопутствующей патологией, так как спектр противопоказаний к их применению относительно узкий. С этой точки зрения наиболее привлекательными опиоидными анальгетиками при лечении хронического болевого синдрома выглядят трамадол и фентанил в энтеральной и трансдермальной лекарственных формах, так как данные препараты обладают наименьшим количеством противопоказаний.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон от 21.11.2011 N 323-ФЗ (ред. от 01.04.2020) «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://base.garant.ru/12191967/> (дата обращения 15.04.2020)
2. Пасынкова О.О., Ключикин И.В., Красильников А.В., Пасынков Д.В. Хронический болевой синдром в гериатрии: подбор лекарственной терапии (обзор литературы) // Вестник современной клинической медицины. 2019. Т. 12, вып. 5. С.81–92.
3. Guidance for Industry. Warning and Precautions, Contraindications, and Boxed Warning Sections of Labeling for Human Prescription Drug and Biological Products – Content and Format. Labeling.: U.S. Department of Health and Human Services Food and Drug Administration. Center for Drug Evaluation and Research (CDER), Center for Biologics Evaluation and Research (CBER). 2011. 13 p.
4. Старченко А.Л., Фуркалюк М.Ю. Медико-юридическая методология понятия «Дефект медицинской помощи» в клинической медицине // Альманах клинической медицины. 2004. №7. С. 77-87.

ЧАСТОТА ВСТРЕЧАЕМОСТИ ПОРОКОВ СЕРДЦА У ПЛОДОВ С СИНДРОМОМ ДАУНА В ПРЕНАТАЛЬНОМ ПЕРИОДЕ

Имамова А.О., Гулямова М.А.

Ташкентский педиатрический медицинский институт

Актуальность. Синдром Дауна (СД) социально значимое заболевание, не поддающееся лечению или постнатальной коррекции, представляет большую проблему для семьи и общества в целом (McGrath, 2016).

По данным последних исследований врожденные пороки развития встречаются у 4,0-6,0% новорожденных, а их удельный вес в структуре младенческой смертности составляет более 20,0%. Частота встречаемости врожденных пороков сердца колеблется от 0.8 до 1.2% среди всех новорожденных. Врожденные пороки сердца составляют 10-30% всех врожденных аномалий.

Цель исследования. Изучить частоту и виды дефектов пороков сердца (ВПС) у плодов с синдромом Дауна, пренатальном периоде.

Материалы и методы. Объектом исследования послужили 12 плодов в пренатальном периоде с синдромом Дауна, по генетическим показаниям в I триместре беременности. С целью диагностики использовалось скрининговое ультразвуковое исследование на 11-14 неделе беременных женщин в Республиканском скрининг центре г.Ташкента.

Результаты. Пренатально синдром Дауна устанавливался на основании анамнеза и генетического исследования. Среди обследованных нами 12 плодов было выявлено, что 5 плодов (41,6%) имел место

наследственный вариант, а у 7 (58,4%) - ненаследственный вариант.

У всем обследуемым проводилось определение толщины воротникового пространства (ТВП). Было выявлено, что у 84,3% (9/12) плодов с синдромом Дауна наблюдалось увеличение ТВП больше 2,5 мм. Среди них количество плодов с расширением ТВП менее 2,5 мм составило 38,5% (1/3), а больше 2,5 мм было 57,9% (7/9). Среди 7 плодов с пороком сердца были выявлены септальные дефекты: атриовентрикулярная коммуникация (4 случая) и ДМЖП (2 случая).

В 2 (28,5%) случаях обнаружено двойное отхождение магистральных сосудов от правого желудочка, тетрада Фалло (2 случая), общий артериальный ствол (2) и стеноз легочного ствола/аорты (2). Единственной патологией сердечно-сосудистой системы оказались аномалии клапанов: дисплазия/миксоматоз или кальцификация хорд митрального и трикуспидального клапанов. В двух случаях с нормально сформированным сердцем отмечена aberrantная правая подключичная артерия.

Выводы. В целом, частота пороков сердца у плодов с синдромом Дауна в I триместре беременности составила 54,8% (7/9), что важно учитывать при медико-генетическом консультировании семьи.

ПРИМЕНЕНИЕ ПАСТЫ «ЛЕДЕРМИКС» ПРИ ЛЕЧЕНИИ БОЛЬНЫХ С ОБРАТИМЫМ ПУЛЬПИТОМ

Йулдошев А.А.С., Саматов У.А.

Андижанский государственный медицинский институт, г. Андижан
aayzekov@mail.ru

Актуальность. В клинической практике проблема сохранения поврежденной пульпы зуба встает перед врачом даже тогда, когда при лечении глубокого кариозного поражения дентина пульповая камера остается невскрытой, и отсутствуют клинические признаки дегенеративных изменений в пульпе и периапикальных тканях.

Проблема лечения воспаления пульпы во временных зубах существует десятилетия. Метод витальной ампутации при лечении пульпита рекомендуется применять у детей, так как корневая пульпа является биологической корневой системой, которая устойчива к различным воздействиям и обладает регенеративными свойствами.

Цель исследования. Провести клиническую оценку эффективности комбинированных препаратов, содержащих антибиотик и ФКМД - триамцинолон (Triamcinolone acetonide), «Ледермикс» пасты обладающей выраженными противоаллергическими, деконгестивными и противовоспалительными эффектами.

Материал и методы. В исследовании принимали участие 25 пациентов в возрасте от 17 до 30 лет с диагнозами «гиперемия пульпы», «острый очаговый серозный пульпит», т.е. основными формами обратимого пульпита. Выборка пациентов для проведения исследования проводилась с учетом основных показаний к биологическому методу лечения пульпита, а именно: отсутствие длительного болевого синдрома (более 2 мин) под действием термических и химических раздражителей на фоне клинической картины гиперемии пульпы или начального пульпита. Отсутствие реакции со стороны периапикальных тканей - безболезненность при накусывании на зуб, подтвержденное данными рентгенологического исследования. Возраст пациента не старше 31—35 лет. Обязательным условием для отбора клинического материала явилась хорошая гигиена полости рта и низкая интенсивность кариеса, а также отсутствие сопутствующей патологии слизистой оболочки ротовой полости и тканей пародонта и тяжелой органной патологии внутренних органов.

Всем пациентам в качестве обязательного метода обследования проводилось определение электровозбудимости пульпы (ЭОД). Показатели ЭОД до 20 мкА явились критерием отбора пациентов для исследования. Лечение с применением пасты «Ледермикс» проводилось в два этапа. В первое посещение для сохранения жизнеспособности пульпы при начальных (обратимых) формах пульпита пасту накладывали на дно кариозной полости после предварительной подготовки зуба со строгим соблюдением всех правил асептики и антисептики. Для этого сначала проводились ЭОД, температурная проба, оценка боли по ЧРШ, затем после обезболивания причинного зуба, инструментальной обработки и тщательной медикаментозной обработки кариозной полости слабым раствором антисептика, пасту накладывали непрямым способом тонким слоем на дентин, изолирующий полость зуба. Далее с помощью стерильного ватного тампона и временной пломбы изолировали лечебную прокладку от полости рта.

При отсутствии боли и других признаков прогрессирования патологического процесса пациент приглашался на повторный прием через 6-8 дней. Во второе посещение (через 6-8 дней) оценивали все контрольные критерии и при отсутствии отрицательной динамики проводили реставрацию коронки зуба с применением фотокомпозита с четким соблюдением принципов окклюзионного соотношения.

В процессе исследования с использованием препарата «Ледермикс», содержащего ФКМД, всего было вылечено 15 зубов с острым очаговым пульпитом и гиперемией пульпы (обратимым пульпитом).

Результаты и их обсуждение. При лечении обратимого пульпита с применением пасты «Ледермикс» уменьшение болевого синдрома в 2,2 раза по ЧРШ [средний показатель составил $(3,5 \pm 0,21)$ балла, что соответствовало значению «слабая боль»] наблюдалось у 6 (68,5%) пациентов на 1-е сут, на 3-и сут отсутствие боли отметили все пациенты. При этом 3 (22%) пациента отметили значительное облегчение состояния практически сразу после наложения изучаемой пасты. Противовоспалительный эффект отмечался во всех случаях на 2-е сут.

Результаты осмотра пациентов через месяц показали положительную динамику процесса в виде отсутствия жалоб, реакции со стороны периапикальных тканей, кратковременную реакцию (менее 1 мин) на термические раздражители, а также снижение числовых значений показателей ЭОД в среднем в 1,7 раза—до $(12,6 \pm 1,21)$ мкА. На отдаленных сроках наблюдения (3, 6, 12 мес.) в данной группе пациентов сохранялась стабильно положительная динамика изучаемых показателей, и только у 3 (22,2%) пациентов на сроке 12 мес. отмечены признаки хронического воспаления — снижение электровозбудимости пульпы до 38—42 мкА, наличие приступов самопроизвольной боли в анамнезе.

Вывод. При лечении пульпитов постоянных зубов биологическим методом, для снятия острого болевого синдрома при обратимых пульпитах следует применять современные комбинированные препараты, содержащие антибиотики и фторирование кортикостероиды местного действия, ввиду их высокой эффективности и безопасности, что особенно актуально у пациентов с отягощенным соматическим статусом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рувинская Р.Р., Фазылова Ю.В. Эффективность противомикробных препаратов в лечении обратимых пульпитов биологическим методом // Вестник современной клинической медицины. 2015. Т.8. вып. №1. С. 42-45.
2. Масюкова Э.А. Применение пасты «Ледермикс» при лечении больных с осложненными формами кариеса // Вестник КазНМУ. 2013. № 1. С.159—160.

СТРУКТУРА И РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ ВИРУСА ПАПИЛЛОМЫ ЧЕЛОВЕКА В РЕСПУБЛИКЕ МАРИЙ ЭЛ

Бадрутдинова А.А.¹, Иванова И.А.², Ведерников А.А.¹

¹ — Марийский государственный университет, г.Йошкар-Ола

² — Республиканский центр по профилактике и борьбе со СПИД и инфекционными заболеваниями, Йошкар-Ола
alinabadrutdinova1@gmail.com

Введение. Папилломавирусная инфекция является одной из наиболее распространенных инфекций во всем мире. Ее особая значимость состоит в широкой распространенности, высокой контагиозности и в онкогенном потенциале. Вирус папилломы человека вызывает широкий спектр онкологических заболеваний репродуктивной системы, включая рак шейки матки, рак вульвы и влагалища, а также рак анального канала и аногенитальные кондиломы, встречающиеся как у мужчин, так и у женщин. Также известны бородавки разной локализации, наиболее часто наблюдаемые у детей [1]. Вирусная этиология остроконечных кондилом и бородавок предполагалась давно, но лишь в последние десятилетия накоплены научные данные о строении и свойствах папилломавирусов. Это дало возможность судить не только о присутствии вируса в ткани бородавок, кондилом, опухолевых образований, но и произвести разделение папилломавирусов на типы и проследить связь типа вируса с заболеванием той или иной локализации [15].

Цель исследования. Изучить особенности распространенности вируса папилломы человека в республике Марий Эл, его структуру в отношении пола и возраста пациентов, вирусную нагрузку и интегрированность в клетки макроорганизма.

Материалы и методы. Материалом для исследования служили образцы ДНК, полученные из соскобов эпителия цервикального канала у женщин и уретры у мужчин. Всего было исследовано 2861 эпителиальных соскоба пациентов, среди которых 2638 принадлежали женщинам и 223 мужчинам. Анализ проводился с помощью прибора Амплификатор Rotor-Gene 6000 (Австралия) с оптической системой, предназначенный для проведения ПЦР и детекции в режиме «реального времени».

Результаты. Проанализировав полученные данные, можно сделать вывод о том, что из 2861 обследованных в среднем 25% являются ВПЧ-носителями (рис.1). Из них 93%-женщины, 7% занимают мужчины. Среди зараженных лиц слабого пола почти половина инфицированы ВПЧ 16 типа, который в большинстве случаев вызывает плоскоклеточный рак шейки матки [2]. В основном это женщины от 20 до 29 лет на момент их обследования. ВПЧ 18 типа – возбудителем железистого рака шейки матки, заражено 30%, большую часть которых составляют так же женщины 20-29 лет (рис.2). Мужчины в 53% случаях инфицированы ВПЧ 16го типа, в 25%- ВПЧ 18го типа. При этом группа возрастов, которые составляют наибольший удельный вес – от 20 до 39 лет (рис.3). Данные типы могут вызвать 38% всех случаев рака полового члена [3].

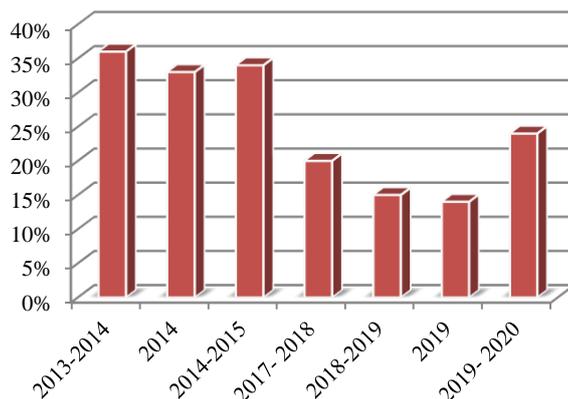


Рис.1. Результаты положительного анализа на ВПЧ в период с 2013 по 2020 гг.

Количественным определением ВПЧ в клетке человека является вирусная нагрузка. Величина нагрузки 16го типа -4,3 lg копий ДНК на 10^5 клеток, 18го типа- 3,66. 3–5 lg копий ДНК на 10^5 клеток — клинически значимое количество вируса. Общая вирусная нагрузка в среднем за все года составила 5.5 и более lg копий ДНК на 10^5 клеток — повышенное количество вируса, отражающее наличие дисплазии или высокий риск ее развития. Количество вируса менее 3 lg копий ДНК ВПЧ высокого канцерогенного риска на 10^5 клеток считают клинически малозначимым, ассоциированным с минимальным риском развития дисплазии и спонтанной элиминацией вируса; 3–5 lg копий ДНК на 10^5 клеток — клинически значимое количество вируса; 5 и более lg копий ДНК на 10^5 клеток — повышенное количество вируса, отражающее наличие дисплазии или высокий риск ее развития.

Лица с вирусом, интегрированным в клетку макроорганизма составили 7%, более половины из них- зараженные ВПЧ 16 типа. При интеграции вирусной ДНК прекращается выработка всех вирусных белков, за исключением Е6 и Е7, что приводит к увеличению пролиферативной активности клеток. Онкобелок Е7 является перспективным онкомаркером развития неопластических процессов шейки матки [15].

Анализ распределения типов ВПЧ в регионах России показал, что наибольшая доля пациентов с двумя и более типами ВПЧ ВКР приходится на возрастные группы до 25 лет (38,6% среди женщин и 50.5% среди мужчин) и от 55 до 60 лет у женщин (41,3%), и от 50 до 55 лет у мужчин (71,4%). Как среди женщин, так и среди мужчин, видна тенденция к спаду встречаемости двух и более типов ВПЧ ВКР до 40–45 лет, и к возрастанию – от 45 до 60 лет. Интересно, что наибольшие различия наблюдались в носительстве ВПЧ низкого онкогенного риска между мужчинами и женщинами в обеих возрастных подгруппах, тогда как для ВПЧ ВКР наиболее значимыми были возрастные особенности [16].

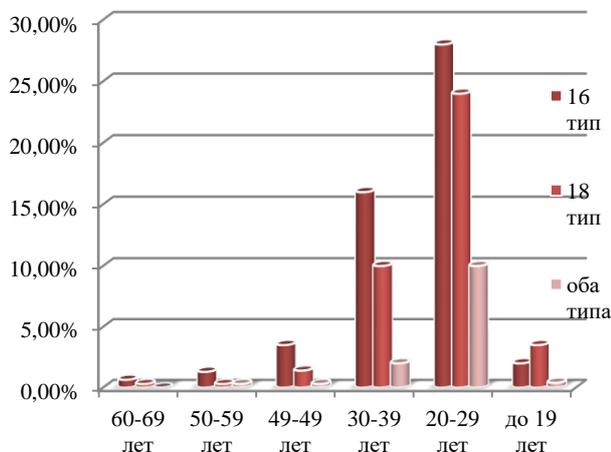


Рис.2. Структура ВПЧ-носительства в зависимости от возраста у женщин.

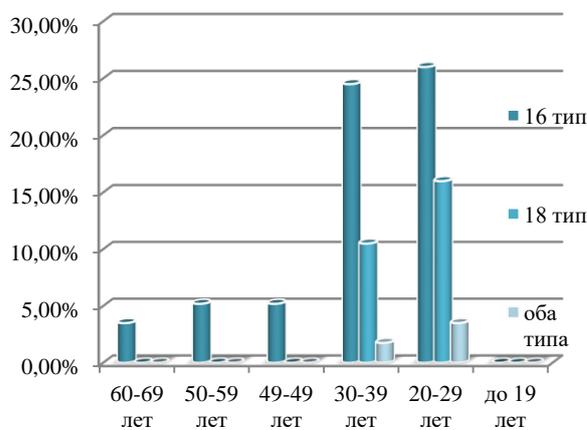


Рис.3. Структура ВПЧ-носительства в зависимости от возраста у мужчин.

ФАКТОРЫ РИСКА РАЗВИТИЯ АУТИЗМА У ДЕТЕЙ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

Напалкова С.А., Мазур Л.И.

Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Самара
svetlana8235@ya.ru

По оценкам ВОЗ, 1 ребенок из 160 в мире страдает расстройством аутистического спектра. [1] Данные усредненные, и сообщаемая распространенность значительно варьирует. В некоторых контролируемых исследованиях сообщаются большие цифры. По данным американских исследователей в настоящее время в Соединенных Штатах распространенность РАС составляет 1 из 68 [2,3]. В России по официальным статистическим данным НЦПЗ РАМН на 1999 год частота встречаемости аутизма составляла до 26 случаев на 10 000 человек (1/385) [4].

В Самарской области в 2019 год было зарегистрировано 636 детей (от 0 до 17 лет) с диагнозом РАС, и число их растет с каждым годом: 2016 год – 372 человека, 2017 год – 489, 2018 – 566 (Официальные данные Министерства здравоохранения Самарской области). Т.е. прирост заболеваемости за 3 года составил 41,5%, а годовой прирост – 11%

Материалы и методы

Было проведено исследование с использованием карт реабилитационного лечения и карт 112ф государственного бюджетного учреждения Самарской области «Областного реабилитационного центра для детей и подростков с ограниченными возможностями» и государственного казенного учреждения Самарской области "Реабилитационного центра для детей и подростков с ограниченными возможностями «Варрель»". Все дети имели диагноз аутизм, поставленный психиатром, и прошедшие психолого-медико-педагогическую комиссию. Исследование включало детей с диагнозом РАС в возрасте 3-9 лет. От родителей/опекунов детей было получено письменное информированное согласие на обработку персональных данных.

В группу контроля вошли 72 ребенка без диагноза аутизм.

Все факторы риска были разделены на пренатальные, перинатальные, неонатальные. Возраст матери был классифицирован, как <25, 25-35, >35 лет.

Результаты

Были проанализированы данные 114 детей из 112 семей с подтвержденным диагнозом «Расстройства аутистического спектра». 2 пары детей – близнецы. Данные о возрасте приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Демография матерей и детей с расстройством аутистического спектра

	Дети с РАС (N= 114)	Дети без РАС (N=72)
Дети мужского пола	88 (77%)	33 (45,8%)
Средний возраст на момент постановки диагноза РАС	3,4	-
Средний возраст матерей <25 лет	17,3%	33,3%
Средний возраст матерей 25-35 лет	70,4%	59,7%
Средний возраст >35 лет	12,3%	6,9%

Факторы риска аутизма, связанные с матерями. По данным нашего исследования шансы развития аутизма у детей увеличиваются с такими заболеваниями у матери, как артериальная гипертензия (14,3%), бронхиальная астма (4,5%), синдром поликистозных яичников (12,5%), тошнота и рвота беременных (41,1%), бесплодие и применение вспомогательных репродуктивных технологий (7,1%). Также РАС был связан с наличием хронической инфекции (8,9%): ВИЧ, цитомегаловирусная инфекция, гепатит С, герпетическая инфекция. Увеличенный риск аутизма имели дети женщин с эндокринной патологией (первичный сахарный диабет, гипотериоз, 9,8%). Необходимо сказать, что все женщины с установленными выше диагнозами получали химиотерапию. И в нашем исследовании не удалось установить точно являлось ли причиной аутизма заболевание или лекарственные препараты от него.

Факторы риска со стороны матери оказались наиболее значимыми в развитии аутизма у детей. Но наибольшее влияние оказывали не отдельные факторы, а их сочетание.

Перинатальные факторы риска. По нашим данным лишь небольшой процент детей с аутизмом при рождении имели низкую массу тела (рис.1).

К состояниям, которые связаны с осложнением беременности и родов, ассоциированным с РАС у детей, могут быть отнесены хроническая фето-плацентарная недостаточность (25%), патология пуповины (13%, короткая пуповина, истинный узел, обвитие вокруг шеи), применение стимуляции (химической и

физической, 8%). Немаловажную роль играет указание в анамнезе матери на аборт и мертворождения (22%).

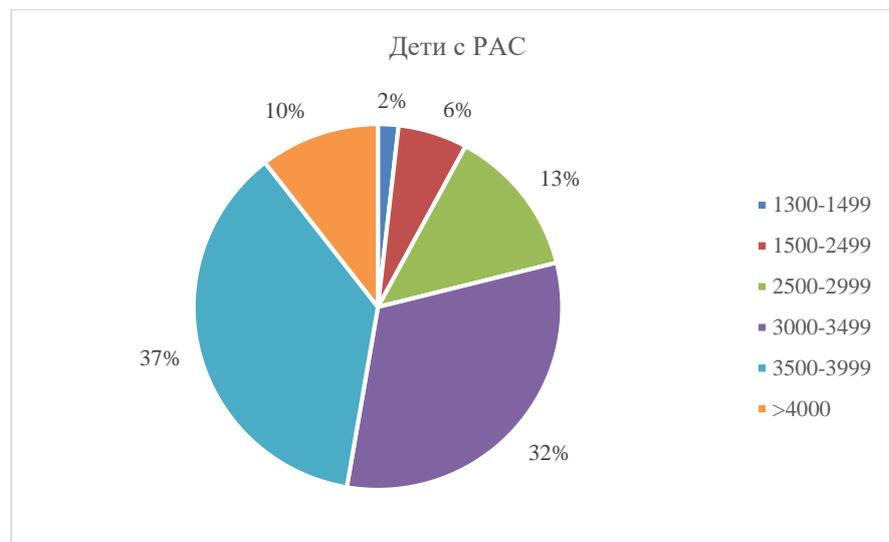


Рис. 1. Распределение детей с РАС по массе тела при рождении

Неонатальные факторы

Неонатальные факторы, ассоциированные с РАС, включали травмы во время родов (7,9%): перелом ключицы, вывих шейных позвонков, субарахноидальные кровоизлияния, асфиксия, травма глотки во время ИВЛ.

13,1% детей с РАС в раннем неонатальном периоде имели затяжную желтуху, респираторный дистресс-синдром, бронхо-легочную дисплазию, судорожный синдром, гнойный менингит.

Выводы: 1. В группе детей с РАС преобладают мальчики (77%), средний возраст матерей 25-35 лет.

2. Наиболее значимыми в развитии аутизма являются сочетание нескольких материнских факторов.

3. Наибольшее значение в группе материнских факторов имеют тошнота и рвота беременных и группа расстройств, связанных с патологией эндокринной и репродуктивной систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. World Health Organization. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.who.int>
2. Hatta K., Hosozawa M., Tanaka K., Shimizu T. Exploring Traits of Autism and Their Impact on Functional Disability in Children with Somatic Symptom Disorder // Journal of Autism and Developmental Disorders. 2018. P. 729-737.
3. Hisle-Gorman E., Susi A., Stokes T.A. [et al.] Prenatal, perinatal, and neonatal risk factors of autism spectrum disorder // Pediatric Research. 2018. Vol. 84(2). P. 190-198.
4. Филиппова Н.В., Барыльник Ю.Б. Эпидемиология аутизма: современный взгляд на проблему // Социальная и клиническая психиатрия. 2014. Т. 24. №3. С. 96-101.

ДИНАМИКА ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ И МЕРЫ ПО ПРОФИЛАКТИКЕ АЛКОГОЛИЗМА В ЧУВАШСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

Кириллов Н.А.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
Kna27zergut@mail.ru

Известно, что алкоголизм представляет собой сложное заболевание, характеризующееся патологическим влечением к алкоголю и сопровождающееся психической деградацией, сомато-неврологическими и психическими расстройствами, нарушениями в деятельности высшей когнитивной сферы: внимания, памяти, мышления и в принятии решений [3].

Проблема алкоголизма сегодня касается практически всех стран мира и ее решением занимаются специалисты из разных областей. В средствах массовой информации часто появляются сообщения о том, что в России больше всего людей, страдающих алкоголизмом, на душу населения. Свообразными лидерами по числу выявленных больных, страдающих этой зависимостью, являются регионы, относящиеся к категории наименее развитых в социально-экономической сфере. К числу таковых относится и Чувашская Республика [3].

Исходя из вышесказанного, задачей данного исследования явилось определение динамики заболеваний, вызванных злоупотреблением алкоголя на территории Чувашской Республики (ЧР).

Как показал анализ, вопреки существующему мнению и слухам, число впервые выявленных лиц, злоупотребляющих алкоголем в ЧР в 2018 г., по сравнению с 2017 годом уменьшилось на 21,4% и составило 38,1 случая на 100000 человек населения (в 2017 г. таковых было 48,5). При этом число лиц, впервые обратившихся за медпомощью по поводу алкоголизма, увеличилось на 4% и составило 70,2 случая на 100000 человек населения, хотя положительная динамика к снижению употребления алкоголя в республике сохраняется уже в течении последних четырех лет. Из этого следует, что повышение количества пациентов, обратившихся к врачам, видимо, связано с созданием единой системы медицинской помощи, направленной на раннее выявление, лечение и медико-социальное сопровождение больных алкоголизмом [3].

В целом, на территории ЧР в течение 2018 г. под наблюдением наркологов находился

17371 человек, что составляет 1419,9 случая на 100000 человек. Большинство из них — это мужчины (около 70%), проживающие в городе (65% или 11303 человека). Самые высокие показатели заболеваемости алкоголизмом были зарегистрированы в г. Шумерля и Красночетайском районе, а самые низкие - в Шемуршинском и Вурнарском районах (16,5 и 22,3 случая на 100000 человек).

Такие позитивные результаты борьбы с алкоголизмом стали возможны благодаря слаженной, планомерной и систематической работе органов исполнительной власти Чувашской Республики и органов местного самоуправления. В числе наиболее эффективных мероприятий, по мнению работников правоохранительной системы, оказалось ужесточение мер, направленных на борьбу с незаконным производством и продажей алкогольных и алкогольсодержащих напитков, а также повышение качества медицинской помощи, оказываемой при острых алкогольных интоксикациях, которые в совокупности способствовали уменьшению числа случаев алкогольных психозов [1-5].

В пользу улучшения обстановки с распространением алкоголизма на территории ЧР свидетельствует и динамика уровня первичной заболеваемости алкогольными психозами, которая составляет 8,9-9,0 случаев на 100000 человек, что существенно ниже показателей по России (13,3 случая на 100000 человек) и по ПФО (16,4 случая на 100000 человек населения). Снижение данного показателя среди женщин стало еще существеннее и составило в 2018 г. 3,8 случая на 100000 человек.

Как показал сравнительный анализ больных, перенесших алкогольный психоз, наибольший удельный вес из них составляют безработные или временно неработающие (68%). Многие из них (около 51%) имеют низкий образовательный статус.

Отрадными являются факты уменьшения в 2018 г. количества несовершеннолетних, потребляющих алкоголь по сравнению с 2017 г. (с 267 до 194 человек или на 27%) и отсутствия в ЧР случаев заболеваний алкогольным психозом среди несовершеннолетних. Этому способствовало создание во всех муниципальных районах и городских округах республики межведомственных комиссий по противодействию злоупотреблению алкоголем и наркотическими средствами, их незаконному обороту и профилактике алкоголизма и пьянства. Кроме этого, в деятельность наркологической службы и в организациях социального обслуживания семьи и детей, были внедрены технологии, позволяющие выявлять детей из групп высокого риска и включить их в лечебно-профилактические программы; в школах, колледжах и вузах были проведены фестивали здоровья, семинары и тренинги, встречи с известными людьми республики, выступающими в поддержку ЗОЖ, спортивные мероприятия, круглые столы, благотворительные акции; на базе 36 образовательных организаций республики Фондом «Чувашия» совместно с Министерством образования и молодежной политики Чувашской Республики был реализован социальный проект «Шаг навстречу», имеющий цель создания и апробации региональной модели наставничества в школьной среде; организованы и проведены месячники и акции «Полиция и дети», «Дети и семья», «Подросток», «Имею право знать», «День правовой помощи», «Молодежь за здоровый образ жизни». Всего за год профилактической работой было охвачено более 10000 человек.

В целях привлечения внимания населения к выявлению и устранению причин и условий, способствующих безнадзорности, правонарушениям и антиобщественным действиям несовершеннолетних, а также к семьям, находящимся в социально опасном положении в республике был организован автокараван «Чувашия в защиту детства» и создана общественная организация «Попечительство о народной трезвости», а в мае 2018 г. Общественная палата Чувашской Республики при поддержке Минздрава Чувашии провела межрегиональный слет трезвеннических движений России «Трезвые родители – счастливые дети», в работе которой приняли участие представители федеральных и региональных общественных трезвеннических движений, социальные педагоги, психологи, врачи-психиатры-наркологи, врачи-педиатры, специалисты по социальной работе, библиотечные работники, сотрудники полиции, волонтеры, родители, представители Русской Православной Церкви и средств массовой информации. В республиканской системе библиотек организована деятельность проекта «Pro-здоровье», направленная на профилактическую работу с детьми группы риска, а также их родителями, в составе которых функционируют 4 информационно-методических центра по профилактике алкоголизма, наркомании и токсикомании.

Для раннего выявления потребителей алкоголя, наркотических средств и психотропных веществ проведены медицинские осмотры определенных групп взрослого населения, в том числе учащихся в образовательных организациях; дополнительное медицинское освидетельствование водителей, а также лиц, совершивших административное либо уголовное правонарушение; предсменные и послесменные медицинские осмотры работников, занятых отдельными видами профессиональной деятельности; врачебные консультации в комиссиях по делам несовершеннолетних, медицинских организациях, социально-реабилитационных центрах для несовершеннолетних.

В целях повышения эффективности работы с несовершеннолетними из группы риска в республике разработана система переподготовки врачей-педиатров, врачей общей практики по совершенствованию технологий раннего выявления алкогольной и наркотической зависимостями. При республиканском наркологическом диспансере Минздрава Чувашии организованы и постоянно функционируют клубы для родственников лиц, у которых имеются проблемы с потреблением психоактивных веществ, силами которых периодически проводятся конкурсы «Все краски кроме черной», фестиваль СОК – конкурс агитбригад антинаркотической направленности среди учебных заведений.

Своеобразным итогом противоалкогольной и противонаркотической работы 2018 г. стала разработка Профиля трезвости муниципальных образований Чувашской Республики, основанный на демографических, социальных и на медицинских показателях.

Таким образом, на основании проведенного исследования можно заключить, что несмотря на пессимизм некоторых журналистов и обывателей, благодаря комплексной работе по профилактике алкоголизма представителями федеральных и региональных структур власти и общественных трезвеннических движений, сотрудников полиции, психологов, социальных педагогов, психиатров, наркологов, педиатров, специалистов из социальных служб, волонтеров, родителей и представителей Русской Православной Церкви в Чувашской Республике наблюдается тенденция к уменьшению потребления алкогольных и слабоалкогольных напитков и числа больных с алкогольной зависимостью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кириллов Н.А. Профилактика суицидов в подростковой среде //Сборник научных статей: Психология и социальная педагогика: современное состояние и перспективы развития. 2019. С. 79-86.
2. Кириллов Н.А. Распространенность гипертонии в Чувашской Республике //Сборник статей Всероссийской научной конференции: Современные проблемы медицины и естественных наук. 2018. С. 37-41.
3. Кириллов Н.А., Бехтерева Е.А. Этиология алкоголизма в России и в Республике Марий Эл //Сборник статей международной научной конференции: Современные проблемы медицины и естественных наук. 2018. С. 83-86.
4. Рябинина Е.В., Кириллов Н.А. Аффективные расстройства //Сборник научных трудов XVII Республиканской технической научно-практической конференции: Дорожно-транспортный комплекс: состояние, проблемы и перспективы развития. 2018. С. 232-236.
5. Семенова Е.В., Кириллов Н.А. Этиология психических расстройств и расстройств поведения в Поволжье //Сборник научных трудов XVII Республиканской технической научно-практической конференции: Дорожно-транспортный комплекс: состояние, проблемы и перспективы развития. 2018. С. 243-246.

ИЗОФЕРМЕНТЫ ЦИТОХРОМА P450 И ИХ РОЛЬ В МЕТАБОЛИЗМЕ НЕЙРОЛЕПТИКОВ

Е.В.Иванова, О.О.Пасынкова

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола

В психиатрии большой группой препаратов для лечения психических расстройств являются антипсихотики или нейролептики. Они эффективны в лечении широкого диапазона заболеваний, способны подавлять бред, галлюцинации. Однако применение психотропных средств сопряжено с риском развития разнообразных тяжелых нежелательных лекарственных реакций, которые также могут стать причиной страданий пациентов, привести к социальной и психической инвалидизации [1].

Изоферменты цитохрома P450 являются основными ферментами, катализирующими I фазу биотрансформации лекарственных средств (ЛС) [2]. В метаболизме большинства нейролептиков активную роль принимают такие изоферменты цитохрома P450 как CYP2D6, CYP1A2, CYP3A4. Генетический полиморфизм реакций биотрансформации является весомой причиной проявления побочных и токсических эффектов лекарств, с одной стороны, или причиной их полной или частичной неэффективности - с другой стороны. В соответствии со скоростью биотрансформации ксенобиотиков выделяют три группы метаболитов: медленные, быстрые и ультрабыстрые. Для индивидов со статусом метаболизма быстрых метаболитов рекомендуемые дозы препарата оптимальны, соответственно у лиц с медленными метаболитами высок риск развития побочных эффектов [3].

Неврологические побочные эффекты нейролептиков включают лекарственно-индуцированный паркинсонизм, дистонию и акатизию, хронические экстрапирамидные расстройства, такие как поздние дискинезии, позднюю дистонию, и нейролептический злокачественный синдром. Факторами риска злокаче-

ственного нейролептического синдрома являются острая агитация, молодой возраст, мужской пол, неблагоприятный неврологический фон, соматические сопутствующие заболевания, дегидратация, быстрое наращивание дозы, использование высокопотентных нейролептиков, использование внутримышечных препаратов [4]. К другим побочным эффектам нейролептиков относятся аллергические и кожные реакции, нарушение функции печени, органов кроветворения, судороги.

Материалы и методы

Был проведен анализ 176 психически больных пациентов, которые находились на стационарном обследовании и/или лечении в Республиканской клинической психиатрической больнице г. Казани с 2000 по 2004 гг.

Также была исследована фенотипическая вариабельность параметров фармакокинетики антипирина в популяции населения Республики Татарстан с помощью антипиринового теста: 112 клинически здоровых добровольцев в возрасте от 18 до 63 лет, из них мужчины составили 28 человек (25%), женщины — 84 человека (75%).

Все добровольцы на момент обследования и за месяц до него не принимали ни лекарственных средств, ни биологически активных добавок. 8 мужчин были курящими, остальные 20 мужчин и все женщины добровольцы не курили. Обследованные больные были в возрасте от 16 до 82 лет.

Для оценки суммарной активности изоферментов цитохрома P450 был выбран универсальный тест-субстрат - антипирин, так как его биотрансформация на 85-90% происходит с участием ферментов печени, он окисляется изоформами цитохрома P450 и в его окислительном превращении участвуют практически все изоформы цитохрома P450 [5]. Поэтому, можно считать, что показатели антипиринового теста отражают суммарную окислительную способность изоформ цитохрома P450 печени.

Для определения параметров фармакокинетики использовалась однокамерная математическая модель [6].

Результаты

Клиренс и удельный клиренс антипирина у психически больных превышали соответствующие показатели здоровых добровольцев на 13% и 12%, соответственно ($p=0,027$ и $p=0,018$), что свидетельствовало о повышении у них суммарной окислительной способности печени.

Период полувыведения антипирина мужчин был ниже, чем у женщин, на 21% ($p=0,089$). Удельная максимальная концентрация антипирина у психически больных женщин превышала таковую у мужчин на 21% ($p=0,008$), клиренс был ниже на 30% ($p=0,037$), таким образом суммарная окислительная способность печени у психически больных женщин в сравнении с мужчинами снижена.

У здоровых женщин были повышены удельные максимальные концентрации антипирина и удельные кажущиеся максимальные концентрации антипирина на 42% и 36%, соответственно, в сравнении с мужчинами ($p<0,001$). Также у женщин были повышены удельные площади под кривой «концентрация-время» в интервале от 0 до 24 часов (AUC (0-24)), и от 0 часов до бесконечности (AUC (all)), в сравнении с мужчинами, на 46% и 50%, соответственно ($p<0,001$), что в совокупности свидетельствует в пользу замедленного метаболизма антипирина у женщин. Таким образом, суммарная окислительная способность повышена у психически больных в сравнении с добровольцами в целом и не различается в зависимости от пола.

У здоровых мужчин удельный клиренс антипирина был статистически значимо снижен на 31% в возрасте старше 40 лет ($p=0,016$). Период полувыведения антипирина у женщин в возрастной группе от 40 до 60 лет включительно превышал на 37% аналогичный показатель у более молодых женщин (до 40 лет включительно) ($p=0,001$). Повышение периода полувыведения антипирина закономерно сопровождалось снижением константы элиминации на 27% у женщин в возрасте от 40 до 60 лет, включительно ($p<0,001$). У женщин старше 40 лет был снижен на 29% удельный клиренс антипирина ($p<0,001$). Таким образом, было показано снижение суммарной окислительной способности печени по результатам антипиринового теста у здоровых добровольцев старше 40 лет (в большей степени у женщин).

В противоположность добровольцам, у психически больных мужчин и женщин в возрасте от 40 до 60 лет включительно максимальная концентрация антипирина у женщин превышала аналогичный показатель у мужчин на 14% ($p=0,044$). Клиренс и удельный клиренс антипирина у мужчин превышали таковые у женщин на 29% ($p=0,067$) и 41% ($p=0,009$), соответственно. Снижения суммарной окислительной способности печени в возрасте после 40 лет не происходило, что свидетельствует о прямом или косвенном индуцирующем влиянии психотропной терапии на изоформы цитохрома P450.

Константа элиминации антипирина у больных шизофренией мужчин превышает на 37% данный показатель у добровольцев ($p=0,05$), удельный клиренс был повышен на 31% ($p=0,04$). Удельный клиренс у больных шизофренией женщин превышал таковые значения у добровольцев на 33% ($p=0,059$) и больных без лечения на 50% ($p=0,059$). Константа элиминации у больных олигофренией была выше на 73% в сравнении с добровольцами ($p=0,091$). Таким образом, у больных шизофренией и олигофренией наблюдается повышение суммарной окислительной способности печени.

Минимальная суточная доза нейролептиков, вызывавшая побочные эффекты у больных шизофренией мужчин, относящихся к быстрым метаболитам, превышала таковую у больных шизофренией мужчин, период полувыведения у которых был более 10 часов, на 143% ($p=0,006$), у женщин быстрых метаболитов — на 267% ($p=0,05$). Таким образом, больные шизофренией, период полувыведения антипирина у которых менее 10 часов, более устойчивы к побочному действию нейролептиков в сравнении с больными шизофренией, период полувыведения антипирина у которых составлял более 10 часов.

Минимальная суточная доза нейролептиков, вызывавшая побочный эффект, у больных шизофренией мужчин—медленных метаболитов, была на 57% меньше, чем у средних и быстрых метаболитов ($p=0,034$), а у больных шизофренией женщин—медленных метаболитов — на 50% меньше, чем у быстрых и средних метаболитов ($p=0,028$), что свидетельствует о том, что больные шизофренией с периодом полувыведения антипирина более 20 часов были более чувствительны к побочным эффектам нейролептиков в сравнении с больными шизофренией, период полувыведения антипирина у которых не превышал 20 часов.

Заключение

Целесообразно проводить антипириновый тест до начала лечения и на фоне нейролептической терапии для того, чтобы прогнозировать переносимость нейролептической нагрузки и избежать побочных эффектов от лечения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нисс А.И., Сеид-Рзаев С.М., Трубкович М.Я. Побочные эффекты психофармакотерапии у больных шизофренией, протекающие на фоне церебрально-органической недостаточности // Журнал невропатологии и психиатрии им. С. С. Корсакова. 1989. №1. С. 91-95.
2. Tomlin M.E. Pharmacology & Pharmacokinetics a Basic Reader. New York: Springer, 2010 V. 4. P. 104–106.
3. Фурса О.О., Козловский В.Л. Роль цитохрома P450-зависимой биотрансформации в метаболизме антипсихотиков // Журнал «Социальная и клиническая психиатрия». 2013. Т. 4. №23. С. 51-55.
4. Ann K.D. Development of analytical technology in pharmacogenetic research. Ann K. Daly // Naunyn-Schmiedeberg's Arch Pharmacol. 2004. V. 369. P.133–140.
5. Vessel E.S. Commentary. The antipyrine test in clinical pharmacology: conceptions and misconceptions // Clin. Pharmacol. Ther. 1979. V. 26. № 3. Sep. P. 275-286.
6. Каркищенко Н.Н. Хоронько В.В., Сергеева С.А., Каркищенко В.Н. Фармакокинетика. Ростов-на-Дону: Феникс, 2001. С. 384.

АНАЛИЗ СПЕКТРА ПРОТИВОПОКАЗАНИЙ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ НЕСТЕРОИДНЫХ ПРОТИВОВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ В ВИДЕ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ФОРМ ДЛЯ ЭНТЕРАЛЬНОГО ВВЕДЕНИЯ, ЗАРЕГИСТРИРОВАННЫХ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Хаидбаев И.М., Костерин А.О., Пасынкова О.О.
Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
Islam_-99@mail.ru

Право больного на обезболивание гарантировано п.4 ст.19 Федерального закона от 21.11.2011 N 323-ФЗ "Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации" [1]. Противовоспалительные средства (НПВС) являются одним из методов лечения болевого синдрома [2]. Однако их применение ограничивается как развитием нежелательных лекарственных реакций, так и перечнем противопоказаний.

Согласно рекомендациям FDA, в раздел «Противопоказания» инструкции по медицинскому применению препарата должны включаться заболевания, либо демографические характеристики пациента, либо прием каких-либо других лекарственных средств одновременно, при которых данный препарат не должен назначаться, поскольку риск от его применения будет перевешивать пользу [3].

Таким образом, назначение препарата при наличии противопоказаний является не только нерациональным, угрожающим здоровью пациента, но также может рассматриваться как дефект оказания медицинской помощи [4].

Цель. Оценить распространенность противопоказаний в инструкциях по применению препаратов из группы НПВС.

Методы. Нами были проанализированы противопоказания к использованию препаратов, предназначенных для энтерального введения из группы НПВС. Данные о противопоказаниях были взяты из действующих инструкций по медицинскому применению, размещенных на сайте Государственного реестра лекарственных средств (<https://grls.rosminzdrav.ru/default.aspx>). Сбор информации проводился в период с 1 февраля 2020 года по 28 февраля 2020 года. В анализ были включены все имевшие на период сбора данных регистрацию препараты в лекарственных формах для энтерального применения: таблетки, капсулы, порошки для разведения, капсулы, покрытые оболочкой, ректальные свечи и т.д.). Статистический анализ проводился в среде Excel, производился расчет средних значений, стандартной ошибки среднего, долей, выраженных в процентах. Далее был составлен рейтинг наиболее часто встречающихся противопоказаний

у данной группы препаратов, также были выделены наименования препаратов, имеющих более широкий или узкий диапазон ограничений к применению.

Результаты. Всего в исследование было включено 132 инструкции по медицинскому применению на 21 международное непатентованное наименование. При анализе данных инструкций нами было выявлено 72 различных противопоказания. Наиболее распространенные противопоказания представлены в табл. 1. Во всех инструкциях по медицинскому применению в перечень противопоказаний была включена гиперчувствительность. Также распространенными противопоказаниями являлась беременность, почечная недостаточность, кормление грудью, гиперчувствительность к ацетилсалициловой кислоте, выраженная печеночная недостаточность и кровотечения из желудочно-кишечного тракта.

Таблица 1.

Наиболее распространенные противопоказания к применению НПВС

№№	Противопоказания	Доля инструкций, содержащих данное противопоказание, %
1	Чувствительность к НПВС	100,00
2	Беременность	93,94
3	Выраженная почечная недостаточность	87,88
4	Кормление грудью	87,88
5	Бронхиальная астма, рецидивирующий полипоз и непереносимость ацетилсалициловой кислоты	83,33
6	Выраженная печеночная недостаточность	81,06
7	Активное кровотечение из желудочно-кишечного тракта	78,03
8	Хроническая сердечная недостаточность	73,48
9	Вмешательства на коронарных сосудах (стентирование, аорто-коронарное шунтирование)	68,94
10	Язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки	67,42
11	Воспалительные заболевания желудочно-кишечного тракта	66,67
13	Эрозии желудочно-кишечного тракта в стадии обострения	59,85
14	Клиренс креатинина <30 мл/мин и/или <50 мл/мин	58,33
15	Гиперкалиемия	55,30
16	ЦВЗ	52,27
17	Нарушение гемостаза	40,15
18	Гемофилия	38,63
19	Непереносимость ацетилсалициловой кислоты	37,88
20	Непереносимость лактозы, недостаточность лактазы, синдром глюкозо-галактазной мальабсорбции	31,06

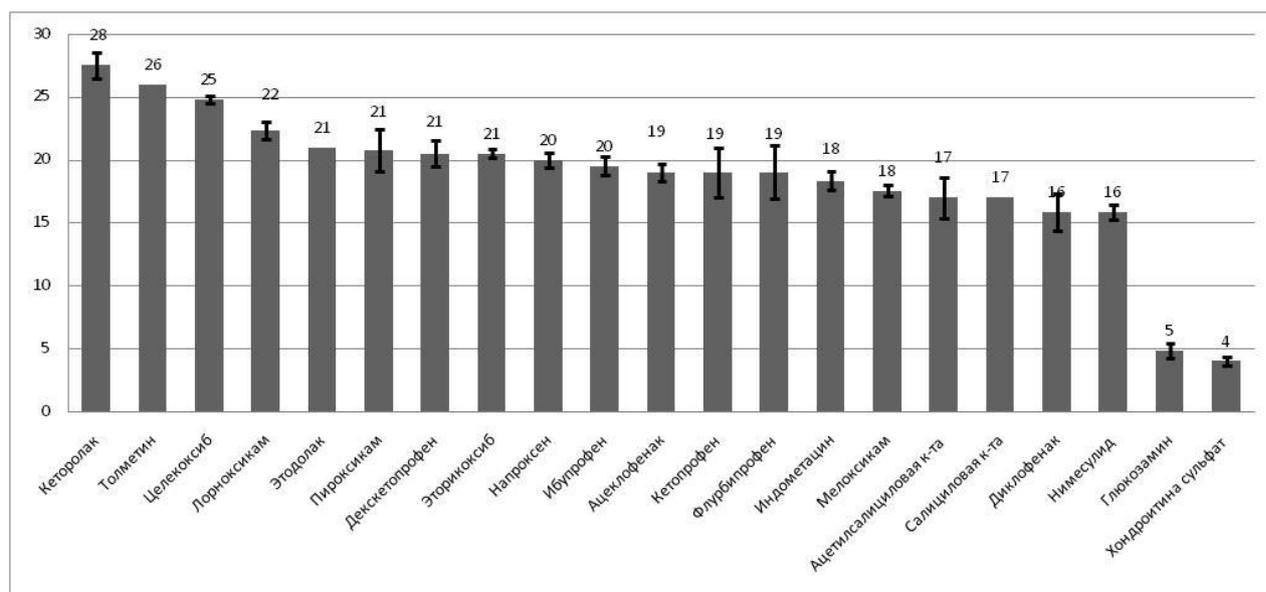


Рис. 1. Среднее количество противопоказаний в инструкциях по медицинскому применению НПВС (усиками представлены стандартные ошибки среднего)

Среднее число противопоказаний в одной инструкции составило $16,68 \pm 0,52$. При анализе по международным непатентованным наименованиям оказалось, что наибольшее число противопоказаний содержится в инструкциях на кеторолак, толметин и целекоксиб, наименьшее – в инструкциях по медицинскому применению глюкозамина и хондроитина сульфата (см. рис. 1). Также относительно низкое количество противопоказаний содержится в инструкциях на ацетилсалициловую кислоту, диклофенак и нимесулид. Таким образом, среди проанализированных нестероидных противовоспалительных средств глюкозамин и хондроитина сульфат имеют наименьшие ограничения к применению с точки зрения сопутствующей патологии.

Выводы. Нестероидные противовоспалительные средства имеют очень широкий круг противопоказаний. Данная группа лекарственных средств не может быть назначена пациентам, страдающим почечной или печеночной недостаточностью, сердечно-сосудистой патологией (хроническая сердечная недостаточность, операции на коронарных сосудах), патологией со стороны желудка и кишечника (язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки, воспалительные заболевания желудочно-кишечного тракта, эрозии в стадии обострения), а также с нарушениями гемостаза. Это существенно ограничивает возможности по подбору анальгетика у данной категории пациентов.

Глюкозамин и хондроитина сульфат имеют благоприятный профиль противопоказаний, обеспечивающий широкий доступ пациентов к этим препаратам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон от 21.11.2011 N 323-ФЗ (ред. от 01.04.2020) «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://base.garant.ru/12191967/> (дата обращения 15.04.2020)
2. Пасынкова О.О., Ключкин И.В., Красильников А.В., Пасынков Д.В. Хронический болевой синдром в гериатрии: подбор лекарственной терапии (обзор литературы) // Вестник современной клинической медицины. 2019. Т. 12, вып. 5. С.81–92.
3. Guidance for Industry. Warning and Precautions, Contraindications, and Boxed Warning Sections of Labeling for Human Prescription Drug and Biological Products – Content and Format. Labeling.: U.S. Department of Health and Human Services Food and Drug Administration. Center for Drug Evaluation and Research (CDER), Center for Biologics Evaluation and Research (CBER). 2011. 13 p.
4. Старченко А.Л., Фуркалюк М.Ю. Медико-юридическая методология понятия «Дефект медицинской помощи» в клинической медицине // Альманах клинической медицины. 2004. №7. С. 77-87.

ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОЙ РЕГИОНАРНОЙ АНАЛЬГЕЗИИ У ДЕТЕЙ С ПЕРЕЛОМАМИ КОСТЕЙ ПРЕДПЛЕЧЬЯ

Ахмадалиев Ш.Ш., Тошбоев Ш.О.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
Андижанский государственный медицинский институт, Андижан
sh.sh.ahmadaliyev@mail.com, shertoshboev@gmail.com

До настоящего времени послеоперационная аналгезия при переломе костей была ингаляционная анестезия в комбинации с опиоидными анальгетиками [5], которая имеет побочные реакции, осложнения и не обеспечивает адекватной послеоперационной аналгезии [2, 5]. Использование методов регионарной анестезии при данном виде оперативного лечения переломов костей предплечья позволяет обеспечить прерывание афферентной импульсации из зоны перелома в интра- и послеоперационном периодах [1, 3]. При операциях на костях предплечья методом выбора является надключичная блокада плечевого сплетения [1, 4].

Цель исследования – выявить особенности послеоперационного обезболивания у детей, перенесших оперативные вмешательства на костях предплечья, используя практику надключичного доступа к плечевому сплетению.

Материал и методы исследования. Исследование проведено на базе травматологии и ортопедии областного многопрофильного медицинского центра г. Андижана в двух группах детей. В группы включены дети в возрасте 5–10 лет с переломом обеих костей предплечья, поступившие в стационар в неотложном порядке и потребовавшие оперативного лечения после неэффективности ручной репозиции. Перспективно были сформированы 2 группы детей общим количеством 51 человек. Все дети соматически здоровы, без сопутствующей патологии. У 25 пациентов 1-й группы оперативное вмешательство проводилось в условиях ингаляционной анестезии в сочетании с опиоидными анальгетиками (изофлюран+фентанил). 26 пациентам 2-й группы после индукции в общую анестезию, выполнена надключичная блокада плечевого сплетения контролем УЗИ, в качестве анестетика использовался 0,375% ропивакаин в дозе 2–2,5 мг/кг. Интраоперационная седация – пропофол 2 мг/кг. Обязательный мониторинг во время оперативного вмешательства включает неинвазивное артериальное давление, ЭКГ и пульсовую оксиметрию. Для оценки интенсивности болевого синдрома в послеоперационном периоде применяли визуально-аналоговую шкалу боли (ВАШ), кратность использования анальгетиков в первые сутки после операции и общую продолжительность их применения. Оценку по ВАШ проводили через 1, 6, 12 и 24 ч после операции.

Результаты исследования. У всех детей (100%) 1-й группы в ранний послеоперационный период возникает выраженный болевой синдром (соответствует 6–7 баллам по ВАШ), который требует применения анальгетиков НПВС (ибупрофен) кратностью каждые 4–6 ч. В то же время во 2-й группе 23 (92%) ребенка не требовали обезболивания в течение суток после операции, у 2-х (8%) детей период послеоперационного обезболивания составил $13,3 \pm 0,12$ ч, для купирования болевого синдрома использовано однократное введение НПВС.

Заключение. В результате проведенного исследования достоверно выявлено ($p \leq 0,05$), что: – использование надключичного доступа при блокаде плечевого сплетения у детей позволяет добиться адекватной анальгезии в первые сутки после операции, не прибегая к использованию других видов обезболивания; – данный вид анестезии при переломе костей предплечья обладает преимуществом над ингаляционной анестезией и снижает продолжительность применения анальгетиков в послеоперационном периоде в 4,9 раза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Айзенберг В.Л., Ульрих Г.Э., Заболотский Д.В. Регионарная анестезия в педиатрии. СПб.: Синтез Бук, 2011.
2. Михельсон В.А., Гребенникова В.А. Детская анестезиология и реаниматология. М.: Медицина, 2001.
3. Майер Г., Бюттнер Й. Периферическая регионарная блокада / Пер с англ.; под ред. П.Р. Камчатного. БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010.
4. Рамфелл Д.П. Регионарная анестезия: самое необходимое в анестезиологии / Пер. с англ.; под ред. А.П. Зильбера, В.В. Мальцева. М.: МЕДпресс-информ, 2007.
5. Means L.J., Ferrari Mancuso T.J. et al. The pediatric sedation unit: A Mechanism for safe pediatric sedation // Pediatrics. 1999. Vol. 103. P. 199.

РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ВЕТРЯНОЙ ОСПЫ В ПЯТИЛЕТНЕЙ ДИНАМИКЕ ПО РЕСПУБЛИКЕ МАРИЙ ЭЛ. 2015-2019 гг.

Бараталиев А.О., Амирова Т.Х. 1

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола

04.01.1996barataliev96@mail.ru

Ветряная оспа (Varicella) — острое инфекционное заболевание, вызываемое вирусом ветряной оспы, поражающим кожные покровы и нервную систему. Клинически характеризуется умеренно выраженной общей интоксикацией, везикулёзной экзантемой, энантемой и длительной персистенцией вируса в виде латентной инфекции, при активизации которой (чаще после 60 лет) протекает в форме опоясывающего лишая. Течение доброкачественное при отсутствии осложнений.

Возбудитель принадлежит к семейству Herpesviridae (от греч. herpes — ползучая), роду Varicellavirus. Вирус герпеса 3 типа — Varicella zoster.

Эпидемиология ветряной оспы: Антропоноз, источник инфекции — больной человек (ветряной оспой и опоясывающим лишаём). Механизм передачи воздушно-капельный (пути — аэрозольный, контактно-бытовой). Заболевание очень контагиозно, но для реализации заражения необходим тесный контакт больного и восприимчивого организма. До 50% заболеваний приходится на возраст 5-9 лет, к 15 годам остается не иммунной прослойка не более 10% населения. Заболеваемость повышается в холодное время года. Иммуитет стойкий, повторные заболевания возможны у лиц с иммунодефицитом, врожденным дефицитом иммуноглобулина А [1].

Республики Марий Эл (РМЭ) субъект Российской Федерации (РФ). Входит в состав Приволжского федерального округа (ПФО), является частью Волго-Вятского экономического района. На севере и востоке граничит с Кировской областью, на юго-востоке с Республикой Татарстан (РТ), на юго-западе с Чувашской Республикой, на западе с Нижегородской областью [1].

Численность населения республики по данным Росстата составляет на 2020 год 679 094 чел., плотность населения — 29,05 чел./км², городское население — 66,47% [1].

Цель научно-исследовательской работы – изучить тенденции заболеваемости ветряной оспы в пятилетней динамике в период 2015-2019 гг. в Республике Марий Эл.

Задачи научно-исследовательской работы:

1. оценить заболеваемость ветряной оспы в РМЭ и ее динамику годовых показателей;
2. провести сравнение заболеваемости ветряной оспы с показателями по РФ, ПФО и РТ;
3. разработать на основании полученных результатов профилактические рекомендации.

Материалы и методы научно-исследовательской работы.

Для решения первой задачи настоящей научно-исследовательской работы был использован ретроспективный эпидемиологический анализ. Необходимо отметить, что эпидемиологический анализ в целом является методом познания эпидемиологии, основанной на сопоставлении и профессиональном осмысливании эпидемиологических материалов, которые собраны в специализированные программы и состоит из оперативно-текущего и ретроспективного анализа. Ретроспективный анализ в свою очередь позволяет

изучить эпидемиологическую обстановку в прошлом и на этой основе проводится прогнозирование заболеваемости.

Материал для эпидемиологического ретроспективного анализа послужили данные из сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях РМЭ за 2015-2019 года и государственных докладов «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Республике Управления Роспотребнадзора Татарстан» за 2015-2018 года [2-5].

Результаты научно-исследовательской работы.

В начале анализа проводится первичная обработка данных (таблица 1), где представлены расчеты инцидентности ветряной оспы по годам в РМЭ.

Таблица 1

Заболеваемость ветряной оспы в Республике Марий Эл в 2015-2019 года

Год	Абс. число (всего)	Показатель на 100 тыс. населения	Абс. число (до 17 лет)	Удельный вес до 17 лет среди всех заболевших, %
2015	6216	904,23	5989	96,3
2016	5564	811,24	5335	95,9
2017	7144	1043,40	6821	95,5
2018	4300	630,19	4071	94,7
2019	4457	655,07	4243	95,2

Далее было изучено распределение годовых показателей заболеваемости ветряной оспы в пятилетней динамике в Республике Марий Эл, для этого первоначально был произведен расчет теоретических уровней заболеваемости ветряной оспы (таблица 2).

Таблица 2

Теоретические уровни заболеваемости ветряной оспы в пятилетней динамике в Республике Марий Эл (2015-2019 гг.)

Год	Иф.факт	X	Иф.факт.*X	X ²	Иф.теор.=Иф.ср.+bx	Δ=Иф.факт-Иф.теор
2015	904,23	-5	-4521,15	25	808,826+(-10,8)*(-5)=862,826	41,404
2016	811,24	-3	-2433,72	9	808,826+(-10,8)*(-3)=841,226	-29,986
2017	1043,40	1	1043,40	1	808,826+(-10,8)*(1)=798,026	245,374
2018	630,19	3	1890,57	9	808,826+(-10,8)*(3)=776,426	-146,236
2019	655,07	5	3275,35	25	808,826+(-10,8)*(5)=754,826	-99,756
N=5	Σ= 4044,13		Σ=- 745,55	ΣX ² =69		ΣΔ=-275,978
Иф.ср.=ΣИф.факт./n=4044,13/5=808,826						ΣΔ+=286,778
b=Σ(Иф.факт.*X)/X ² =-745,55/69=-10,8						

Скорость линейной тенденции составила СТ=2b; СТ=2*(-10,8)=-21,6

Далее был рассчитан прогноз заболеваемости ветряной оспой в Республике Марий Эл на 2020 год.

Определение среднего прогностического показателя и его возможного максимального и минимального значения (пороговых показателей), где I_{средн.прогн.} равнялась 744,0‰, а ее I_{max.прогн.} - 143,4, I_{min.прогн.} - 606,1‰

На последнем этапе анализа было проведено сравнение заболеваемости ветряной оспы в РМЭ и аналогичными показателями РТ, ПФО и РФ (таблица 3). В результате чего было видно, что заболеваемость ветряной оспы значительно выше в РМЭ, чем в РТ, в ПФО и в РФ.

Таблица 3

Заболеваемость ветряной оспы в Республике Марий Эл, Республике Татарстан, Приволжский федеральный округ, Российской Федерации в 2015-2019 года

Год	РФ	ПФО	РТ	РМЭ
2015	562,08	609,69	627,25	904,23
2016	544,59	566,88	652,02	811,24
2017	586,46	591,58	663,3	1043,40
2018	570,76	Нет данных	532,5	630,19
2019	Нет данных	Нет данных	Нет данных	655,07

Заключение.

Таким образом, пятилетняя динамика заболеваемости ветряной оспы населения в РМЭ отличалась синхронными колебаниями годовых показателей. В среднем наибольший удельный вес принадлежит детям до 17 лет (95,6%).

Тенденции заболеваемости ветряной оспой были разнонаправленными, а скорость линейной тенденции заболеваемости ветряной оспой составила СТ=-21,6.

На фоне указанной тенденции отмечаются подъем заболеваемости в 2016, 2017 гг. Последний подъем заболеваемости был отмечен в 2017 г. В 2020 г. ожидается незначительное повышение

В результате проведенного ретроспективного эпидемиологического анализа заболеваемости ветряной оспы в РМЭ за 2015-2019гг. были предложены следующие рекомендации. Во-первых, организовать вакцинацию в детские населенные пункты против ветряной оспы. Во-вторых, активизировать санитарно-просветительскую работу среди населения, в частности с родителями детей дошкольного возраста, в условиях амбулаторно-поликлинической помощи и детских дошкольных учреждениях в виде бесед, памяток и санитарных бюллетеней.

ЛИТЕРАТУРА

1. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki> Ссылка активна на 27.01.2020
2. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Республике Управление Роспотребнадзора Татарстан за 2015 года», Казань, 2015. С.150-228.
3. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Республике Управление Роспотребнадзора Татарстан за 2016 года», Казань, 2016. С.276-292.
4. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Республике Управление Роспотребнадзора Татарстан за 2017 года», Казань, 2017. С.253-264.
5. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Республике Управление Роспотребнадзора Татарстан за 2018 года», Казань, 2018. С.320-334.

ДИНАМИКА МЕДИКО-ДЕМОГРАФИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ЧУВАШСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

Кириллов Н.А.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
kna27zergut@mail.ru

Несмотря на принимаемые меры поддержки со стороны государства, успешной реализации федеральных и республиканских программ по развитию государственной системы здравоохранения, численность населения Чувашской Республики (ЧР) продолжает сокращаться (убыль населения за 2018 г. составила 2 человека на 1000 человек). Так, в течении 2018 г. она сократилась на 7 722 человека по сравнению с 2017 годом и к началу 2019 г. составила 1 223 400 человек. При этом число сельских жителей уменьшилось на 9 406 человек, что составляет около 2% населения, а численность городских жителей увеличилась на 0,2% или на 1 684 человека. Эти данные отражают общую тенденцию снижения числа сельских жителей по отношению к горожанам, которых насчитывается 37 и 63%, соответственно [1].

Как показывает анализ динамики численности населения, на данный процесс оказывают влияние рождаемость, смертность, социально-экономическая привлекательность, внутренние и межрегиональные миграционные процессы. Только за один рассматриваемый 2018 год из республики уехало 5 325 человек, (или 43,4 человека на 10 000 человек населения), что превышает показатели 2017 г. Особенно это коснулось сельского населения, где доля лиц старше трудоспособного возраста в 1,3 раза выше, чем в городской местности. Некоторые исследователи пытаются объяснить причину эмиграции высокой плотностью населения, которая составляет 66,7 человека на 1 кв. км в среднем по республике. Отчасти такое утверждение объясняет снижение удельного веса людей трудоспособного возраста в общей численности населения ЧР, которое за год уменьшилось на 0,8% и составило 55,8% [1-3].

Число родившихся младенцев по сравнению с 2017 годом в ЧР уменьшилось на 891 человек и за исследуемый год составило 13 061, а коэффициент рождаемости (10,6 случая на 1 000 человек населения) оказался ниже, чем в среднем по России (10,9). При этом рождаемость среди городского населения оказалась выше, чем на селе (11,3 и 9,5 случая на 1 000 человек населения).

Снизилось, по сравнению с 2017 годом, число первенцев (на 11,2%) и количество детей, родившихся вторыми (на 6,9% или 5 458 детей), а число третьих и четвертых детей увеличилось на 3,1% и на 0,6%, при сохранении показателей рождаемости пятых и последующих детей на уровне 2017 г. (269 детей). Число умерших в 2018 г. оказалось ниже показателя 2017 года на 154 человека, хотя в 2019 г. показатель общей смертности населения ЧР превысил предыдущие годы. В числе основных причин смерти жителей республики оказались болезни органов системы кровообращения (около 39% всех умерших), новообразования (12%), внешние причины смерти (11%), болезни органов пищеварения (около 6%) и дыхания (чуть больше 5%).

Если взять смертность населения от болезней системы кровообращения, то значение данного показателя за год увеличилось на 7% и составило в 2018 г. 491,3 случая на 100 000 человек. При этом смертность от внешних причин в 2018 году уменьшилась по сравнению с 2017 годом на 11%, хотя данный показатель в расчете на 100 000 человек в республике остался на высоком (138 случаев), по сравнению со смертностью от внешних причин по России (89) и ПФО (98 случаев).

В структуре смертности от внешних причин наибольший процент приходился на дорожно-транспортные происшествия (11,0%), отравления алкоголем (3,5%), самоубийства (3,2%) и убийства (2,7%). Сохранилась при этом тенденция повышения доли смертности населения от всех видов транспорт-

ных несчастных случаев (на 3,4%), особенно от дорожно-транспортных происшествий (на 4,1%), хотя смертность от отравлений алкоголем, по сравнению с 2017 годом, снизилась на 46%, от самоубийств – на 22% и от убийств – на 26%.

К сожалению, на втором месте в структуре общей смертности населения в 2018 г. оказались новообразования, смертность от которых повысилась за год на 0,5% и составила 154,8 случая на 100 000 человек. Такие показатели смертности связаны с высокой заболеваемостью. Так, в 2018 г. на территории ЧР зарегистрировано 2 731 300 острых и хронических заболеваний, из которых 1 140 500 или 42% приходится на долю впервые установленных [1-3].

В целом, общая заболеваемость в республике оказалась выше показателя 2017 г. на 2,6% и составила 2 225,5 случая на 1 000 человек населения, что выше показателей по России и ПФО (838,8). Среди причин заболеваемости населения республики на 1 месте оказались болезни органов дыхания (42,3%); на втором месте – травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин (10,5%), а на третьем месте – болезни мочеполовой системы (8,2%).

Анализ распространенности заболеваний в ЧР показывает, что на протяжении ряда лет ведущее место занимают болезни органов дыхания (21,2%), кровообращения (17,6%) и костно-мышечной системы (9,0%). Повысились и показатели уровня заболеваемости среди подростков (на 1,6% или 1 386,1 случая на 1 000 человек) и, особенно, за счет болезней мочеполовой системы (на 21,3%), травм, отравлений и некоторых других последствий воздействия внешних причин (7,3%), болезней органов дыхания (на 4,3%).

Если среди подростков 15–17 лет чаще регистрируются высокие показатели заболеваемости болезнями органов дыхания, связанные чаще инфекциями верхних дыхательных путей, болезнями пищеварения и мочеполовой системы, то в возрастной группе с 18 лет и старше наиболее часто встречаются хронические неинфекционные заболевания органов дыхания, мочеполовой системы, а также несчастные случаи, травмы и отравления. Среди лиц трудоспособного возраста ведущими причинами являются болезни органов дыхания (30,3%), травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин (14,3%) и болезни мочеполовой системы (13,7%).

Следует отметить, что в структуре заболеваемости органов дыхания наибольший процент приходится на респираторные инфекции верхних дыхательных путей (около 74%). Особую озабоченность у медиков вызывает увеличение числа больных с хронической патологией, заболеваниями аллергической природы и пневмонии (рост на 24%). Также наблюдается в республике рост заболеваемости хроническим бронхитом и эмфиземой, хронической обструктивной легочной патологией. В число факторов, способствующих хронизации болезней органов дыхания, входит табакокурение и другие вредные привычки, а также профессиональная вредность [1-3].

Факт превышения на 9,7% заболеваемости городского населения патологиями органов дыхания над сельским населением можно объяснить лучшим качеством атмосферного воздуха в сельской местности и меньшей обращаемостью селян за медицинской помощью.

Как видно из вышеперечисленных данных, риск поражения болезнями органов дыхания в 2018 г. в Чувашии оставался на высоком уровне. Поэтому в республике в течение 2018 г. было проведено 1 839 мероприятий по информированию населения о факторах риска возникновения болезней органов дыхания.

В рамках данных мероприятий на зданиях медицинских организаций были размещены баннеры, призывающие к здоровому образу жизни; на официальных сайтах медицинских организаций в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» периодически обновлялась информация о методах предупреждения, профилактики, лечения болезней органов дыхания; в медицинских и научно-образовательных учреждениях были проведены научно-практические конференции и организована публикация материалов на тему бронхолегочных заболеваний и их профилактики; проведено шесть трансляций теле- и радиопередач по вопросам профилактики болезней органов дыхания; выпущено более восьми тысяч экземпляров информационных листов для больных и пациентов; организованы массовые акции, приуроченные ко Всемирному дню без табака, Всемирному дню борьбы с бронхиальной астмой, Всемирному дню спирографии, Всемирному дню борьбы с пневмониями, Всемирному дню борьбы против обструктивной болезни легких.

Кроме этого, в рамках выполнения плана мероприятий по снижению заболеваемости и смертности от болезней органов дыхания в Чувашии, на базах медицинских организаций были открыты и успешно функционировали кабинеты отказа от курения, через которые прошло за год более 10 000 человек. В целях профилактики гриппа проведена вакцинация населения, в которой приняло участие 44% населения. Дополнительно в иммунизации против пневмококковой инфекции приняло участие 16 912 человек, в числе которых оказалось 13 177 детей и 3 735 взрослых из групп риска [1].

Постоянный эпидемиологический надзор за внебольничными пневмониями проводился в соответствии с МУ 3.1.2.3047–13.3.1.2. «Инфекции дыхательных путей. Эпидемиологический надзор за внебольничными пневмониями. Методические указания». При этом охват ежеквартальным диспансерным наблюдением лиц, перенесших пневмонию, составил около 95%. Эти меры способствовали некоторому сниже-

нию показателя заболеваемости гриппом и ОРВИ (на 2,8% ниже, чем в 2017 году), который составил 18 512,1 на 100 000 человек, что ниже среднероссийского уровня на 12,2%. Всего за год было зарегистрировано 573 случая гриппа, что составляет 0,25% от удельного веса в суммарной заболеваемости. При этом число случаев внебольничной пневмонии оказалось намного выше (649,7 на 100 000 населения или на 47%), чем в 2017 г., что на 32,0% выше среднероссийского уровня.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственный доклад «О состоянии здоровья населения Чувашской Республики в 2018 году». Чебоксары, 2019. 100с.
2. Кириллов Н.А., Павлова И.Ю. Динамика смертности населения в Чувашской Республике на примере Чебоксарского района //Сборник статей международной научной конференции: Современные проблемы медицины и естественных наук. 2019. С. 45-47.
3. Кириллов Н.А., Павлова И.Ю. Причины высокой смертности населения Чувашской Республики //Сборник статей международной научной конференции: Современные проблемы медицины и естественных наук. 2019. С. 47-48.

ПОЛУЧЕНИЕ ПРОТИВОУГРЕВОЙ ГЕЛИ НА ОСНОВЕ ЭРИТРОМИЦИНА

Бобоев М.М., Мадумарова М.М

Андижанский государственный медицинский институт, г. Андижан
Ayubshoh@mail.ru

Введение. Среди лекарственных препаратов, используемых при лечении угревой сыпи, особое место занимают антибиотики. Обладая бактериостатическим свойством, они позволяют снизить концентрацию жирных кислот до двух раз и угнетают двигательную реакцию микроорганизмов на химический раздражитель нейтрофилов. Наибольшее распространение получили такие антибиотики, как: тетрациклин, эритромицин, линкомицин, клиндамицин. Перечисленные препараты лучше других адсорбируются, кумулируются в сальных железах и обладают самой высокой антибактериальной активностью. Лучшую растворимость в липидах их этого списка имеет эритромицин и его аналоги. По этой причине они считаются максимально эффективными.

Эритромицин – это препарат антибиотической группы, основное действие которого – противовоспалительное и противомикробное. Средство активно борется с различными микроорганизмами, в том числе стафилококками и стрептококками. Основные положительные качества использования эритромицина в борьбе с описываемой кожной проблемой следующее: выраженное противомикробное действие; активное влияние на состояние воспаленного участка, крупные прыщи довольно быстро уменьшаются в размерах; минимизируется краснота; риск того, что после останется темное пятно, минимален.

Показаниями к применению данного препарата служат легкая и средняя степени течения угревой болезни. Этот антибиотик имеет свойство накапливаться в сальных железах, обладает высокой антимикробной активностью и лучше переносится пациентами [3].

Цель исследования: Исходя из выше изложенного, целью настоящего исследования была разработка состава и технологии геля на основе эритромицина, который обладает противовоспалительным, противомикробным и противоугревым действием.

Методы исследования: Как известно, гель состоит из действующего вещества и основы. Правильно подобранная основа — это гарант, терапевтической эффективности данного препарата. При разработке геля и выборе вспомогательных веществ, руководствовались основными правилами: компоненты геля должны быть совместимы, не вызывать раздражающего действия, способствовать максимальному высвобождению активного вещества и обеспечивать легкость при нанесении.

Значение рН показателя определяли потенциометрическим методом согласно ГФ XI. Определение коллоидной стабильности осуществляли методом центрифугирования. Определение термостабильности проводили в термостате при температуре 40-45 °С в течении 7 суток, затем переносили на 7 суток в холодильник с температурой 10-12°С, далее гель в течении трех суток выдерживали при комнатной температуре [1,2].

Результаты исследования: Известно, что гели, изготовленные на основе различных полимеров, имеют ряд преимуществ перед лекарственными формами на липофильных основах. Так как, при нанесении на кожу они образуют тонкие плёнки, обеспечивая длительный эффект препарата, а также они более полно и равномерно высвобождают действующие вещества, поглощают кожные выделения, хорошо распределяются на кожной поверхности, оказывают охлаждающее действие, не нарушают физиологические функции кожи, не вызывают аллергических реакций, не загрязняют одежду, имеют соответствующий товарный вид и консистенцию [2,4,5].

На первом этапе исследований был проведен предварительный выбор компонентного состава вспомогательных веществ разрабатываемого геля. Установлено, что потенциально востребованными в этой связи могут быть гидрофильные соединения такие как: метилцеллюлоза (МЦ), натрий карбоксиметилцеллюлоза (Na-КМЦ), карбопол, полиэтиленоксиды (ПЭО) различных марок, поливиниловый спирт (ПВС), желатин

и пектин. С применением данных вспомогательных компонентов были приготовлены гелевые композиции различного состава. В ходе исследований было установлено наиболее оптимальный состав геля, который состоит: эритромицин 1,0 г, Na-КМЦ 4,0 г, глицерин 5,0 г, натрий бензоат 0,1 г и вода, очищенная до 100,0 мл.

Выявление оптимального состава геля с эритромицином позволило далее перейти к разработке технологии получения данной лекарственной формы.

Технология получения геля с эритромицином, проводилось следующим образом: Был приготовлен раствор Na-КМЦ. В фарфоровую чашку помещали рассчитанное количество Na-КМЦ и залили половинным количеством от массы комнатной температуры воды очищенной и оставляли набухать на 60 минут. После набухания добавили остальную воду очищенную, затем нагревали на водяной бане при температуре 50-70°C и перемешивали до полного растворения. Далее был приготовлен раствора эритромицина и раствор натрия бензоата по отдельности. Для этого в мерном цилиндре растворяли натрий бензоат затем эритромицин с необходимым количеством воды очищенной и перемешивали до полного растворения. Готовый раствор эритромицина фильтровали. Самой последней стадией было смешивание всех готовых компонентов и гомогенизация геля. Для этого в гомогенизатор добавляли полученный раствор Na-КМЦ, раствор эритромицина, раствор натрия бензоата и глицерина. Перемешивание проводили со скоростью 50-100 об/мин в течение 30-40 минут до получения однородной гелеобразной массы. Готовый гель имеет приятный внешний вид, без механических включений, безцветный со слабым желтоватым оттенком, без запаха, гелеобразной консистенции, при использовании легко наносится, плотно прилегая к поверхности кожи, быстро высыхает, образуя плёнку, не обладает липкостью, не пачкает одежду, стабилен при хранении.

Выводы: Таким образом, в результате проведенных исследований разработан состав и технология геля с эритромицином.

Технологический процесс приготовления геля включает в свой состав несколько основных этапов: получение водного раствора гелеобразующего компонента (Na-КМЦ), водных растворов эритромицина, натрия бензоата; последующее смешивание компонентов и гомогенизацию геля. Разработанная технология получения противовоспалительного геля с эритромицином имеет достаточно традиционное построение и может быть реализована без существенных затрат фармацевтическими предприятиями разного уровня и применяется в качестве противовоспалительного средства против угревой болезни.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьева В.М., Алхимова Е.В. Технология и нормы качества экспериментального стоматологического геля «Эстофит дента»// *Фундаментальные исследования*. 2013. № 10-6. С. 1307-1311.
2. Государственная Фармакопея СССР, X издание. М.: Медицина, 1968. 1081 с.
3. М.Д. Машковский. Лекарственные средства, 16-ое издание, Новая Волна, 2019.
4. Максименкова К.И., Лосенкова С.О., Кириллов С.К. Влияние низкочастотного ультразвука на микробиологическую чистоту и стабильность дерматологического геля с гипоксеном при хранении // *Научный потенциал мира: материалы IX научно-практической конференции*, Болгария. София, 2013. т. 16. С. 6-7.
5. Семкина О.А. Разработка состава и технологии мягких лекарственных форм эвкалимина: Дисс. ...к.ф.н. М., 2005.
6. Семкина О.А. Джавахян М.А., Левчук Т.А., Охотникова В.Ф. Вспомогательные вещества, используемые в технологии мягких лекарственных форм (мазей, гелей, линиментов, кремов)//*Химико-фармацевтический журнал*. 2005. Т.39. №9. С. 45-48.
7. Сампиев А.М., Беспалова А.В., Никифорова Е.Б. Разработка технологической схемы получения детского стоматологического геля с тримекаином // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2017. № 2-1. С. 59-62

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛИМОРФИЗМА ГЕНОВ, АССОЦИИРОВАННЫХ С НАРУШЕНИЯМИ ФОЛАТНОГО ЦИКЛА У ЖЕНЩИН РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

Пичугина М.В.¹, Кузнецова О.Г.¹, Иванова И.А.², Милютин Д.И.¹, Ведерников А.А.¹

¹ – Марийский государственный университет, Йошкар-Ола

² - Республиканский центр по профилактике и борьбе со СПИД и инфекционными заболеваниями, Йошкар-Ола
aa.vedernikov90@gmail.com

Фолиевая кислота и ее метаболиты играют важную роль в синтезе аминокислот, нуклеиновых кислот, пуринов, пиримидинов, витаминов, принимают участие в процессах метилирования ДНК. Кроме того, цикл фолиевой кислоты тесно связан с метаболизмом гомоцистеина. В научной литературе показано, что генетически обусловленные нарушения метаболизма фолатов могут повышать риск возникновения сердечно-сосудистых заболеваний, репродуктивных проблем у мужчин и женщин, развития дефекта нервной трубки плода и даже онкологических заболеваний [1-7]. Цель настоящей работы заключается в изучении особенностей полиморфизма генов, ассоциированных с нарушениями фолатного цикла у женщин, проживающих в Республике Марий Эл.

Материалы и методы

Определение генотипа проводили методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) «в реальном времени». ПЦР проводили в детектирующем амплификаторе ДТпрайм (ДНК Технология, Россия), анализ результатов ПЦР проводили в автоматическом режиме с использованием программного обеспечения к прибору ДТпрайм (ДНК Технология, Россия).

Обсуждение результатов

В работе проведено исследование полиморфизма генов, ассоциированных с нарушениями фолатного цикла, у 135 женщин из Республики Марий Эл. Все исследуемые были генотипированы по аллельным вариантам генов, кодирующих основные ферменты фолатного цикла: В12 зависимую метионин-синтазу (MTR), метилентетрагидрофолатредуктазу (MTHFR), метионин-синтаза-редуктазу (MTRR).

Согласно полученным данным, более половины исследуемых являются носителями генотипа MTR 2756 AA, который не оказывает негативного влияния на метаболизм фолатов и гомоцистеина, тогда как носительство гетеро- и гомозиготное полиморфных аллелей MTR A2756G может приводить к гипергомоцистеинемии, повышенному риску сердечно-сосудистых заболеваний, репродуктивным проблемам и развитию синдрома Дауна у плода [1, 4-6]. У носителей гомозиготы MTR 2756 GG или MTHFR 677 TT часто наблюдается привычное невынашивание беременности. В нашем исследовании встречаемость данных генотипов составляет 8% и 6% соответственно, что сопоставимо с данными, полученными по Восточной Сибири, Турции и некоторым странам Европы [2, 9, 10]. Встречаемость «негативного» генотипа MTHFR 677 TT у жительниц нашей республики практически в два раза ниже среднего показателя по Европе и Северной Америке, и существенно ниже по сравнению с данными по провинциям Китая, за исключением Гонконга и Хайнаня, где получены результаты, сопоставимые с нашими [2, 8].

У преобладающего большинства исследуемых в нашей республике обнаружено носительство одного или двух вариантных аллелей MTRR A66G, что приводит к снижению функциональной активности фермента метионин-синтаза-редуктазы, и, как следствие, может вызывать повышение концентрации гомоцистеина в плазме крови, повышенному риску сердечно-сосудистых заболеваний и дефектам нервной трубки плода. По сравнению с данными по Китаю и Турции, носительство одного или двух вариантных аллелей MTRR A66G в нашей республике встречается существенно чаще [8, 10].

Полиморфизм MTHFR так же часто связывают с повышенным риском сердечно-сосудистых заболеваний. Показано, что носительство хотя бы одной полиморфной аллели MTHFR 677T и MTHFR 1298C существенно снижает активность фермента, вызывает пороки развития плода, риск раннего самопроизвольного прерывания беременности. Наличие аллели MTHFR 677T или генотипа MTHFR 1298 AA почти в два раза увеличивает риск сердечно-сосудистых осложнений [1-3].

Подробные данные по встречаемости всех генотипов данных генов в нашей республике представлены в таблице 1.

Также были рассмотрены варианты частоты встречаемости вариантов сочетания данных генотипов исследуемых генов. Всего было получено 38 возможных комбинаций. Наиболее часто встречались комбинации генотипов (MTR 2756 AA; MTHFR 1298 AC; MTHFR 667 CC; MTRR 66 AG; MTR 2756 AA) и (MTHFR 1298 AC; MTHFR 667 CT; MTRR 66 AG) (по 7,4% от общего количества исследований). Встречаемость «диких» генотипов без полиморфизма составило всего 1,5%, все они характеризуются отсутствием нарушения работы основных ферментов фолатного цикла и метаболизма гомоцистеина. Частота встречаемости наиболее тяжелых случаев, когда наблюдается наличие двух полиморфных аллелей практически у всех исследуемых генов составляет менее одного процента. Однако стоит отметить, что по данным некоторых авторов, негативный эффект полиморфизма генов проявляется преимущественно при дефиците фолиевой кислоты и витамина В12 [1, 2].

Таблица 1

Встречаемость различных генотипов исследуемых генов

Ген	SNP	Генотип	Встречаемость, %
MTR В12 зависимая метионин-синтаза	2756 A>G (Asp91Glu)	AA	52
		AG	40
		GG	8
MTHFR метилентетрагидрофолатредуктаза	1298 A>C (Glu429Ala)	AA	39
		AC	49
		CC	12
	677 C>T (Ala222Val)	CC	57
		CT	37
		TT	6
MTRR	66 A>G	AA	16

метионин-синтаза-редуктаза	(Ple22Met)	AG	52
		GG	33

Заключение

Проведенное исследование показало высокую вариабельность полиморфизма генов, ассоциированных с нарушениями фолатного цикла и метаболизмом гомоцистеина у женщин Республики Марий Эл. На основании анализа литературы и полученных данных можно дать рекомендации населению, особенно с предрасположенностью к сердечно-сосудистым патологиям и планирующим беременность, соблюдать богатую фолиевой кислотой диету и пройти исследование генов, кодирующих основные ферменты фолатного цикла, для определения их особенностей и последующей корректировки фолатного статуса и уровня гомоцистеина.

ЛИТЕРАТУРА

1. Комаров А.Л., Шахматова О.О., Ребриков Д.В., Д.Ю. Трофимов Д.Ю., Коткина Т.И., Илющенко Т.А., Деев А.Д., Панченко Е.П. Влияние генетических факторов, ассоциированных с тромбозами, на долгосрочный прогноз больных хронической ишемической болезнью сердца // Рациональная фармакотерапия в кардиологии. 2011. Т. 7. № 4. С. 409–425.
2. Klerk M., Verhoef P., Clarke R., Bloom H.J., Kok F.J., Schouten E.J. MTHFR 677C-T Polymorphism and risk of coronary heart disease // JAMA. 2002. Vol. 288. № 16. P. 2023-2031.
3. Hiraoka M. and Kagawa Y. Genetic polymorphisms and folate status // Congenital Anomalies. 2017. Vol. 7. P. 142–149.
4. Sangrajrang S., Sato Y., Sakamoto H. [et al.] Genetic polymorphisms in folate and alcohol metabolism and breast cancer risk: a case-control study in Thai women // Breast Cancer Res Treat. 2010. Vol.123. P.885-93.
5. Bosco P., Guéant-Rodriguez R.M., Anello G. [et al.] Methionine synthase (MTR) 2756 (A → G) polymorphism, double heterozygosity methionine synthase 2756 AG/methionine synthase reductase (MTRR) 66 AG, and elevated homocysteinemia are three risk factors for having a child with Down syndrome // Am J Med Genet A. 2003. Vol. 121A (3). P. 219-224.
6. Mtırroui N., Zammiti W., Ghazouani L. [et al.] Methylenetetrahydrofolate reductase C677T and A1298C polymorphism and changes in homocysteine concentrations in women with idiopathic recurrent pregnancy losses // Reproduction. 2006. Vol. 131(2). P. 395–401.
7. Kelly T.L., Neaga O.R., Schwahn B.C., Rozen R., Trasler J.M. Infertility in 5,10-methylenetetrahydrofolate reductase (MTHFR)-deficient male mice is partially alleviated by lifetime dietary betaine supplementation // Biol Reprod. 2005. Vol. 72(3). P. 667.
8. Yang B., Liu Y., Li Y., Fan S., Zhi X, [et al.] Geographical Distribution of MTHFR C677T, A1298C and MTRR A66G Gene Polymorphisms in China: Findings from 15357 Adults of Han Nationality // PLoS ONE. 2013. V. 8(3): e57917.
9. Иевлева К.Д., Байрова Т.А., Колесников С.И., Калюжная О.В. Распространенность полиморфизма 2756A>G гена метионин-синтазы в популяциях Восточной Сибири // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. 2014. № 6(100). С. 108-110.
10. Aşlar D., Taştan H. Prevalence of MTHFR, MTR and MTRR gene polymorphisms in Turkish patients with nonsyndromic cleft lip and palate // Gene Ther Mol Biol. 2014. Vol. 16. P. 115-129.

ВЛИЯНИЕ АНТИБИОТИКОВ НА СЛИЗИстую ОБОЛОЧКУ И СИМБИОТИЧЕСКИЕ ОРГАНИЗМЫ КИШЕЧНИКА

Челядникова Ю.А., Мусатов Г.А.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
ylechka8sgor@gmail.com

Кишечная микробиота влияет на основные функции человека, включая пищеварение, энергетический обмен и воспаление, модулируя многочисленные эндокринные, нервные и иммунные пути хозяина [1]. Чрезмерное употребление антибиотиков может привести к негативным клиническим последствиям. Выделяя взаимосвязь между микробиотой, антибиотиками и сопутствующими заболеваниями, представляется вероятным, что антимикробная терапия может индуцировать различные метаболические, аутоиммунные и инфекционные заболевания.

Мы предприняли попытку обобщить влияние антибиотиков на развитие воспалительных процессов желудочно-кишечного тракта.

Кишечная микробиота - это сложная экосистема, состоящая из различных микроорганизмов. Наиболее частый патологический процесс, связанный с применением антибиотиков, – дисбактериоз – истощение здоровой микрофлоры кишечника.

Общие черты постантибиотического дисбиоза включают утрату таксономического и функционального разнообразия в сочетании со снижением колонизационной резистентности к вторгающимся патогенам. Дисбактериоз может привести к прогрессирующей атрофии слизистой оболочки кишечника, ослаблению всасывания питательных веществ и нарушению процесса пищеварения, интоксикации организма.

Антибиотики способны воздействовать на патогистоморфологию и функционирование клеток слизистой оболочки разных отделов тонкого кишечника. В исследовании у мышей с дефицитом NLRP6 приводит к уменьшению слоя слизи – нарушение секреции бокаловидных клеток, - что обеспечивает повышенную восприимчивость клетками кишечника к действию антибиотиков. Активация NLRP6 опосредует секрецию IL-18 через каспазу-1. IL-18 действует как провоспалительный цитокин, который подавляет выработку муцина, путем ингибирования созревания бокаловидных клеток, тем самым способствуя развитию

колита (обычно наблюдается при язвенном колите). При дисбактериозе происходит уменьшение числа полезных бактерий, способствующих нормальному процессу пищеварения, вследствие чего происходит его нарушение. Начинаются процессы брожения и гниения, с выходом токсичных веществ, способных привести к интоксикации организма.

Дисбактериоз связывают с заболеваниями: диабетом второго типа, инсулинорезистентностью, ожирением, сердечно-сосудистыми заболеваниями, воспалительными заболеваниями кишечника и колоректальным раком.

Наиболее частым и хорошо изученным последствием кишечного дисбактериоза, возникающего в результате приема антибиотиков, является антибиотик-ассоциированная диарея. Она является непосредственным и краткосрочным неблагоприятным эффектом лечения антибиотиками, возникает примерно в 20% случаев и зависит от класса антибиотиков, наличия факторов риска у пациентов.

Получены новые данные, свидетельствующие, что микробиом может оказывать влияние на доклиническую фазу артритов несколькими способами, в том числе путем отклонения в разнообразии и составе микрофлоры (дисбиоз), а также действуя в качестве мишенной иммунологической дисрегуляции. Измененная синантропная микрофлора является фактором инициации и поддержания хронического воспаления при спондилоартритах, к которым в настоящее время относят: анкилозирующий спондилит, псориатический артрит, реактивные артриты, энтеропатические артропатии (артриты при воспалительных заболеваниях кишечника) и недифференцированные спондилоартриты. На основании результатов, проведенных за последние годы генетических, микробиологических и иммунологических исследований, показано, что роль кишечника в патогенезе спондилоартритов приобретает ключевое значение [2].

Ряд проведенных за последнее время исследований доказал, что длительное применение антибиотиков в раннем и среднем взрослом возрасте ассоциировалось с повышенным риском развития колоректальной аденомы [3]. Около 15% всех случаев рака связаны с вирусной или бактериальной инфекцией [4]. Инфекционный агент, особенно вирусы, могут инициировать или усиливать рост опухоли путем индукции хронического воспаления, перенося активные онкогены в геном хозяина или способствуя иммуносупрессии [4]. Микробные патогены могут влиять на опухолевый процесс либо непосредственно веществами, которые приводят к повреждению ДНК, например, оксид азота или активные формы кислорода, либо косвенно путем создания провоспалительного микроокружения к вирусной или бактериальной инфекции. Сравнение образцов стула выявило уменьшение количества полезных микробов, таких как *Bifidobacterium*, *Faecalibacterium* и *Blautia* и увеличение *Fusobacterium* и *Porphyromonas*. Воспаление также является важным фактором, способствующим прогрессированию колоректального рака через кишечную микробиоту.

Но микробиота также может обеспечить защиту от колоректального рака и предотвращение канцерогенеза. Микробный метаболит бутират активирует рецептор GPR109, что запускает выработку цитопротекторного IL-18 и индуцирует дифференцировку Treg-клеток через IL-10 при одновременном ингибировании образования провоспалительных Th17-клеток [4]. Пробиотики такие как бифидобактерии и лактобациллы создают благоприятное микроокружение, которое уменьшает не только воспалительные состояния, но и возникновение колоректального рака [5].

Таким образом, даже кратковременное лечение антибиотиками приводит к сдвигу функционирования микробиоты кишечника, вызывающему дисбактериоз. Дисбактериоз является большой проблемой, так как в условиях сниженной полезной микрофлоры кишечника происходит активное размножение антибиотикорезистентных патогенных бактерий и вирусов. Изменения в нормальном функционировании кишечника приводят к дисфункции организма. Поэтому лечение антибиотиками необходимо производить только по назначению врача, после их тщательного подбора, строго по рецепту либо под наблюдением врача. Самолечение вредно не только антибиотикорезистентностью, но и воспалительными и патологическими процессами в слизистой оболочке кишечника. При употреблении антибиотиков в комплексе необходимо применять пробиотики, способствующие восстановлению нормальной деятельности микрофлоры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Adak A., Khan M. R. An insight into gut microbiota and its functionalities // *Cellular and Molecular Life Sciences*. 2019. Vol. 76(3). P. 473-493.
2. Jethwa H., Abraham S. 2017. The evidence for microbiome manipulation in inflammatory arthritis // *Rheumatology (Oxford)*. 2017. Vol. 56(9). P. 1452-1460.
3. Cao Y., Wu K., Mehta R., Drew D.A., Song M., Lochhead P., Nguyen L.H., Izard J., Fuchs C.S., Garrett W.S., Huttenhower C., Ogino S., Giovannucci E.L., Chan A.T. Long-term use of antibiotics and risk of colorectal adenoma // *Gut*. 2018. Vol. 67(4): 672-678.
4. Weiss G.A., Hennet T. Mechanisms and consequences of intestinal dysbiosis // *Cellular and Molecular Life Sciences*. 2017. Vol. 74(16). P. 2959-2977.
5. Gao R., Gao Z., Huang L., Qin H. Gut microbiota and colorectal cancer *Gastroenterol Hepatol Bed Bench*. 2018. Vol. 11(2). P. 101-109.
6. Lange K., Buerger M., Stallmach A., Bruns T. Effects of Antibiotics on Gut Microbiota // *Digestive Diseases*. 2016. Vol. 34(3). P. 260-268.
7. Yoon M.Y., Yoon S.S. Disruption of the Gut Ecosystem by Antibiotics // *Yonsei Med Journal*. 2018 Vol. 59(1). P. 4-12.

THE VALUE OF ULTRASOUND ADDED TO MAMMOGRAPHY IN BREAST CANCER SCREENING PROGRAM

Ipatova M.A.¹, Pasyukov D.V.^{1,2}

1 — Mari State University, Yoshkar-Ola

2 — Oncology Dispenser of Mari El Republic, Yoshkar-Ola
marinka-malinka.777@yandex.ru

Introduction

Breast cancer is the most frequent cancer among women, impacting 2.1 million women each year, and also causes the greatest number of cancer-related deaths among women. In 2018, it is estimated that 627,000 women died from breast cancer – that is approximately 15% of all cancer deaths among women. [1].

The incidence of breast cancer in the Russian Federation in 2017 corresponded to 70,569 new cases, the standardized rate was 51.95 per 100,000 women and increased by 22.68% during the last 10 years [2].

Clinical Breast Examination (CBE) of both breasts is performed by a trained health professional. The sensitivity of this method is 18.2%, specificity 48, 2% [3].

Mammography is the most common screening test for breast cancer. There are two types of mammography: digital and screen-film. Digital mammography, also called full-field digital mammography (FFDM), is a mammography system where the x-ray film is replaced by electronic detector that converts x-ray into mammographic pictures of the breast. The sensitivity of this method is 93.5%, specificity 72.9% [4]. Screen-film mammography is a traditional diagnostic method. The sensitivity of this method is 61.5%, specificity 97% [5].

Digital breast tomosynthesis (DBT) also called three-dimensional (3-D) mammography and digital breast tomosynthesis an advanced form of mammography, that uses a low-dose x-ray system and computer to create three-dimensional images of the breasts. The sensitivity of this method is 93%, specificity 84% [6].

Ultrasound is not used on its own as a screening test for breast cancer. Rather, it is used to complement other screening tests. The sensitivity of this method is 95,0–98,4%, specificity 42–59% [6].

Magnetic resonance imaging (MRI) may be used to screen women who have a high risk of breast cancer. The sensitivity of this method is 96-98%, specificity 74,0–76,5% [6].

To summarize, none of the methods provides the best results when used independently; development of combination options is necessary. Therefore, the purpose of this study was to determine the diagnostic value of mammography in combination with breast ultrasound.

Material and methods

We examined by ultrasound 6788 women with fibrocystic breast disease (FBD). All patients were divided into two groups. The first group included 4187 patients aged 22–52 years for whom clinically and/or mammographically FBD was diagnosed without any focal lesions. They were sent for ultrasound screening of breast cancer. Group 2 were women (2501 people) aged 16–68 years [7]. Ultrasound in this group was performed for differential diagnosis of lesions identified during the clinical examination and/or mammography.

The results of ultrasound of the first group were analyzed to determine the sensitivity and specificity of ultrasound in the breast cancer detection and differential diagnosis, of the second group - to assess only the specificity of the modality.

Ultrasound was performed on the device SonoAce 8000EX, Siemens-Acuson X150, DC-8 EXP with linear probes with a frequency of 5-14 MHz. The results of the examination expressed in accordance with the BIRADS classification. According to it, all the findings were classified into 6 categories: 0 – no lesion found; 1 - unconditionally benign lesion; 2 - probably benign lesion; 3 - intermediate lesion; 4 - probably malignant lesion; 5 - certainly malignant lesion. Morphological verification of the lesions was carried out by means of a fine-needle aspiration or core biopsy under the control of an ultrasound followed by a cytological examination and/or histological examination. In unclear situations the excision biopsy was performed. In addition to ultrasound, all patients underwent clinical breast examination, most of them - mammography.

Results

In the first group, the ACR A density of the breast parenchyma during mammography was detected in 210 (5.01%) patients, ACR B - in 555 (13.26%), ACR C - in 2339 (55.87%), ACR D - in 1083 (25.86%). A total of 51 lesions were identified, regarded as suspicious and required a biopsy, of which 21 were BIRADS category 3, 26 — BIRADS 4 and 5. Among these patients, a diagnosis of breast cancer was made in 14. As mentioned above, these lesions were not palpable and were not detected by mammography. All patients were treated surgically. The size of the tumors determined during the surgery ranged from 6 to 23 mm. In one case there was ductal carcinoma in situ, in 11 - invasive ductal carcinoma T1, in 1 - invasive lobular carcinoma T1, in 1 - invasive ductal carcinoma T2. A metastatic spread to 1-3 regional lymph nodes, not detected during mammography and ultrasound, occurred in 5 cases. As a result, stage 0 of the disease was observed in one patient, stage I - in 8, stage II - in 5. In the group 2 1143 patients were sent for an ultrasound after a mammography, which showed focal changes, 1158 -

after a clinical study that detected palpable lump. Ultrasonic findings in these patients were distributed as follows: BIRADS category 0 - in 1611 women, that is, there were no pathological lesions, BIRADS 1-2 - in 622, BIRADS 3 - in 151, BIRADS 4-5 - in 217 [7].

Among 1611 women with focal changes classified as category BIRADS 0, 10 cases of breast cancer were subsequently detected with size ranged from 5 to 12 mm. In all cases, the mammographic breast density corresponded to the ACR A. In patients whose findings were regarded as BIRADS 3 14 cases of breast cancer were detected, BIRADS 4-5 - 122. The sizes of tumors detected in the second group ranged from 6 to 42 mm [7].

When tracking correlations between cytological and histological results, the following results were revealed. Of the total number of neoplasms evaluated by a cytological method, 31 false negative and 8 false positive conclusions were obtained. As a result, the sensitivity, specificity and accuracy of the cytological study, provided that they are adequately placed in the formation of interest under the control of radiation methods, were 78.2%, 96.6% and 92.4%, respectively.

The sensitivity, specificity and accuracy of ultrasound in the diagnosis and differential diagnosis of breast cancer in patients with fibrocystic breast disease based on the results of this study were 92.2%, 91.3% and 93.3%, respectively.

Conclusion

It is advisable to use ultrasound for mammography because it increases the sensitivity of screening in total.

1. Screening of patients with fibrocystic breast disease with high x-ray density of the breast parenchyma is advisable to supplement with ultrasound, since the latter contributes to the early diagnosis of breast cancer. Such studies, carried out in large quantities, are economically costly.

2. The ultrasound little information with high density adipose breast parenchyma that can be used in this situation, only the differential diagnosis of entities identified by other methods, and the negative result should be compared with those of other studies.

3. In most cases, ultrasound does not allow us to detect pre-invasive carcinomas even with severe breast fibrosis.

4. Ultrasound reduces the true size of the malignancy, this must be borne in mind, for example, when planning organ-preserving treatment.

5. When planning the tactics of aggressive treatment, histological verification of the malignancy of the process is desirable.

REFERENCES

1. Chlebowski R.T., Luo J., Anderson G.L., Barrington W., [et al]. Weight loss and breast cancer incidence in postmenopausal women. // *Cancer*. 2019. Vol.125(2) P. 205-212.
2. Kaprin A.D., Starinskii V.V., Petrova G.V. Malignant tumors of Russia in 2017 (morbidity and mortality). Moscow, 2018. 250 p. (in Russian)
3. Kuklin I.A., Panferova E.V., Kislicina L. Yu., Laletin V.G., Zelenin V.N. Effectiveness of various diagnostic methods for suspected malignant breast pathology // *Acta Biomedica Scientifica*. 2006. №6. P. 68-70.
4. Chernaya A.V. A comparative analysis of the information content of digital mammography and mammoscintigraphy in the diagnosis of breast cancer: the dissertation of the candidate of medical sciences. // Federal State Budgetary Institution "National Medical Research Center of Oncology named after N.N. Petrova" of the Ministry of Health of the Russian Federation, 2018. 112 p.
5. Borisova M. S., Martynova N.V., Bogdanov S.N. X-ray mammography in the diagnosis of breast cancer // *Vestnik RSCR*. 2013. №13.
6. Gajonova V.E., Efremova M.P., Dorokhova E.A. Modern methods of non-invasive radiation diagnosis of breast cancer // *Russian Medical Journal* 2016. № 5. P. 321-324.
7. Klyushkin I. V., Pasyukov D. V., Nasrullaev M. N., Pasyukova O.V. The effectiveness of sonographic screening for breast cancer in patients with fibrocystic disease // *Kazan Medical Journal* 2009. №2. P. 220-222.

THE FIRST EXPERIENCE OF COMPUTER AIDED DETECTION (CAD) SYSTEMS FOR MAMMOGRAPHY

V.E. Seregin¹, Pasyukov D.V. ^{1,2}

1 — Mari State University, Yoshkar-Ola

2 — Oncology Dispenser of Mari El Republic, Yoshkar-Ola

Introduction

As the most commonly diagnosed cancer in women worldwide, breast cancer is a significant global health concern, representing about 25% of all cancer cases in 2012. It accounted for 522,000 deaths worldwide in 2012, ranking as the fifth leading cause of cancer-related death, and its incidence is higher in developing countries than in developed countries [1]. Breast cancer screening aims to detect cancer before the symptoms appear, with a goal of reducing mortality through early intervention. Mammography is the most frequently used screening modality and can detect tumors before they become palpable and invasive [2].

Mammographic screening programs have been established in several developed countries. In 2015, the International Agency for Research on Cancer evaluated data from 40 combined studies in high-income countries in Europe, Australia, and North America and concluded that mammographic screening programs led to a 23% reduction in breast cancer mortality rates [3]. Although mammography has shown promising accuracy with only a single radiologist reading the images, 16%-31% of detectable cancers can be missed with this approach. A second reading of the images by another radiologist, known as double reading, reduces the number of missed cases, resulting in an additional 3-11 cancers detected per 1000 women screened [4].

But the double reading method requires another radiologist, takes more time than with a single reading and may not be economically viable. Therefore, relatively recently, a method of single reading with computer-aided detection (CAD) was introduced in some countries. CAD has the potential for use with a single reader, to match the performance of two readers in double reading, which saves radiologists' time and can be cost-effective.

Computer-Aided Detection (CAD) is a technique that combines diagnostic imaging with computer science, image processing, pattern recognition and artificial intelligence technologies [5]. It is a diagnostic tool developed in radiology to utilize the output of computerized analysis of medical images as a secondary opinion in the detection of lesions and making diagnostic assessments. In recent times, CAD systems have garnered several interests from both research scientists and radiologists because of the related complex research subjects and prospective clinical applications. The incorporation of computer processing in biomedical image analyses provides a more precise diagnosis since humans are prone to making errors and their analysis is generally biased and qualitative rather than quantitative. Improved biomedical image analysis using CAD leads to a more accurate diagnostic decision by the physician [6].

Advancements in computer algorithms are becoming increasingly sophisticated and widespread in the field of radiology, with the potential to be cost-effective for increasing detection rates of various medical conditions and improve the efficiency of radiologists [7]. One of the ways machine learning has been applied in breast imaging is through the use computer-aided detection (CAD). CAD can aid in the interpretation of medical images by serving as a double check or "second pair of eyes," replacing the traditional double reading by a second radiologist. CAD scans digital mammograms and marks suspicious areas of potential cancer features including masses and microcalcifications. Radiologists generally review these marks after making their own interpretations and compare the two to reach a final assessment of the image [8]. The intended outcome is to reduce detection errors by the radiologist and increase the detection of cancers in the early stage, as this has a significant impact on breast cancer survival rates [9].

Although CAD has been approved for clinical use in mammography interpretation since 1998, its implementation in clinical settings has only recently spread [10]. In the United States, the use of CAD with digital screening mammograms increased dramatically from 5% in 2003 to 83% in 2012. With the prevalence of CAD, however, the perceptions of radiologists, who are the end users of CAD, have been largely overlooked in the debate of the diagnostic accuracy of CAD [11].

The goal of CAD is to increase the accuracy of breast cancer detection rates by increasing sensitivity, which will support radiologists in their diagnosis decisions [8]. CAD has the potential for use with a single reader, to match the performance of two readers in double reading, which saves radiologists' time [10] and can be cost-effective [11]. As such, CAD with a single reader can be an alternative to double reading [12]. Although intended to increase cancer detection rates, many studies have published conflicting results, with some studies supporting the increased detection rates, while others showing no difference in detection rates and increased costs as compared to double reading [10,13]. The general consensus is that CAD provides some improvement in breast cancer detection, with up to 20% improvement in detection rates [12]. A recently published systematic review on the accuracy of CAD in screening mammography reported increased sensitivity in most studies adding CAD to single readings and no difference in sensitivity between double reading and single reading with CAD, with associated increases in recall rates when CAD was added to single reading [13].

Now it becomes clear that the CAD systems can improve the diagnostic performance and, at the same time, reduce the radiologists' interpretation variability. Unfortunately, the algorithms and developments of CAD foreign systems are closed and are not publicly available, which does not allow to analyze their work, adapt to our own material and equipment, and find ways to improve them. It is necessary to develop our own algorithms, to study CAD-related issues and introduce CAD into the routine mammography screening practice as a second or third reading in Russia.

Materials and methods

We performed the retrospective analysis of mammography results performed to the patients with the later established diagnosis of breast cancer to find any changes in the area of the subsequently detected tumor, their characteristics, and the characteristics of the surrounding parenchyma. We included into the analysis the cases when the area of interest was previously shown on mammograms in at least one view (i.e. we excluded the cases where the cancerous lesion located in areas of the breast that were not displayed on mammograms in standard screening views (mediolateral oblique [MLO] and craniocaudal [CC] because of the method limitation or improper tech-

nique or was distorted by various artifacts). Finally, we included into the analysis 68 cases when the mammography performed for different time before the actual diagnosis of breast cancer by any method.

For the second (retrospective) reading of these mammograms, we used CAD of our own design MammCheck II [14]. For this, analog mammograms were digitized with a resolution of 300 DPI and an 8-bit color depth using an Epson Perfection V700 Photo scanner.

The results of all breast examination studies were evaluated for degree of breast cancer probability in accordance with the Breast Imaging Reporting and Data System (BI-RADS) 2013 [15]. Mammography was reported with the help of the software "Automated mammography report (version 1.22)" of our own design, which also ensured that the full text of the protocol was stored in an electronic database [16].

Results

Invisible lesions. In this situation, changes corresponding to the breast cancer imaged during the mammography, but were not determined as suspicious in the process of visual analysis.

Dense parenchyma is a well-known factor that significantly limits the sensitivity of mammography and can mask even such large tumors that can be easily detected by palpation or even visually. Our sample included 23 such patients (33.8%), whose diagnosis was subsequently established by the results of alternative studies (ultrasound, biopsy). In the process of these mammograms analysis using the CAD the changes regarded as invisible in the process of visual analysis were identified in 11 of 23 cases (47.8%).

Incorrect interpretation of visible changes corresponded to breast cancer in mammograms. In this situation, changes corresponded to the breast cancer were visible on mammograms, but either were not noticed due to low intensity and small size, or not regarded as suspicious due to the non-specific mammographic picture. 45 out of 68 cases (66.2%) were assigned to this group.

Low-intensity non-specific small sizes shadowing. Small size and/or low-intensity changes can be easily missed during the standard visual assessment of mammograms, nevertheless, we formally attributed them to visible changes, since a very careful study can detect these changes. This situation was noted in 10 cases (23.3%), the average size of undetected changes was 9 mm; the average period before diagnosis is 2.1 years (range: 2-6.4 years). The retrospective use of the CAD made it possible to identify 8 out of 10 lesions of this group.

Lobular lesion. In addition to the fact that the small size of the lesion is a significant limiting factor that makes it difficult to identify, in this case a smooth, clear contour, which is a well-known characteristic of benign lesions, is a thing of great importance. At the same time, it is well known that some cancers may have a clear lobular contour. In our sample this situation was noted in 5 cases (11.6%), the average size of undetected changes was 13 mm; the average period before diagnosis is 2.2 years (range: 2-6 years). The retrospective use of CAD made it possible to identify 2 of the 5 lesions of this group.

A shadow similar in characteristics to the surrounding spot-like parenchyma. A particular problem in detecting small cancers is the variant of the ACR C-D parenchyma density, when breast involution proceeds with the lesion of multiple residual dense parenchyma islands of small size (up to 1 cm). On this background, small tumors may practically not differ from the islands of the residual parenchyma. This was noted in 3 patients (7.0%), the average tumor size was 1.1 cm, the average period before diagnosis was 2.6 years (range: 2-4.5 years). The use of CAD made it possible to identify the region of the tumor in all such cases.

Architectural distortion of the parenchyma develops in small size tumors with a pronounced perifocal desmoplastic reaction giving the long spicules. In case these spicules are evenly distributed around the periphery of the lesion, a typical pattern of star-like mass with long rays appears. However, in early tumors and unevenly distributed spicules of different lengths, various atypical variants of low intensity are possible. Such changes were detected in two of our patients (4.7%), their average size was 1.3 cm, the average period before diagnosis was 2 years (range: 2-4 years). The use of CAD allowed the identification of the suspicious areas in all these cases.

Round shadowing with a smooth contour. The difficulty in classifying of such lesions, which, as a rule, are clearly visible, lies not in identifying, but in differential diagnostics, since they have no visible signs of malignancy, but, on the contrary, imitate benign processes. However, mucinous carcinomas, lymphomas and metastases can have such mammographic appearance. In our sample, there were 4 such lesions (9.3%), their average size at the time of diagnosis was 1.6 cm, the average period before diagnosis was 1 year (range: 7 months - 1.5 years). CAD retrospectively marked all of these lesions.

The local asymmetry of the parenchymal density, as a rule, is well defined during the side-to-side both breasts mammograms viewing, but low intensity can be a factor that makes it difficult to detect. Despite the fact that in most cases (up to 90%, according to our data), this situation is due to the physiological, benign, postsurgical, post-traumatic, etc. changes, it can also be the only manifestation of malignant growth. The possibilities of differential diagnosis of local asymmetries only with the help of mammography are usually limited, which requires to use additional modalities. In our sample, such changes were retrospectively detected in 12 cases (27.9%). The average size of the asymmetry area was 1.5 cm, the average period before the diagnosis in this situation was 1.5 years (range: 6-26 months). CAD allowed the retrospective identification of suspicious areas in 10 of these 12 cases.

Discussion

There is the study published in American Journal of Roentgenology (2008) which compares the recall rate, sensitivity, positive predictive value (PPV), and cancer detection rate for the three reading methods: single reading with CAD, double reading, and the first reader (without CAD) in a double-reading program. In this review was performed of 231,221 screening mammograms interpreted by experienced mammographers from 2001 through 2005 in a community-based mammography program. The results of this study have shown double reading increased sensitivity with a modest increase in the recall rate compared with single reading. Single reading with CAD, compared with double reading, resulted in a small, but not statistically significant, increase in sensitivity with a lower recall rate. Results indicate that CAD enhances performance of a single reader, yielding increased sensitivity with only a small increase in recall rate [17].

CAD use in mammography practices in the United States has increased dramatically in recent years and has remained stable to date [8, 16, 17]. Several studies have shown an improvement in detection rates when shifting from traditional double reading or conventional mammography to CAD, with earlier detection of smaller tumors [9, 21, 22]. The use of CAD has specifically been linked to a significant increase in the detection rate of microcalcifications as well as an increase in the detection of ductal carcinoma in situ [18, 19, 22]. A 19.5% increase in the breast cancer detection rate is one of the highest reported increases with CAD implementation [23].

Based on a survey of radiologists, other reasons for the increase in CAD use over double reading includes greater profitability of breast imaging and less time taken by CAD. In addition to not being reimbursed, double reading takes up more time of radiologists compared to a single reader with CAD [24]. In settings such as Japan, where there is a shortage of radiologists for double reading and a need to increase breast cancer screening programs, the implementation of CAD as a second reader is appealing. In Japan, Sato et al found that single reading of mammograms with CAD was more cost-effective than double reading, especially when the screening volumes were high [25].

Although CAD use has spread rapidly and double reading has declined in mammography practices in the United States, Omega et al [26] found that the surveyed radiologists had more favorable perceptions of double reading than CAD: 74% of the surveyed radiologists perceived double reading to improve cancer detection rates compared to 55% for CAD and 81% perceived that double reading reassures mammographers compared to 65% for CAD. Another barrier for CAD use is an increase in recall rates [27, 28], which leads to unnecessary return visits. Tchou et al [27] found that of 33 recalls, only 4 (12%) resulted in a confirmed cancer diagnosis, while the rest were false-positives. Moreover, Keen et al [8] found through three national surveys that CAD decreases performance by increasing recall rates and decreasing the detection of invasive carcinoma while increasing the detection of ductal carcinoma in situ, whose detection value is debatable.

As with any technology, implementation of CAD is costly and may not always be cost-effective. In the United Kingdom, Guerriero et al [29] found that the costs associated with CAD, including equipment, training, and increased assessment costs outweighed the savings in reading costs, regardless of the screening volume. They concluded that compared to double reading, single reading with CAD was unlikely to be cost-effective without improvements in CAD effectiveness such as decreased recall rates [29].

Although several studies show increased detection rates, there is still some controversy regarding patient outcomes with the use of CAD for screening mammograms because some studies have reported conflicting results [18, 30]. A study on detection rates [18] found no evidence of increased breast cancer detection rates with CAD as compared to those without CAD and concluded there is no established added benefit with CAD. Romero et al [31] found that detection rates increased with CAD, but the increase was not statistically significant. Killelea et al [32] found that the detection of early stage tumors with CAD was not significant. Furthermore, the findings of Gross et al [33] in the United States suggest that the use of CAD or digital mammography has limited effectiveness for older, average-risk women and that higher costs associated with the adoption of such technologies may not necessarily lead to better outcomes.

Conclusion

In most cases (66.2%), changes corresponding to early breast cancer and missed during the screening mammography interpretation were visible, but were not identified as suspicious due to the atypical X-ray picture, small size and low intensity. Using the CAD MammCheck II of our own design, it was possible to mark from 47.8% (invisible against the dense parenchyma) to 86.7% (visible) of changes as suspicious, on average, 2 years earlier.

REFERENCES

1. Ferlay J., Soerjomataram I., Dikshit R., Eser S., Mathers C., Rebelo M., Parkin D.M., Forman D., Bray F. Cancer incidence and mortality worldwide: sources, methods and major patterns in GLOBOCAN 2012. // *Int J Cancer*. 2015. V. 136(5). P. 359–386.
2. Mathew J., Sibbering M. Breast cancer screening. In: Wyld L., Markopoulos C., Leidenius M., Senkus-Konefka E., editors. *Breast Cancer Management for Surgeons*. // Cham, Switzerland: Springer. 2018. P. 147–156.
3. Lauby-Secretan B., Scoccianti C., Loomis D., Benbrahim-Tallaa L., Bouvard V., Bianchini F., Straif K., International Agency for Research on Cancer Handbook Working Group Breast-cancer screening--viewpoint of the IARC Working Group. // *N Engl J Med*. 2015. V. 372(24). P. 2353–2358.
4. Noble M., Bruening W., Uhl S., Schoelles K. Computer-aided detection mammography for breast cancer screening: systematic review and meta-analysis. // *Arch Gynecol Obstet*. 2009. V. 279(6) P. 881–890.

5. Rangayyan, R.M., F.J. Ayres and J.E. Leo Desautels. A review of computer-aided diagnosis of breast cancer: Toward the detection of subtle signs. // *J. Franklin Inst.* 2007. V. 344 P. 312-348.
6. Rangayyan, R.M. and A.F. Ferrari. Detection of asymmetry between left and right mammograms. *Proceedings of the 7th International Workshop on Digital Mammography.* // Chapel Hill, NC., USA. 2004. P. 651-658.
7. Dreyer K.J., Geis J.R. When Machines Think: Radiology's Next Frontier. // *Radiology.* 2017. V. 285(3). P. 713-718.
8. Keen J.D., Keen J.M., Keen J.E. Utilization of Computer-Aided Detection for Digital Screening Mammography in the United States, 2008 to 2016. // *J Am Coll Radiol.* 2018. V. 15(1 Pt A). P. 44-48.
9. Paquerault S., Hardy P.T., Wersto N., Chen J., Smith R.C. Investigation of optimal use of computer-aided detection systems: the role of the "machine" in decision making process. // *Acad Radiol.* 2010. V. 17(9). P. 1112-21.
10. Guerriero C., Gillan M.G.C., Cairns J., Wallis M.G., Gilbert F.J. Is computer aided detection (CAD) cost effective in screening mammography? A model based on the CADET II study. // *BMC Health Serv Res.* 2011. V. 11 P. 11.
11. Sato M., Kawai M., Nishino Y., Shibuya D., Ohuchi N., Ishibashi T. Cost-effectiveness analysis for breast cancer screening: double reading versus single + CAD reading. // *Breast Cancer.* 2014. V. 21(5). P. 532-541.
12. Bargalló X., Santamaría G., Del Amo M., Arguis P., Ríos J., Grau J., Burrel M., Cores E., Velasco M. Single reading with computer-aided detection performed by selected radiologists in a breast cancer screening program. // *Eur J Radiol.* 2014. V. 83(11). P. 2019-2023.
13. Henriksen E.L., Carlsen J.F., Vejborg I.M., Nielsen M.B., Lauridsen C.A. The efficacy of using computer-aided detection (CAD) for detection of breast cancer in mammography screening: a systematic review. // *Acta Radiol.* 2019. V. 60(1). P. 13-18.
14. Egoshin I., Pasyukov D., Kolchev A., Kliouchkin I., Pasyukova O. A segmentation approach for mammographic images and its clinical value (2018). // *2017 IEEE International Conference on Microwaves, Antennas, Communications and Electronic Systems, COMCAS 2017.* 2018. P. 1-6.
15. Rao A.A., Feneis J., Lalonde C., Ojeda-Fournier H. A Pictorial Review of Changes in the BI-RADS Fifth Edition. // *Radiographics.* 2016. V. 36 (3). P. 623-639.
16. Pasyukov D.V., Klyushkin I.V., Pasyukova O.O., Fedorov A.L. Improving the clinical efficiency of mammography reports. // *The Bulletin of Contemporary Clinical Medicine.* 2018. V. 11(5). P. 73-79.
17. Gromet, M. Comparison of computer-aided detection to double reading of screening mammograms: review of 231,221 mammograms. // *American Journal of Radiology.* 2008. V. 190. P. 854-859.
18. Lehman C.D., Wellman R.D., Buist D.S.M., Kerlikowske K., Tosteson A.N.A., Miglioretti D.L., Breast Cancer Surveillance Consortium Diagnostic Accuracy of Digital Screening Mammography With and Without Computer-Aided Detection. // *JAMA Intern Med.* 2015. V. 175(11). P. 1828-1837.
19. Fenton J.J., Xing G., Elmore J.G., Bang H., Chen S.L., Lindfors K.K., Baldwin L. Short-term outcomes of screening mammography using computer-aided detection: a population-based study of medicare enrollees. // *Ann Intern Med.* 2013. V. 158(8). P. 580-587.
20. Romero C., Varela C., Muñoz E., Almenar A., Pinto J.M., Botella M. Impact on breast cancer diagnosis in a multidisciplinary unit after the incorporation of mammography digitalization and computer-aided detection systems. // *AJR Am J Roentgenol.* 2011. V. 197(6). P. 1492-1497.
21. Freer T.W., Ulissey M.J. Screening mammography with computer-aided detection: prospective study of 12,860 patients in a community breast center. // *Radiology.* 2001. V. 220(3). P. 781-786.
22. Onega T., Aiello Bowles E.J., Miglioretti D.L., Carney P.A., Geller B.M., Yankaskas B.C., Kerlikowske K., Sickles E.A., Elmore J.G. Radiologists' perceptions of computer aided detection versus double reading for mammography interpretation. // *Acad Radiol.* 2010. V.17(10). P. 1217-1226.
23. Tchou P.M., Haygood T.M., Atkinson E.N., Stephens T.W., Davis P.L., Arribas E.M., Geiser W.R., Whitman G.J. Interpretation time of computer-aided detection at screening mammography. // *Radiology.* 2010. V. 257(1). P. 40-46.
24. Benedikt R.A., Boatsman J.E., Swann C.A., Kirkpatrick A.D., Toledano A.Y. Concurrent Computer-Aided Detection Improves Reading Time of Digital Breast Tomosynthesis and Maintains Interpretation Performance in a Multireader Multicase Study. // *AJR Am J Roentgenol.* 2018. V. 210(3). P. 685-694.
25. Taylor P., Potts H.W.W. Computer aids and human second reading as interventions in screening mammography: two systematic reviews to compare effects on cancer detection and recall rate. // *Eur J Cancer.* 2008. V. 44(6). P. 798-807.
26. Killelea B.K., Long J.B., Chagpar A.B., Ma X., Wang R., Ross J.S., Gross C.P. Evolution of breast cancer screening in the Medicare population: clinical and economic implications. // *J Natl Cancer Inst.* 2014. V. 106(8). P. 159.
27. Gross C.P., Long J.B., Ross J.S., Abu-Khalaf M.M., Wang R., Killelea B.K., Gold H.T., Chagpar A.B., Ma X. The cost of breast cancer screening in the Medicare population. // *JAMA Intern Med.* 2013. V. 173(3). P.220-226.

EFFICIENCY OF HYPNOTHERAPY IN TREATMENT OF PATIENTS WITH NEUROSIS (PHOBICAL OPTION) WITH VARIOUS TYPOLOGICAL FEATURES

Bektashev I.B., Muminov R.K., Agranovsky M.L., Kosimzhonova I.F.

Andijan State Medical Institute

Summary: In recent years, the world has seen an increase in psychopathological disorders with phobic inclusions. And the phobic component becomes more and more significant. Phobic disorders are a form of situational anxiety. For obsessive fears or phobias, a reaction of avoidance is characteristic.

Key words: hypnotherapy, phobic state, anxiety, psychopathological disorder, fear.

Actuality: In recent years, the world has seen an increase in psychopathological disorders with phobic inclusions. And the phobic component becomes more and more significant. Phobic disorders are a form of situational anxiety. For obsessive fears or phobias, a reaction of avoidance is characteristic [1,2,5,7].

The severity of obsessive fears and their effect on the life of a person vary widely. There are various phobic states, accompanied by a variety of clinical manifestations of carcinophobia - fear of developing cancer, nosophobia - fear of illness, neophobia - fear of change, innovations and all changes, cardio phobia - fear of developing cardiovas-

cular diseases, phobophobia - fear of fear, cyanophobia - fear of getting off mind, claustrophobia - fear of closed spaces. As Lev Valensi has aptly remarked, the diversity of anxious-phobic states is nothing but a "garden of Greek roots"[4,10,11].

The main place in the treatment of anxious - phobic conditions is occupied by traditional methods: antidepressants (amitriptyline, ixel, portal, zoloft), tranquilizers (phenazepam, nasepam, valium), anxiolytics (atarax), antipsychotics (tryptazine, eglonil) [3,6,8].

Recently, there has been an increased interest in the use of psychotherapy in the treatment of phobic disorders.

The purpose of the study was a comparative study of the effectiveness of treatment of patients with neuroses with phobic disorders only by medication and in combination with psychotherapy.

Materials and methods: To solve the set tasks, we conducted a clinical-psychopathological examination of 87 patients with neuroses, in the clinical picture of which the greatest proportion was occupied by phobic disorders. The age of thematic patients ranged from 21 to 52 years (mean age was 34.2 ± 1.2). Duration of the disease was from 3 months to 3 years (an average of 9.5 ± 0.5 months). Among the studied group of men there were 38 (43.6%), and women 49 (56.3%) with various phobic disorders who were on outpatient treatment at AOЕСР. The main method of investigation was the clinical-psychopathological method, and the leading method of treatment was hypnotherapy.

Results of the study: Diagnosis was carried out based on the criteria set out in ICD 10 (class V adapted version) / F 40 /. Phobic anxiety disorders, in which anxiety is caused exclusively or predominantly by certain situations (externally in relation to the subject), which is currently not dangerous / F 40.0 /. Agoraphobia includes fears not only of open spaces, but also of situations close to them, such as the presence of crowds and the inability to immediately return to a safe place (usually home) / F 40.1 /. Social phobias are equally common, both in men and in women. The main criterion is underestimated self-esteem and fear of criticism. / F 40.2 /. Specific "isolated" phobias, they are strictly limited to certain situations, such as being near to some animals, height, thunder, darkness, flights in airplanes, enclosed spaces. Despite the fact that the starting situation is isolated, getting into it can cause panic / F 41.0 /. Panic disorder (episodic paroxysmal anxiety) is the main symptom, repeated attacks of severe anxiety (panic), which are not limited to a particular situation or circumstances and are therefore unpredictable.

All thematic patients were divided into 2 groups: 1 group comprised patients who received traditional drug treatment 42 (48.2%). Group 2 consisted of patients who, along with medical treatment, received psychotherapy, 45 (51%). And psychotherapy, namely hypnotherapy was the main method of treatment.

Patients underwent general clinical, clinical psychological, and psychopathological examinations and pathopsychological examinations, namely, on the anxiety scale (Spielberg) and on the depression scale (Beck), as a result of clinical studies, the features of their response to the traumatic situation were revealed, and various premorbid features of the personality of patients.

As a result of clinical-psychopathological and pathopsychological examination, the following personality traits were revealed in the patients examined.

The first series, psychoasthenic 29 (33.5%) were patients with a predominance of anxious-hypochondriacal traits. They took the form of ideas, mental images or impulses to actions, these actions are very different in content, but almost always unpleasant for the subject. Characteristic features were the doubtfulness and indecision of the alleged actions.

The second series, hysterical 26 (29.8%) were patients with hysterical cholera character traits. For which there was a large variability and mosaic state. The peculiarity of this condition was the experience of the patient associated only with this situation, and the main symptoms were sleep disturbances, headaches; such patients constantly complained about the poor state of health of the inability to perform routine work.

The third row of 19 (21.8%) with a predominance of asthenic character traits, in which the main criteria were: increased fatigue, quick exhaustion, reduced efficiency, mood swings downward.

The fourth row, hypersthenic type 8 (9.1%) patients with predominance of rigid character traits, which showed increased excitability and at the same time increased exhaustion, as well as transitions from excessive activity to apathy, impatience, tearfulness, irritability.

And in the fifth row, mixed type 5 (5.7%) included types of character: schizoid, depressive and explosive. The mixed type, namely, the schizoid, is characterized by subjects who lead a solitary, closed way of life, they are extremely sensitive, vulnerable, sensitive to "how the tree has run out" is extremely fragile and flexible. Depressive - explosive type is characterized by increased irritability of the propensity to conflicts that are directed at surrounding people. These people are prone to alcohol and drugs.

The period of initial treatment determines which method of psychotherapy is appropriate for the patient, explaining to him the reason for the need to influence the psyche with hypnosis. Then for each patient individual therapeutic formulas of autosuggestions were made. After that, the patient was prepared for the hypnotic session, during which a position was given for a comfortable posture, then the address for suggestion of relaxation of the motor apparatus, interoceptive relaxation, disconnection from the surrounding, tranquility, disconnection from personal experiences. After the installation is made for general relaxation, the transfer of rest into a nap. The fundamental point is the transfer of a nap into hypnotic sleep, the hypothetical state of potentiation and therapeutic suggestions, then the

prolongation of hypnosis and the subsequent transition to dehypnotization. The whole stage of the hypnotic session was 45 minutes. During the treatment period, 10-15 sessions were performed, every other day.

The indicators of treatment effectiveness were assessed by the following criteria:

1. clinical cure, complete disappearance of complaints and objective signs of the disease
2. Significant reduction and weakening of psychopathological symptoms
3. Absence of positive dynamics of improvement - clinically minimal

During the treatment with hypnosis in patients with psychoasthenic, hysterical and asthenic traits during a week, sleep improved significantly, mood improved within 10 days, general anxiety condition decreased, and after a month obsessive fears observed at the initial stage of hypnotherapy disappeared (Table 1). The patients began to be included in their ordinary work, they began to react more calmly to the situation that had been hurting them in the past. Patients with hypersthenic traits, as well as mixed variants (schizoid, depressive and explosive), were difficult to relax. In some patients, a negative attitude toward this type of psychotherapy was observed.

Conclusion: Thus, the conducted observations indicate the effectiveness and differentiated approach to the use of hypnotherapy in the treatment of phobic disorders in persons with different typological features.

REFERENCES

1. Shader R. "Manual on Psychiatry", Moscow, 2005.
2. Dmitrieva T.B. "Clinical psychiatry" Moscow 1998.
3. Kaplan G.I., Sedok B.J.. "Clinical Psychiatry", Moscow, 1999.
4. Agranovsky M.L. "General medical psychology and psychopathology", Andijan, 2014 - 203 p.
5. Angst J., Vollrath M. The natural history of anxiety disorders // Acta Psychiatr. Scand. 1998. Vol. 84. P. 446-452.
6. Ballenger J.C., Burrows G.D., et al. Alprazolam in panic disorder and agoraphobia: Results from a multicenter trial // Arch. Gen. Psychiatry. 2008. Vol. 45. P. 413-422.
7. Barlow D.H. Anxiety and its disorders. New York: Guilford, 1988.
8. Beck A.T., Emery G., Greenberg, R. Anxiety disorders and phobias. New York: Basic Books, 2005.
9. Beck A.T., Sokol L., et al. A crossover study of focused cognitive therapy for panic disorder // Am. J. Psychiatry. 2007. Vol. 149. P. 778-783.
10. Borkovec T.D., Inz J. The nature of anxiety in generalized anxiety disorder: Predominance of thought activity // Behav. Res. Ther. 2010. Vol. 28. P. 153-158.
11. Butler G., Fennell M., et al. A comparison of behavior therapy and cognitive behavior therapy in the treatment of generalized anxiety disorder // J Consult. Clin. Psychol. 2011. Vol.59. P. 167-175.

CLINICAL SYNDROMES IN NEWBORN CHILDREN WITH DOWN SYNDROME

Imamova A.O., Gulyamova M.A., Lutfullaeva K.A.

Tashkent pediatric medical institute

Actuality. According to recent studies, congenital malformations are found in 4.0-6.0% of newborns, and their share in the structure of infant mortality is more than 20.0% (Bochkov N.P., 2017). Down Syndrome (DM), a socially significant disease that is not amenable to treatment or postnatal correction, is a big problem for the family and society as a whole (R.J. McGrath. 2016).

Aim: to study the incidence of clinical syndromes in newborns with Down syndrome. Conduct a clinical and anamnestic study in newborns with Down syndrome.

Materials and research methods. We observed 12 newborns with a diagnosis of Down Syndrome. An anamnestic data analysis and clinical examinations of newborns were performed.

The results of the study. The diagnosis of Down syndrome was established on the basis of anamnesis, clinical data and genetic research. We found that in 5 children (41.6%) a hereditary variant was detected, and in 7 (58.4%) children a non-hereditary version of Down syndrome

From the history of the mother, risk factors that could provoke this disease were identified: mother's age over 35 years was observed in 5 (41.6%) mothers of the examined newborn children, 3 (25%) mothers had bad habits, one had chronic diseases (8.3 %) mothers, the presence of hereditary diseases was detected in 3 (25%) mothers. These births were the first in 3 (25%) mothers, the second in 4 (33.3%), the third in 3 (25%), the fourth in 2 (16.6%), the fifth in 1 (8.3%), and the sixth in 1 (8.3%) mothers Among the examined newborns with gestational age of 22-28 weeks - 7 (58.3%) were born, in 35 - 36 weeks - 5 (41.6%).

External signs and congenital malformations were determined. Of these, 6 (50%) of the children had CHD, among which 4 (33.3%) of children with congenital malformations, and 2 (16.6%) of children with congenital malformations. In 2 (16.6%) children, stenosis and atresia of the duodenum were noted, in 3 (25%) children brachycephaly was detected. Among the external signs, there were epicanthus in 10 (83.3%) children, joint hypermobility in 8 (66.6%) children, muscle hypotension in 8 (66.6%) children, flat occiput in 9 (75%) children, short limbs in 11 (91.6%) of children, brachymesophalangia in 11 (91.6%) children.

Conclusions. Thus, the results showed that in children, Down syndrome was most often found among the external signs: short limbs (91.6%), brachymesophalangia (91.6%), epicanthus (83.3%), flat occiput (75%) joint

hypermobility (66.6%), muscular hypotension (66.6%), and are also associated with diseases such as CHD, as well as congenital anomalies of the gastrointestinal tract.

ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В ВУЗЕ И ШКОЛЕ

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ ПО БИОЛОГИИ УЧАСТНИКАМИ ЕГЭ В РЕСПУБЛИКЕ МАРИЙ ЭЛ В 2019 ГОДУ

Алябышева Е.А.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
e_alab@mail.ru

Государственная итоговая аттестация в форме единого государственного экзамена (ЕГЭ) по биологии является эффективной формой аттестации выпускников и действенным инструментом отбора абитуриентов в вузах.

Объектами контроля служат знания и умения выпускников, сформированные при изучении следующих разделов курса биологии: «Растения», «Бактерии. Грибы. Лишайники», «Животные», «Человек и его здоровье», «Общая биология».

В 2019 г. были внесены изменения в КИМы: изменена модель задания в линии 2, вместо задания с множественным выбором на 2 балла включено задание на работу с таблицей на 1 балл.

Каждый вариант экзаменационной работы состоял из двух частей и включал 28 заданий, различающихся по форме и уровню сложности. Часть 1 включала 21 задание: 6 заданий – с множественным выбором с рисунком или без рисунка; 6 заданий – на установление соответствия с рисунком или без рисунка; 3 задания – на установление последовательности систематических таксонов, биологических процессов, явлений; 1 задание – на дополнение схемы; 1 задание – на дополнение таблицы, с использованием с рисунка или без рисунка; 1 задание на анализ графика, табличных данных, диаграмм. Часть 2 включала 7 заданий с развернутым ответом: 1 задание на два элемента ответа и 6 заданий на три и более. Часть 1 (1–21) содержала задания двух уровней сложности: 12 заданий базового уровня и 9 заданий повышенного уровня; все задания с кратким ответом. Часть 2 (22–28) состояла из 7 заданий высокого уровня сложности, требовавших развернутого ответа. Задания этой части работы были нацелены на выявление выпускников, имеющих высокий уровень биологической подготовки [1].

Ежегодно в Республике Марий Эл этот экзамен выбирают около 700 участников (21% от общего числа участников), это и выпускников текущего года, обучающиеся по программам СОО и СПО, выпускники прошлых лет, в 2019 г. участвовало 713 человек.

Анализируя средние значения выполнения заданий по Республике Марий Эл, следует отметить, что процент выполнения заданий части 1 варьировал от 90,0% (задание 15) до 29,1% (задание 10). Задания части 2 выполнялась хуже от 39,8% (задание 24) до 19,7% (задание 22).

Анализ заданий части 1 свидетельствует о том, что понятийным аппаратом предмета владеет большое число выпускников. Наиболее высоким оказался процент выполнения заданий базового уровня сложности, который колебался от 50,0% (задание 12) до 90% (задание 15). Разброс баллов за задания повышенного уровня сложности оказался достаточно велик от 29,5 до 71,8%. Задание 5 на множественный выбор (с рисунком и без рисунка), как и в 2018 г. вызвало некоторое затруднение у участников ЕГЭ (процент выполнения 43,2%). Также затруднения вызвали задания на установление соответствия (задание 10, 13, 16), процент их выполнения составил 29,4–41,0%.

Анализ заданий части 2 свидетельствует о том, что достаточно хорошо выполнялись задания 23, 24, 27, и 28 (процент выполнения 37,3–39,8%). Самый низкий процент выполнения был характерен для задания 22 (применение биологических знаний в практических ситуациях (практико-ориентированное задание)) (процент выполнения 19,7%).

Анализируя группу не преодолевших нижнюю границу следует отметить, что не вызвали затруднения у большей части выпускников задание 15 (часть 1), их выполнили 62,9% приступавших к этому заданию, а вот остальные задания выполняли менее 50% выпускников. При этом задания 2, 5, 10, 16 (часть 1) вызвали наибольшее затруднение (процент выполнения 5,9–9,4%), т.е. задания повышенного уровня сложности. Задания части 2, в группе не преодолевших минимальный уровень, вызвали наибольшие затруднения (процент выполнения 1,0–10,6%), при этом 2,0% выпускников из этой группы справились с заданием 22 - применение биологических знаний в практических ситуациях (практико-ориентированное задание) и 1,0% выпускников – с заданием 28 - решение задач по генетике на применение знаний в новой ситуации.

В группе от 61 до 80 баллов затруднение у выпускников вызвало задание 10 (часть 1) на установление соответствия (процент выполнения 47,1%) и 22, 25, 26 задания части 2: практико-ориентированное задание (35,7%), задание на обобщение и применение знаний о человеке и многообразии организмов (46,7%), задание на обобщение и применение знаний в новой ситуации об эволюции органического мира и экологических закономерностях (47,0%).

Все выпускники, набравших более 81 баллов, справились с заданиями части 1 и части 2 процент выполнения 78,6–100% и 70,2–92,9%.

Анализ результатов выполнения заданий части 1, показал, что школьники Республики Марий Эл недостаточно хорошо знают характеристики и виды матричных реакций, не могут установить соответствие между структурами и группами тканей, между функциями и отделами головного мозга человека, между признаками организмов и путями эволюции.

Анализ результатов выполнения участниками ЕГЭ заданий части 2, показал, что задание 22, проверяющее применение биологических знаний в практических ситуациях по-прежнему вызывает затруднения у большинства участников экзамена (процент выполнения 19,7%). В открытом варианте это задание на знание химической природы гормонов и аргументированное объяснение физиологического процесса пищеварения.

Задания линии 23 проверяют умение работать с рисунками. В открытом варианте это задание проверяло знания по теме «Эволюция живой природы. Эволюция растений». Большинство экзаменуемых не справились с заданиями этой линии (в среднем – 62,7%).

Задания линии 24 проверяют умение анализировать информацию, представленную в виде текста (найти и исправить ошибки). В открытом варианте это задание по теме «Организм человека. Строение и жизнедеятельность органов и систем органов. Дыхательная система человека. Регуляция дыхания». Больше половины участников не справились с этим заданием.

Задания линии 25 проверяют умения обобщать и применять знания о строении и жизнедеятельности организма человека и многообразии организмов. Задание вызвало затруднения у большинства участников экзамена. В открытом варианте это задание на аргументированное объяснение адаптации к наземному образу жизни у лягушек и жаб.

Для успешного выполнения заданий 26-28 в большей степени, чем при выполнении других заданий, требовалось применить навыки аналитического мышления, умение экстраполировать имеющиеся знания на новую ситуацию.

Задания 26 в открытом варианте проверяли знания доказательств эволюции органического мира на Земле; факторов эволюции животного мира. С заданием 26 справились в среднем 28,0% участников экзамена. Характер выявленных затруднений при выполнении этого задания в значительной степени связаны с недопониманием смысла формулировки задания, неумением применить знания в новой ситуации, некоторой шаблонностью мышления.

Задания 27 и 28 содержали биологические задачи. Процент выполнения задания 26 – в среднем 38,5%, а задания 27 – 39,7%. Основные ошибки при выполнении задания 27: неверное написание последовательности нуклеотидов во фрагментах молекул ДНК или иРНК (разделение триплетов в сплошной цепи ДНК или иРНК запятыми) и отсутствие пояснений. Как и в предыдущие годы, большинство участников экзамена полностью или частично не смогли решить задачу по генетике, они либо вообще не объясняли фенотипическое расщепление в первом скрещивания либо неверно объясняли, какие гены были сцеплены.

Таким образом, результаты экзамена свидетельствуют об усвоении большинством выпускников Республики Марий Эл базового ядра содержания биологического образования, предусмотренным Федеральным компонентом государственного образовательного стандарта.

Продолжают наблюдаться значительные различия в уровне биологической подготовки участников ЕГЭ. Участники из групп с хорошим и отличным уровнем подготовки продемонстрировали сформированность знаний и основных учебных умений, проверяемых заданиями КИМ. Экзаменуемые с удовлетворительной подготовкой преодолели минимальный балл ЕГЭ, но они не в полной мере освоили основное содержание курса биологии. Слабые участники, показывали стабильно низкие результаты, в их работах встречались биологические ошибки, связанные с искажением фактического материала или искажения биологической терминологии.

Все указанные в анализе результатов ошибки позволяют выявить некоторые недостатки в методике преподавания предмета:

- не используется анализ одних и тех же фактов, процессов, явлений одновременно в функциональном, эволюционном, экологическом аспектах;
- недостаточно используется метод наглядности при изучении теоретического материала, особенно это касается применения динамических наглядных средств при изучении процессов, явлений;
- недостаточно внимания уделяется обучению осмысленного восприятия разного вида заданий, используемых для контроля знаний учащихся и обучению алгоритмов мыслительных операций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рохлов В. С., Никишова Е. А., Петросова Р. А. Методические материалы для председателей и членов предметных комиссий субъектов Российской Федерации по проверке выполнения заданий с развернутым ответом экзаменационных работ ЕГЭ 2019 г. по биологии. М., 2019. 48 с.

АНАЛИЗ ПРОВЕДЕНИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО ЭТАПА ВСЕРОССИЙСКОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ В РЕСПУБЛИКЕ МАРИЙ ЭЛ В 2019-2020 УЧЕБНОМ ГОДУ

Алябышева Е.А.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
e_alab@mail.ru

Всероссийская олимпиада школьников по экологии проводится в целях выявления и развития у обучающихся творческих способностей и интереса к научной (научно-исследовательской) деятельности, пропаганды научных знаний и включает несколько этапов: школьный, муниципальный, региональный, заключительный.

Региональный этап всероссийской олимпиады по экологии способствует популяризации экологических знаний, формированию экологического мировоззрения, развитию экологической культуры, созданию условий для самореализации школьников в сфере экологии; мотивации подрастающего поколения к экологоориентированной деятельности; поддержке экологического образования; привлечению высококвалифицированных научных и педагогических кадров [1].

В Республике Марий Эл в 2019-2020 учебном году в региональном этапе олимпиады приняли участие 38 школьников 9-10 классов. Региональный этап Всероссийской олимпиады школьников по экологии включал теоретический и проектный туры.

Олимпиадные задания теоретического тура оценивали знания обучающихся по следующим разделам экологии: общая экология, социальная и прикладная экология, экология человека. Комплект материалов для проведения теоретического тура включал 15 заданий в 9 классе, 16 заданий в 10 классе и 17 заданий в 11 классе.

На региональном этапе олимпиады по каждому заданию предполагалось написание ответа с обоснованием. Ответ оценивается от 0 до 2 баллов: если ответ отсутствует или сформулирован неправильно – 0 баллов; правильный ответ, но неполный, без необходимого обоснования – 1 балл; полный, правильный и логически выстроенный ответ с обоснованием – 2 балла.

Анализ ответов участников регионального тура олимпиады показал, что процент выполнения заданий теоретического тура варьировал в разных возрастных группах. Крайне низкий процент выполнения заданий был отмечен у обучающихся 9 класса - 6,7-45,0%. Ученики 10 класса показали более высокие результаты - 16,7-55,0%. Процент выполнения заданий в 11 классе изменялся от 39,3 до 63,0% (рис. 1).

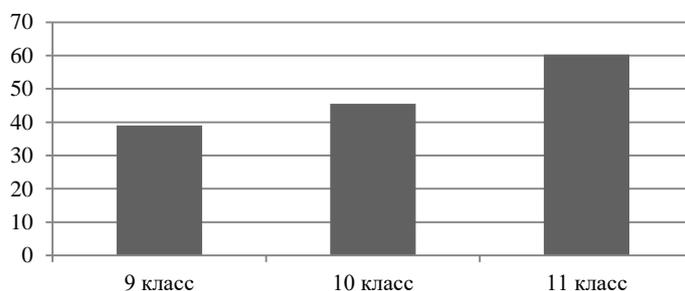


Рис. 1. Процент выполнения заданий теоретического тура победителями и призерами олимпиады

При этом было отмечено, что у обучающихся 9 класса слабо сформированы представления об экологической культуре как условии достижения устойчивого (сбалансированного) развития общества и природы, об экологических связях в системе «человек – общество – природа». Участники олимпиады 10 класса затруднялись анализировать причины и прогнозировать варианты развития последствий экологических проблем (глобальных, национальных, местных). Участники олимпиады 11 класса показали низкий уровень знаний экологических императивов, гражданских прав и обязанностей в области энерго- и ресурсосбережения в интересах сохранения окружающей среды, здоровья и безопасности жизни.

Кроме этого лишь несколько участников олимпиады знают такие понятия как «экосистемные услуги», «низкоуглеродная экономика», «зеленая экономика» и др.

Проектный тур регионального этапа олимпиады включал конкурс рукописей экологических проектов и их очную защиту. Рукописи проектов оценивались по следующим критериям: творческий подход и оригинальность работы; структурированность, четкость и лаконичность изложения; логика изложения; соответствие темы, цели и задач содержанию работы и выводам; обоснованность темы; адекватность подходов и методов исследования; соответствие объема выполненной работы и результатов исследования для достижения цели работы; обоснованность критического обзора состояния проблемы и обоснованность выводов.

Анализ рукописей экологических проектов показал, что большинство из них были посвящены изучению региональных или местных экологических проблем, часть работ имела прикладной характер, в тоже

время в ряде работ было слабо отражена экологическая проблематика (табл. 1).

Таблица 1

Перечень тем экологических проектов

Секция 1. Сообщества и экосистемы.	Изменение видового состава водных беспозвоночных в районе застройки набережной реки Малая Кокшага. Инвазионная флора на территории поселка Шелангер Звениговского района. Экологическая характеристика макробентофауны реки Ировка. Влияние разных видов отходов на химические и биологические свойства почвы. Фауна донных беспозвоночных животных водоемов проектируемого памятника природы РМЭ «Болото Пошкит Куп». Люпин многолистный – инвазионный вид на территории деревни Коркатово. Оценка влияния инсектицидов на физико-химические и биологические показатели почвы. Выявление фауны чешуекрылых в окрестностях озера Яльчик национального парка «Марий Чодра». Инвазионные виды на территории деревни Азял Моркинского района. Почвенно-экологические условия формирования лесной растительности в окрестностях озера Яльчик Республики Марий Эл. Изменение активности ферментов в биосистемах при антропогенном загрязнении среды. Оценка эффективности биопрепарата «Байкал-ЭМ1» для восстановления нефтезагрязненных почв.
Секция 2. Экология растений и биоиндикация.	Изучение линейных размеров семян дуба черешчатого (<i>Quercus robur</i> L.) с закрытой корневой системой в зависимости от объема ячейки контейнера как повышение эффективности посевного материала для лесовосстановления. Определение загрязнения окружающей среды в г. Йошкар-Оле по состоянию пыльцевых зерен одуванчика лекарственного. Состояние ценопопуляции лунника оживающего (<i>Lunaria rediviva</i> L.) на восточной границе ареала в Волжском районе. Влияние запыленности воздуха на анатомо-морфологические показатели подорожника большого. Изменчивость цветков и соцветий цикория обыкновенного, произрастающего на разных местообитаниях. Кресс-салат как биоиндикатор почв. Современное состояние восстановленной популяции лазурника трехлопастного на склоне около д. Новая. Оценка экологического состояния среды по показателям фенотипической изменчивости клевера лугового. Влияние агрофизических свойств субстрата на рост и развитие семян сосны обыкновенной (<i>Pinus sylvestris</i> L.) с закрытой корневой системой. Изменчивость цветков и соцветий герани луговой в различных местообитаниях. Модификация тепличного субстрата спорами белого гриба (<i>Boletus pinophilus</i>) для выращивания дуба черешчатого (<i>Quercus robur</i> L.) в контейнерах. Выявление сроков созревания семян сосны обыкновенной в зависимости от срока сбора шишек. Анатомия слоевища лишайника эвернии сливовой (<i>Evernia prunastri</i> (L.) Ach.) в урбанизированной среде. Мониторинг состояния окружающей среды по накоплению дубильных веществ в тканях боярышника кроваво-красного (<i>Crataegus sanguinea</i> Pall.).
Секция 3. Мониторинг урбанизированной среды и экологическая культура.	Исследование пластиковых отходов с целью их возможной утилизации. Изучение уровня экологической культуры у обучающихся МБОУ СОШ № 15 г. Йошкар-Олы. Эколого-биологическая оценка древесных растений санитарно-защитной зоны «НП завод «Искож». Вторичное использование бытовых отходов (Экологично. Экономично. Прогрессивно). Экологический паспорт школы. Влияние сна на физическое состояние человека. Экологическая оценка состояния р. Ветлуги по результатам анализа воды и донных отложений. Загрязнение воздуха автотранспортом и баланс кислорода на улице Эшпая г. Йошкар-Олы. Мой дом - моя крепость и фундамент моего здоровья. Аллергены. Обнаружение ионов свинца в почве. Развитие экологического мышления.

Однако не во всех проектах была обоснована актуальность выбранной темы. У жюри возникали вопросы об адекватности подходов и методов исследования. Встречались проекты, в которых лишь констатировались результаты исследования. Не все участники смогли четко и грамотно сформулировать и обосновать выводы.

Во время защиты проектов жюри оценивало: адекватность (соответствие) выступления заявленной теме и выполненному проекту; выстроенность, логику выступления; лаконичность и четкость выступления; владение материалом, способность отвечать на вопросы; способность ведения дискуссии, убедительность аргументации, демонстрацию заинтересованности; постановку проблемы (актуальность, приоритетность); обоснованность логики выполнения проекта; обоснованность положений, выносимых на защиту проекта; обоснование значимости работы и перспектив дальнейших исследований.

Все участники олимпиады подготовили и представили мультимедийные презентации. Большинство участников олимпиады четко и полно отвечали на дополнительные вопросы по существу сообщения и владели специальной терминологией по теме проекта.

Таким образом, анализ выполненных участниками экологической олимпиады заданий и проектов позволяет констатировать, что, несмотря на сложность подготовки учащихся к проектной деятельности по экологии в условиях современной школы, наблюдается положительная динамика основополагающих умений школьников работать над исследовательским проектом экологической направленности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Требования к проведению регионального этапа Всероссийской олимпиады школьников по экологии в 2019/20 учебном году. М., 2019. 17 с.

ИЗ ОПЫТА РАБОТЫ ПО ПОДГОТОВКЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ БИОЛОГО – ХИМИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ К ОЛИМПИАДАМ И НАУЧНО – ПРАКТИЧЕСКИМ КОНФЕРЕНЦИЯМ

Новикова Р.А., Васильева В.М.

Муниципальное общеобразовательное учреждение «Коркатовский лицей», д. Коркатово, Моркинский район
raisiya.novikova@yandex.ru

Олимпиады — одна из общепризнанных форм работы с одаренными школьниками. Они организуются во всех районах и городах страны. Высокий уровень регионального этапа олимпиады требует продуманного подхода при подготовке участника на всех этапах.

Осуществлять систему подготовки участников олимпиад можно несколькими способами:

- базовая подготовка по предмету
- подготовка, полученная в рамках кружка
- самоподготовка (чтение научной и научно-популярной литературы, самостоятельное решение задач, поиск информации в Интернете и т.д.)
- целенаправленная подготовка к участию на определенном этапе олимпиады по тому или иному предмету под руководством наставника.

Программы для классов с углубленным изучением биологии и химии. Авторами этих программ являются Васильева В.М. и Новикова Р.А.

Они предназначены для обучающихся биолого-химических, медицинских классов общеобразовательных школ, школ – лицеев. Программы прошли апробацию в Коркатовской средней школе, где заметно повысилось качество обучения, увеличилось число участников Всероссийской олимпиады, в том числе победителей и призеров регионального и заключительного этапов по этим предметам.

Программы спецкурсов для классов с углубленным изучением биологии и химии. Эти программы составлены в авторской редакции Васильевой В.М. и Новиковой Р.А. совместно с преподавателями МарГУ биологических (Дробот Г.П., Османовой Г.О., Суетиной Ю.Г., Дробот В.И., Забиякин В.А.) и химических дисциплин (Григорьев М.Г., Винокуров А.И., Серебряков Е.А., Павлов А.А.). Они являются логическим продолжением программ по углубленному изучению курса биологии, химии и получения навыков по практическому исполнению полученных знаний.

Программы кружков «Олимпийцы» и «Юный химик». В предлагаемых программах рассматриваются вопросы углубленного изучения тем из различных разделов биологии и химии, что способствует расширению кругозора обучающихся, повышению научного уровня, мотивации к обучению, подготовке к участию на олимпиадах разного уровня и сдаче ОГЭ и ЕГЭ.

Задачи программ:

- поддерживать интерес обучающихся к биологии, экологии и химии
- продолжить изучение тем различных разделов биологии, экологии и химии на повышенном и высоком уровне
- создать условия для подготовки к олимпиадам различного уровня (муниципального, регионального, заключительного), а также к ГИА по профильным предметам.

Многопрофильный лицей - интернат, Центр по работе с одаренными детьми п. Руэм. В Центре в год примерно 3 раза по биологии (5 дней) и по 5 раз (3 дня) проводятся занятия по профильным предметам с преподавателями вузов: лекции, экспериментальные и лабораторные работы, решение расчетных задач. Занятия посещают обучающиеся 9-11 классов.

В январе месяце проводятся тренировочные курсы по подготовке к олимпиадам по химии и биологии.

Учебная полевая практика по экологии. Летняя учебная практика призвана закрепить и углубить знания флоры и растительности родного края. Занятия с обучающимися 10-х классов в объеме 68 часов проводятся на территории Моркинского района в окрестностях дер. Коркатово.

Во время полевой практики обучающиеся получают темы НИР, над которыми работают во время летних каникул и в первом полугодии учебного года. С этими работами выступают на республиканских конкурсах, научно-практических конференциях, на олимпиаде по экологии.

Результаты муниципального этапа олимпиады по биологии за последние 3 года. В 2017- 2018 уч. году из 51 участника – 16, в 2018- 2019 уч. году – из 48 - 18 и в 2019-2020 уч. году – из 38 – 12 обучающихся стали победителями и призерами.

По экологии. Все 3 года подряд по экологии 10 победителей и призеров. Всего – 30.

Результаты регионального этапа олимпиады по биологии. В 2017- 2018 уч. году из 7 участников – 2, в 2018- 2019 уч. году – из 6 - 2 и в 2019-2020 уч. году – из 5 - 2 стали призерами.

По экологии за последние 3 года победителей и призеров – 13.

Результаты муниципального этапа олимпиады по химии. В 2017- 2018 уч. году из 38 участников -15, в 2018- 2019 уч. году – из 47 - 17 и в 2019-2020 уч. году – из 47 - 6 стали победителями и призерами.

По химии в региональном этапе олимпиады за последние 3 года одна стала призером - Дементьева Мария, ныне студентка лечебного факультета Нижегородского государственного медицинского университета.

В лицее создана система работы по развитию исследовательских умений школьников, складывающаяся из неразрывных звеньев: выбор темы исследования – научное руководство темой – работа с научной литературой – выбор и освоение методики исследования – выполнение научной работы – защита исследовательской работы на конкурсах и конференциях. Конечным результатом является подготовка проектов, которые впоследствии обучающиеся успешно защищают на районных, республиканских и российских конкурсах и конференциях, заслуживая высокую экспертную оценку.

Достижения по биологии. В 2017-2019 г.г. обучающиеся участвовали: 5-7 Поволжский научно - образовательный форум школьников «Мой первый шаг в науку»; 13 - 15 «Александровские чтения», 11 лицей; 15-17 Всероссийский экологический форум «Зеленая планета», г. Волжск; 13- 15 «Творчество и поиск в ГБОУ «Многопрофильный лицей – интернат», Руэм; Международная научная конференция «Современные проблемы медицины и естественных наук, МарГУ, г. Йошкар-Ола. Дипломы и грамоты -93, благодарности – 56. сертификаты и свидетельства – 162.

Достижения по химии. В 2017-2019 г.г. обучающиеся участвовали: 5-7 Поволжский научно - образовательный форум школьников «Мой первый шаг в науку», 13 -15 «Александровские чтения», 11 лицей, 10- 11 Республиканский форум «Виват, Франция!» МАОУ «Гимназия №26 имени Андре Мальро», 13-15 «Творчество и поиск в ГБОУ «Многопрофильный лицей – интернат», Руэм, Международная научная конференция «Современные проблемы медицины и естественных наук, МарГУ, г. Йошкар-Ола. Дипломы и грамоты - 40, благодарности – 9. сертификаты и свидетельства – 56. В Республиканском конкурсе «День моля» с 2016 -2019 г.г. участвовали 15 лицейстов. Из них 8 стали победителями.

Наши обучающиеся участвовали в окружных (зональных) и заключительных этапах Всероссийской олимпиады школьников по химии и биологии: **по химии** – 2 (Александров Александр 2002 год. г. Великий Новгород. Кастиев Матвей 2013 год г. Курск), **по биологии** – 41.

Другие олимпиады. Это Республиканская олимпиада им. А.М. Красникова. Победителей - 3 (олимпиада «Будущее медицины») и призеров Поволжской открытой олимпиады школьников - Межрегиональной предметной олимпиаде КФУ (отборочный тур) – 1 призер. В вузовской предметной олимпиаде МарГУ – 2 победителя (химия и биология).

Неотъемлемым условием в организации подготовки обучающихся к олимпиадам и различным конкурсам, научно-практическим конференциям является многолетнее сотрудничество Коркатовского лицея с преподавателями Института естественных наук и фармации, медицинского факультета МарГУ, что способствует росту теоретической базы знаний учащихся, пробуждает их интерес к обучению, позволяет сделать осознанный выбор будущей специальности, развивает навыки самостоятельной творческой работы.

СОВРЕМЕННЫЕ РОМАНЫ-МЕМУАРЫ О МЕДИЦИНЕ КАК ИСТОЧНИК ПОПОЛНЕНИЯ ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКОГО ЗАПАСА БУДУЩИХ ВРАЧЕЙ

Хабибуллина Ф.Я., Филатова А.Н.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
khflora@yandex.ru; anya.filatova.2000@inbox.ru

Модернизация российского образования привела к смене целевой парадигмы: от квалификационной характеристики подготовки специалистов к компетентностному подходу в высшей школе. ФГОС ВО по направлению подготовки 31.05.01 Лечебное дело (уровень специалитета) определяет требования к результатам освоения программы (раздел V) и указывает, что у выпускника должны быть сформированы общекультурные (ОК), общепрофессиональные (ОПК) и профессиональные компетенции (ПК). Среди общепрофессиональных компетенций (раздел 5.3) выделяем овладение будущими врачами медико-биологической терминологией (ОПК-1) [1, с.20-21].

Важным аспектом в реализации компетентностного подхода к её овладению в вузовской подготовке является дисциплина «Латинский язык и основы медицинской терминологии». Наряду с грамматическим материалом студенты должны освоить три составляющих медицинской лексической системы: анатомическая терминология, клиническая терминология, фармацевтическая терминология.

Одним из комплементарных источников пополнения терминологического запаса в области медицины могут стать литературные источники (романы о медицине и медицинских работниках, мемуары известных врачей, дневники специалистов различных областей и др.).

Наиболее исследованным произведением в указанном направлении является, на наш взгляд, авторский цикл Дж. К. Роулинг «Гарри Поттер». Так, анализу специфики авторских латинизированных заклиний медицинской тематики посвящена работа, изучающая заклинания, основанные на анатомиче-

ской, клинической и фармацевтической терминологии. Доказано, что большая часть заклиний, несмотря на фантазийную форму, имеет прозрачную семантику, опирается на классические специализированные терминообразующие морфемы и модели при создании мотивированных номинаций и описывает вполне реальные патологические состояния и их симптоматику [2].

Бестселлером последних лет стала книга Генри Марша «НЕ НАВРЕДИ. Истории о жизни, смерти и нейрохирургии» (Henry Marsh «DO NO HARM. Stories of Life, Death and Surgery». 2018) [3]. По своему жанру произведение может быть отнесено к мемуарам, запискам современников, повествующих о событиях, в которых автор сам принимал участие. Действительно, в анализируемом литературном произведении в форме личных воспоминаний о событиях прошлого Г. Марш повествует нам увлекательную историю своей карьеры врача-нейрохирурга, которая будет полезна не только для начинающего медицинского работника, но и для опытного специалиста. Генри Марш (родился 5 марта 1950 года) - профессор, научный руководитель и основатель Международного центра нейрохирургии. Это всемирно известный врач-нейрохирург, который провел тысячи операций на мозге, спас множество людей от смерти. В книге в художественной форме представлено изображение жизни человека, нейрохирург со времени ординатуры до его смерти. Главным героем мемуаров Марша является не только сам автор и его медицинская практика, но и профессиональная клиническая терминология.

В книге автор использует более 600 медицинских терминов, из которых примерно 175 относятся к анатомической терминологии и около трёх десятков - к фармации. Преобладающая часть лексических единиц - клиническая терминология. Под этим понятием подразумевают обширный комплекс ряда терминологий раздела медико-биологических знаний, который включает круг вопросов, относящихся к больному организму. Этот раздел обычно именуют патологией от греч. pathos «страдание, болезнь» + logos «наука, учение». В нем, прежде всего, изучается клиника болезни, ее симптомы и проявления, нарушения физиологических функций, структурные изменения органов и тканей, название инструментов и приборов, а также лечение и профилактика.

В данной статье в качестве материала используется клиническая терминология из английского варианта книги, её перевод на русский язык и соответствие на латинском языке.

Главная заповедь деятельности Г. Марша - *Do no harm*, вынесенная в название произведения, описана известным принципом Гиппократов, ставшим латинским афоризмом *Primum noli nocere*, что в переводе на русский означает *Прежде всего, не навреди*. Именно этого принципа врачебной этики, заложенный «отцом медицины», придерживается и сам автор. Для каждой части книги в качестве оглавления выбрано наименование заболевания, в структуре которого присутствуют греко-латинские элементы, например: (англ. / рус / лат /) *Meningioma / менингиома / meningioma, atis, n* от греч. meninx, ngis, f «мозговая оболочка» + конечный терминологический элемент -ома «опухоль, липома»: доброкачественная опухоль, развивающаяся из паутинной оболочки головного и спинного мозга (Глава 7. «Менингиома»); *Ependymoma / эпендимомма / ependymoma, atis, n* от греч. ependyma, ae, f «эпендима желудочков мозга» + конечный терминологический элемент -ома «опухоль, липома»: опухоль ЦНС, которая развивается из глиальных клеток, выстилающих желудочки мозга (Глава 11. «Эпендимомма»); *Glioblastoma / глиобластома / glioblastoma, atis, n* от cellula glialis «глиальная клетка» + blastoma (начальный терминологический элемент blast- «зачаток, бласт» + -ома) - название для всех новообразований: самая агрессивная опухоль мозга, развивающаяся из глиальных клеток (Глава 12. «Глиобластома»); *Medulloblastoma / медуллобластома / medulloblastoma, atis, n* от лат. medulla, ae, f «мозг» + -о- интерфикс + blastoma: злокачественная опухоль, развивающаяся в детском возрасте (Глава 15. «Медуллобластома»); *Empiema / эмпиема / empiema, atis, n* от греч. empyema «гнойник»: значительное скопление гноя в полости рта (Глава 17. «Эмпиема»); *Photopsia / фотопсия / photopsia, ae, f* от греч. photos «свет» + orsis «зрение»: вспышка света в глазах, вызванная механическим воздействием на глазную сетчатку (Глава 21. «Фотопсия»); *Oligodendroglioma / олигодендроглиома / oligodendroglioma, atis, n* от греч. oligos «малый» + dendron «ветвящийся отросток» + glia «глия, связывающее вещество» + конечный терминологический элемент -ома: внутримозговая глиальная опухоль (Глава 21. «Олигодендроглиома») и т.д.

Лексические единицы романа сконцентрированы вокруг лексико-семантического поля «нейрохирургия»: Neurosurgery / нейрохирургия, Neurosurgeon / нейрохирург, Cerebral / церебральный; головной мозг, Cerebral arteries / мозговые артерии, Aneurysm / аневризма, Tumour / опухоль, Pineal gland (pineal tumours) / шишковидное тело (шишковидная железа), Cerebro-spinal / спинномозговой, Pineoblastoma / пинеобластома, Neurinoma / невринома и др.

Вместе с тем, книга даёт возможность расширить медицинский вокабуляр и в других направлениях. Так, тематически клиническая терминология, использованная в романе, может быть отнесена к следующим группам наименований: - *медицинские специалисты*, напр., Radiologist / радиолог, Interventional radiologist / интервенционный радиолог, Radiology doctor / врач-радиологист, Pathologist / врач-патолог и др.; - *название инструментов и приборов*, напр., Scalpel / скальпель, Catheter / катетер и др.; - *лечение болезни*, напр., Chemotherapy / химиотерапия, Endoscopic ventriculostomy / эндоскопическая вентрикуло-

стомиа; - *процедуры*, напр., Biopsy / биопсия и т.п.

Таким образом, медицинское терминологическое поле в произведении Г. Марша позволяет значительно расширить терминологическую базу будущих врачей, обогатить её новыми лексическими единицами, открывает путь студентам-медикам к сознательному усвоению и грамотному употреблению постоянно обновляющейся медицинской терминологии. Знание терминов греко-латинского происхождения в их сопоставлении с английским вариантом развивает сравнительно-сопоставительные навыки медицинских специалистов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хабибуллина Ф. Я. Компетентностный подход в межкультурной подготовке будущего специалиста медицинского профиля средствами латинского языка. // Актуальные вопросы формирования межкультурных компетенций в современном образовании. / Мар гос. ун-т; под ред. Ф.Я. Хабибуллиной. – Йошкар-Ола, 2019. - С. 19-25.
2. Хабибуллина Ф. Я., Мехдиева П.Р. Интернациональный характер заклиний медицинской тематики на латинском языке в романах о Гарри Поттере. // Актуальные вопросы формирования межкультурных компетенций в современном образовании. / Мар гос. ун-т; под ред. Ф.Я. Хабибуллиной. – Йошкар-Ола, 2019. - С. 25.
3. Henry Marsh «DO NO HARM. Stories of Life, Death and Surgery». 2018.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕРВИСОВ WEB 2.0. НА УРОКАХ БИОЛОГИИ И ХИМИИ НА ПРИМЕРЕ КОНСТРУКТОРА ИНТЕРАКТИВНЫХ ЗАДАНИЙ LEARNING APPS.ORG

Высочкина О.В.

*МОУ «Моркинская средняя общеобразовательная школа №1», Республика Марий Эл, г.т.Морки,
e-mail: zaj77@mail.ru*

В современных реалиях особое внимание начали уделять дистанционному обучению с использованием ЦОР, облачных технологий, социальных сервисов Web 2.0.

Принцип работы технологий Web 2.0 интегрирование программных возможностей нескольких сервисов и возможность создать что-то новое и уникальное. Данные сервисы упростили процесс создания материалов по шаблону и распространению их в сети. Каждый получает не только доступ к цифровым коллекциям, но и принимает участие в формировании собственных коллекций. Создание и работа с коллекций заданий может проходить как в индивидуальном режиме, а так же в групповом. Каждый из сервисов Web 2.0 можно использовать в учебных целях. Варианты использования зависят от возможностей предлагаемой программы, пользовательских навыков участников группы и фантазии преподавателя.

Хотелось бы обратить внимание на один из сервисов Web 2.0 - конструктор интерактивных заданий LearningApps.org. С помощью данного конструктора можно оперативно создавать различные задания (модули) по имеющимся шаблонам, которых в данном сервисе достаточно много.

Сервис имеет понятный интерфейс с которым может разобраться человек, имеющий минимальные навыки работы с компьютером. В начале предлагается регистрация и выбор языка. После прохождения процесса регистрации становятся доступными шаблоны, которые помогают создать собственные интерактивные упражнения (модули). Шаблоны предлагаемых упражнений сгруппированы по функциональному признаку.

Создав задание, можно тут же опубликовать его или сохранить в личном кабинете. Доступ к готовым ресурсам открыт и для незарегистрированных пользователей. Можно использовать задания, составленные коллегами, скопировав ссылку внизу задания из поля «Привязать» и вставив её на страницу своего личного сайта (см.рис.1) или «поделиться» ими в социальных сетях, а также отправить на них ссылку коллегам и учащимся по электронной почте

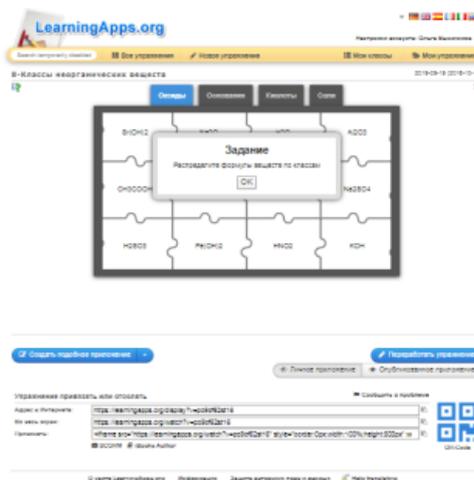


Рис.1. Образование ссылок на интерактивные задания (модули) в личном кабинете.

Кроме того, можно создать аккаунты для своих учащихся и использовать свои ресурсы для проверки их знаний прямо на этом сервисе, организовав тем самым обратную связь.

Сервис легко можно использовать не только самостоятельно создавая задания, но также есть возможность приобщить к созданию заданий своих учеников. Для этого можно разослать учащимся порядок создания конкретных заданий. В дальнейшем учащиеся самостоятельно осваивают создание новых типов упражнений.

Задание для обучающихся может выглядеть следующим образом: «С помощью конструктора интерактивных заданий LearningApps создайте интерактивное упражнение по заданной теме: «Оксиды».

Порядок действий при создании интерактивного упражнения «Классификации»:

1. Войдите в свой аккаунт сервиса LearningApps.
2. На верхней панели выберите пункт меню «Новое упражнение».
3. На открывшейся странице выберите тип нового упражнения «Классификации».
4. Просмотрите предложенные примеры заданий, выберите один из понравившихся примеров и перейдите к созданию упражнения по вкладке «Создать новое приложение».
5. В поле «Название приложения» введите тему, например, «Классификация оксидов металлов».
6. В поле «Постановка задачи» сформулируйте условия задания, например, «Распределите формулы оксидов металлов по трем группам».
7. При создании упражнения «Классификации» в поле «Добавить группу» выберите режим «текст» и впишите название группы, например: «Основные оксиды». В поле «добавить элемент группы» введите формулы оксидов металлов.
8. Введите желаемый текст в поле «Обратная связь».
9. В поле «Помощь» укажите страницы учебника, содержание необходимый материал для выполнения задания.
10. Выберите вкладку меню «Установить и показать в предварительном просмотре» (см.рис.2), протестируйте созданное приложение, при необходимости внесите изменения выбрав вкладку «Вновь настроить»
11. Сохраните приложение, выбрав вкладку «Сохранить приложение».

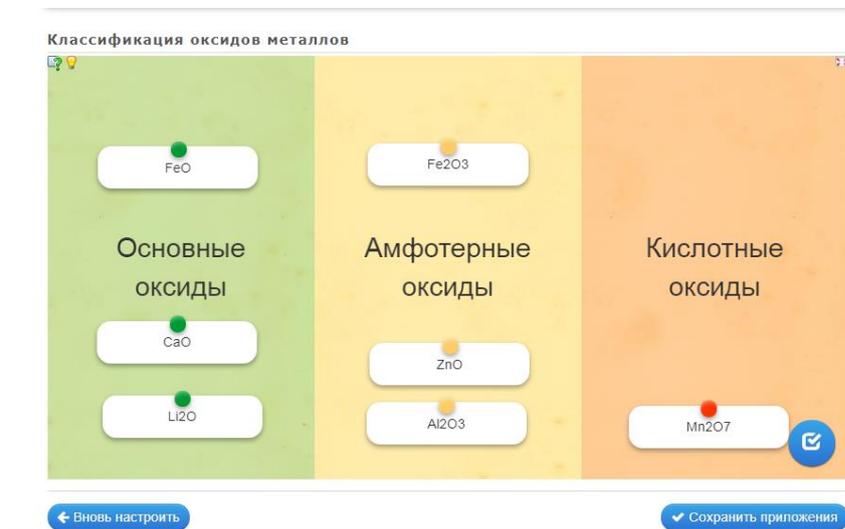


Рис.2 Предварительный просмотр интерактивного задания «Классификации».

Давайте подведем итоги. «Плюсы» использования рассматриваемого конструктора:

- интерактивность;
- минимальные навыки работы с ИКТ;
- формируется познавательный интерес к предмету;
- обратная связь с учитель-ученик, ученик-ученик.

Несмотря на положительные стороны, которые мотивируют работать с данным сервисом, необходимо учесть, что полноценная работа с Learning Apps на уроках возможна при наличии хорошего интернета и достаточного количества оборудования (например, наличие интерактивной доски). При подготовке к уроку нужно учесть возможные проблемы с соединением через интернет и предусмотреть запасные ва-

рианты работы. При дистанционной работе таких проблем не возникает, так как дистанционное обучение возможно только при устойчивом соединении интернета.

Если Вы заинтересовались, воспользуйтесь ссылкой на ресурс: <http://learningapps.org/>

ЛИТЕРАТУРА

1. Голикова М.С. Организация учебной деятельности школьников с применением интерактивных технологий (на основе образовательного блога) // Материалы Межд. научно-практ. конф. «Проблемы языка и культуры в гуманитарном образовании». – Кемерово: ООО ПК «Офсет», 2011. – С. 346–350.
2. Образовательном процессе. Часть 3. Инструменты сетевого взаимодействия. – СПб.: РЦОКОиИТ, 2010. – С. 10–21.
3. <http://progaonline.com/antiplagiat/link?url=https://multiurok.ru/files/ispolzovanie-servisa-learningapps-dlia-razvitiia-i.html&key=598f23b5e5b2925e192d37e118702136>

ПОДХОДЫ К ОБУЧЕНИЮ ЛАТИНСКОМУ ЯЗЫКУ В КОНТЕКСТЕ ПОДГОТОВКИ МЕДИЦИНСКИХ КАДРОВ

Иванова И.Г.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
iraida44@yandex.ru

Содержание и структурная организация обучения латинскому языку определяются Федеральным государственным образовательным стандартом, а также спецификой вузовской подготовки. Изучение латинского языка для специальных целей включает такие компоненты, как изучение латинского языка как средства овладения специальностью и как средства профессионального общения. В процессе обучения латинскому языку в качестве ведущих подходов следует выбрать системный, деятельностный и личностный. Системный подход, используемый для решения научных задач, позволяет рассматривать методику преподавания латинского языка всесторонне в качестве системы с внутренними, взаимообусловленными связями ее компонентов. Деятельностный подход, ориентированный на результаты обучения, заключается в умении применять полученные знания в различных видах профессиональной деятельности. Применительно к преподаванию латинского языка на медицинских факультетах, подход с позиции теории деятельности означает организацию процесса обучения, при которой деятельность обучаемого направлена на овладение навыками чтения и применения профессиональной терминологии. Деятельностный подход способствует эффективному усвоению знаний обучающимися, а также формированию обобщенных умений в процессе выполнения учебных заданий. Изучение медицинского терминологического фонда требует унифицированного подхода посредством выделения обобщенных приемов деятельности, например, распознавание аналогичных ситуаций, перенос умений на другие задания, выполнение определенных действий в правильной последовательности. Примером реализации принципа унификации является усвоение структурно-семантических моделей построения и частотных компонентов греко-латинских терминов. Унифицированный медицинский терминологический аппарат включает частотные лексические единицы, регулярные модели (словообразовательные, структурно-семантические, лексико-грамматические), частотные способы словообразования и другие.

Системный подход к преподаванию латинского языка и основ медицинской терминологии предполагает совокупность грамматики и лексики. Обучающимся предлагается необходимый лексический минимум с расчетом на его дальнейшее закрепление и расширение в рамках профильных дисциплин (чаще всего для перевода анатомических терминов) [1, с.114]. Сжатые сроки изучения языка требуют изложение грамматического материала в минимальном объеме, выполняя, таким образом, организующую функцию; в логической последовательности с учетом введения терминологического материала, соблюдая дидактический принцип обучения от легкого к трудному. Такой подход позволяет обучающимся моделировать терминологические конструкции, основываясь на усвоенные ранее алгоритмы: принципы их построения, комбинируемость лексических составляющих. Обучение основам латинской грамматики на медицинском факультете требует развития способности к логическому и аргументированному анализу языковых явлений, сознательному изучению и применению теоретических и практических знаний в области медицинского терминологического образования [2]. Тренировочные упражнения строятся также системно: двусловные термины с несогласованным определением, затем добавляются термины с согласованным определением, далее задания усложняются, включая многословные разноструктурные термины. Последующие упражнения, составленные на основе новой темы, содержат лексико-грамматический материал предыдущего задания. Такая методика способствует формированию системного восприятия изучаемого раздела медицинской терминологии. Системный подход проявляется также в установлении содержательных связей между темами и разделами изучаемой дисциплины. К тому же различные виды занятий выполняют функцию взаимного дополнения.

Метод обучения латинскому языку зависит от целей обучения. Исходя из специфики изучения латин-

ского языка на медицинском факультете наиболее оптимальным методом преподавания латинского языка является сознательно-сопоставительный метод. Специфика обучения латинскому языку заключается в практической направленности деятельности, которая предполагает такие приемы как структурный анализ терминов, перевод, работа со словарем. Данный метод соответствует целям изучения латинского языка в медицинском вузе. Цели обучения латинскому языку и основам медицинской терминологии требуют тщательного отбора учебного материала, который должен быть взаимосвязан со специальными предметами: анатомией, физиологией, фармакогнозией, гистологией и др. Соответственно, содержание обучения рассматривает наличие следующих компонентов: лингвистический компонент, подразумевающий языковой материал; методологический компонент, предусматривающий обучение рациональным приемам обучения в познании нового языка, формирование навыков и умений в построении медицинских терминов.

При объяснении материала следует руководствоваться следующими целями: теоретической, когда каждое грамматическое явление определяется с точки зрения его роли и места в системе языка; практической, показывающей функциональное значение данного явления и распознавания его в терминах и текстовом оформлении.

Помимо формирования практических навыков, учебные и внеаудиторные занятия развивают исследовательские навыки, формируют способности к обобщению и проектированию. Подобный подход усиливает общеобразовательное значение учебной дисциплины с учетом общенаучных и культурологических аспектов. Для решения задачи подготовки высококвалифицированных специалистов образование в медицинском вузе строится на принципе системности, взаимосвязях основных структурных и содержательных компонентов обучения. Задача интегративного подхода заключается в формировании критического мышления, которое предполагает взаимообусловленность происходящих процессов и явлений. Учебная дисциплина развивается как целостный комплекс наук на основе взаимообогащения научными познаниями и методами обучения. Помимо содержательных связей между дисциплинами выделяются хронологические связи. Наиболее эффективными в плане взаимовлияния между объектами, изучаемыми одновременно в разных учебных дисциплинах, оказываются сопутствующие связи. К примеру, использование алфавита, грамматики латинского языка международной анатомической номенклатурой; создание международных медицинских научных терминов греко-латинского происхождения; учет латинских заимствований в осуществлении межкультурной профессиональной коммуникации. Обучение латинскому языку имеет перспективный характер в плане его использования в изучении профильных дисциплин, например, применение полученных знаний в написании рецептов, выявлении частотных отрезков в названиях препаратов, построении анатомических терминов и их расшифровке. Данный курс ориентирован, прежде всего, на формирование общих для различных дисциплин понятий. Интеграция теоретических знаний осуществляется на уровне законов и теорий языка, например, изучение других дисциплин с опорой на законы и теории латинского языка, что значительно проявляется в процессе изучения иностранных языков. Перенос знаний из одной учебной дисциплины в другие доказывает существование принципов универсальности фундаментальных научных положений.

Латинский язык способствует семантической адекватности восприятия терминов медицинской направленности и в последующем их использовании в профессиональной коммуникации [3], поскольку коммуникативная компетенция медицинского специалиста определяется, прежде всего, в оперировании научными наименованиями. Учет межпредметных связей, взаимообусловленность содержания дисциплин и методик обучения способствует формированию интегративного стиля мышления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Качалкин А.А. Систематизирующий подход как основа методологии преподавания Латинской терминологии в вузе // Проблемы современного педагогического образования. 2019. № 62-2. С. 113-116.
2. Иванова И.Г. Обучение грамматике латинского языка с позиций системного подхода // Современные проблемы медицины и естественных наук: сборник статей Международной научной конференции. 2019. С. 326-327.
3. Иванова И. Г. Межкультурная направленность обучения латинскому языку для профессионального общения медицинских специалистов // Актуальные вопросы формирования межкультурных компетенций в современном образовании: сборник статей и методических разработок / Мар. гос. ун-т. Йошкар-Ола, 2018. С. 28-31.

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ УЧАЩИХСЯ В ШКОЛЬНОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ

Краснова Л.Н.

МОУ «Моркинская средняя общеобразовательная школа №6», Республика Марий Эл, пгт. Морки
lidiya.krasnova.1971@mail.ru

Перед современным человечеством стоит актуальный вопрос о необходимости изменения своего потребительского отношения к природе и обеспечения соответствующего воспитания и образования нашего подрастающего поколения. Человеку жизненно необходимы новые знания в области экологии и природопользования, новая система ценностей. Эти знания нужно воспитывать с детства. Программа воспитания и социализации учащихся в соответствии с новым федеральным законом об образовании направлена на формирование экологической культуры, что значит:

1. осознание ценности экологически целесообразного, здорового и безопасного образа жизни, взаимной связи здоровья человека и экологического состояния окружающей его среды, роли экологической культуры в обеспечении личного и общественного здоровья и безопасности;

2. начальный опыт участия в пропаганде экологически целесообразного поведения, в создании экологически безопасного уклада школьной жизни;

3. умение придавать экологическую направленность любой деятельности, проекту; демонстрировать экологическое мышление и экологическую грамотность в разных формах деятельности [1].

Школьные лесничества являются одной из эффективных форм подготовки подрастающего поколения к труду, воспитания бережного отношения к природе, формирования у учащихся навыков правильного природопользования, а также способствуют получению профессиональных знаний, опыта в области лесоводческой деятельности. В ходе исследовательской деятельности происходит непосредственное общение юных исследователей с природными объектами, приобретаются навыки научного эксперимента, развивается наблюдательность, пробуждается интерес к изучению конкретных экологических вопросов. К.А. Тимирязев отмечал: «Люди, научившиеся наблюдениям и опытам, приобретают способность сами ставить вопросы и получать на них фактические ответы, оказываясь на более высоком умственном и нравственном уровне в сравнении с теми, кто такой школы не проходил» [2].

В нашей школе школьное лесничество было образовано в 2007 году. Основным объектом юных исследователей является лес как экосистема, его компоненты, связи и процессы, которые в нём происходят в естественном состоянии и под влиянием деятельности человека. Это в большинстве случаев и определяет выбор темы исследовательской работы.

Большую роль в активизации исследовательской работы играет связь школьного лесничества с работниками лесничества, с преподавателями Поволжского государственного технологического университета, со специалистами ГБОУ ДО Республики Марий Эл "Детский эколого-биологический центр". Членами школьного лесничества были проведены исследования на тему:

1. Биоиндикация загрязнения воздуха в районе экологической тропы по состоянию сосны обыкновенной.

2. Изучение состояния и роста искусственного насаждения сосны обыкновенной в условиях Моркинского лесничества Республики Марий Эл.

3. Определение загрязнения воздуха в районе экологической тропы с помощью лишеноиндикации.

4. Выращивание семян хвойных пород в условиях теплицы.

5. Лесопатологический мониторинг лесного фитоценоза на территории участка, закреплённого за школьным лесничеством.

6. Биоиндикация загрязнения воздуха в районе экологической тропы по состоянию березы повислой, или бородавчатой.

Многолетний положительный опыт работы в рамках школьного лесничества, показал, что в работу с успехом можно вовлечь детей с разными способностями. Работа по выполнению исследовательских проектов организуется на основе разноуровневого подхода: одни учащиеся собирают и обрабатывают теоретический материал, помогают в постановке и проведении исследований, другие оформляют и обрабатывают материал на компьютере, третьи пишут доклады и защищают работы. При организации исследовательской работы необходимо создать такие условия, при которых возможны развитие и реализация творческих способностей учащихся. При выполнении проектов ориентируемся на местные условия природной среды, экологическую обстановку своего района.

Необходимо учитывать и то обстоятельство, что исследовательская работа, выполняемая в течение учебного года не должна отнимать много времени. Ведь не надо забывать и о том, что существует учебная программа, домашние задания по другим предметам, о том, что многие ученики помимо школьной жизни имеют и другие интересные для них занятия.

Исследовательская деятельность способствует расширению диапазона знаний, развитию познава-

тельного интереса, умению анализировать, формированию собственных суждений и адекватной самооценки. Всё это в совокупности приведет к развитию к одной из ключевых компетентностей у школьников - исследовательской компетентности.

Есть возраст, в котором почти каждый ребенок хочет стать ученым, исследователем. Это время, когда школьные занятия еще не отбили интереса к серьезной науке, и она кажется романтическим и увлекательным занятием, а внутренняя потребность к “игре во взрослых” еще сильна. И если в этот момент предложить детям заняться настоящей научной деятельностью, мы почти наверняка спасем их от равнодушия к сухим школьным дисциплинам. И поэтому школьное лесничество должно занять важное место в предпрофильной подготовке учащихся и профильном обучении в школе. На его базе могут быть организованы элективные курсы, экологическая практика, проектная и исследовательская деятельность учащихся.

ЛИТЕРАТУРА

1. Савинов Е.С. Примерная основная образовательная программа образовательного учреждения. Основная школа. М., 2011. С.342.
2. Шургин А.И. Исследовательская деятельность школьных лесничеств. Й-Ола, 2008. С.6 -12.

ЮНЫЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ

АНАТОМИЯ СЛОЕВИЩА ЛИШАЙНИКА ЭВЕРНИИ СЛИВОВОЙ (*EVERNIA PRUNASTRI* L. ACH.) В УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЕ

Александрова Е. Н.¹, Кандукова Е. Э.², Васильева В. М.³, Суетина Ю. Г.⁴

1, 2, 3 – МОУ «Коркатовский лицей», д. Коркатово, Моркинский район, Республика Марий Эл

4 – Марийский государственный университет, Йошкар-Ола

alexandroy023@gmail.com

Эверния сливовая, или дубовый мох (лат. *Evernia prunastri*) – вид лишайников, растущих на стволе и ветвях дубов и некоторых других лиственных и хвойных деревьев, в том числе на пихтах и на соснах [1]. Этот лишайник распространен повсюду в горных лесах умеренного климата в Северном полушарии, в том числе во Франции, Испании, Португалии, странах Центральной Европы и Северной Америки [3].

Слоевище лишайника мягкое кустистое, может достигать 3–4 см в высоту. Оно состоит из сросшихся внизу (на коре дерева) густорослых, чрезвычайно разветвленных, похожих на рога оленя, лопастей. Цвет слоевища варьирует от зеленого до зеленовато-белого в сухую погоду – и от темно-коричнево-зеленого до желто-зеленого, когда сыро [4]. Структура слоевища дубового мха в сухую погоду довольно грубая, а при наличии влаги в окружающей среде приобретает эластичность. Этот лишайник имеет весьма выраженный, но довольно сложный аромат, который может быть описан, как древесный и слегка сладкий. Экземпляры дубового мха, растущие на соснах, имеют явный запах скипидара, что очень ценится в парфюмерии [2].

Цель работы: изучение анатомического строения слоевища эвернии сливовой (*Evernia prunastri* (L.) Ach.) в городских условиях в разных онтогенетических состояниях.

Задачи работы:

1. Изучить анатомическое строение слоевищ эвернии сливовой в онтогенезе.
2. Сравнить анатомическое строение слоевища эвернии сливовой в онтогенезе в природных и городских местообитаниях.
3. Выяснить соотношение анатомических слоев в слоевище.

Гипотеза: в условиях г. Йошкар-Олы под влиянием антропогенного загрязнения происходит изменение анатомического строения слоевищ лишайника.

Материалы и методы исследований:

Сбор слоевищ *E. prunastri* проводили в июне 2019 г. на территории города Йошкар-Олы в липняке снытевом, расположенном в микрорайоне Дубки вблизи улицы Мира.

В городе были собраны слоевища v_2 (виргинильное 2), g_{2V} (средневозрастное потенциально генеративное), g_{3V} (старое потенциально генеративное) онтогенетических состояний срезали на высоте ствола 1,0–2,0 м с липы сердцелистной (*Tilia cordata* Mill.). Среди собранных слоевищ не было слоевищ g_{1V} онтогенетического состояния.

Слоевища v_2 , g_{1V} , g_{2V} , g_{3V} онтогенетических состояний из елово-пихтового дубо-липняка страусниково-ландышевого, расположенного в пойме реки Большая Кокшага в окрестностях поселка Старожильск, были предоставлены Ю.Г. Суетиной [5].

Временные микропрепараты анатомических срезов готовили стандартно, с добавлением воды. Для каждого онтогенетического состояния делали срезы у 5 слоевищ. Всего исследовали 35 слоевищ. Измерения проводили с помощью микроскопа Биолам С-11. Изучены следующие анатомические признаки в микрометрах (мкм): верхний коровый слой, альгальный слой, сердцевина, нижний коровый слой. Сравнение проводили с помощью дисперсионного анализа.

Результаты и выводы:

1. Толщина верхнего корового слоя и зоны водорослей *E. prunastri* не различается в онтогенезе. Статистически не значимы различия между природным и городским местообитанием. Это может быть связано с малым числом изученных слоевищ.

2. Толщина нижнего корового слоя слоевища *E. prunastri* увеличивается в онтогенезе. В v_2 и g_{1V} онтогенетических состояниях толщина меньше, чем в g_{2V} и g_{3V} онтогенетических состояниях.

3. Толщина сердцевины слоевища *E. prunastri* увеличивается от v_2 до g_{3V} состояния. В городе Йошкар-Оле толщина сердцевины увеличивается в v_2 состоянии, но уменьшается в g_{2V} состоянии. Следовательно, чувствительными к неблагоприятным условиям урбанизированной среды оказались грибные гифы сердцевины.

4. Максимальная толщина в слоевище *E. prunastri* наблюдается у сердцевины, далее следует слой водорослей, а минимальная толщина характерна для верхнего и нижнего коровых слоев.

Выдвинутая ранее гипотеза подтвердилась. В условиях г. Йошкар-Олы под влиянием антропогенного загрязнения происходит изменение анатомического строения слоевищ лишайника.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бязров Л. Г. Лишайники в экологическом мониторинге. М. : Науч. мир, 2002. 336 с.
2. Гаевская А. В. Справочник Грибы, Лишайники, Растения. Севастополь, 2007. 160 с.
3. Лиштва А. В. Лихенология : учеб.-метод. пособие. Иркутск : Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2007. 121 с.
4. Мучник Е. Э., Инсарова И. Д., Казакова М. В. Учебный определитель лишайников Средней России (учебно-методическое пособие). Рязань : Изд-во РГУ им. С. А. Есенина, 2011. 360 с.
5. Суетина Ю. Г., Бердникова С. А. Изменение анатомической структуры слоевищ эвернии сливовой (*Evernia prunastri* (L.) Ach.) в онтогенезе // Современные проблемы медицины и естественных наук : сборник статей Международной научной конференции. 2019. С. 162–163.

«УДИВИТЕЛЬНЫЕ ГРИБЫ ЛИСИЧКИ»

Васильева М. А.¹, Яковлева И. Г.²1,2 – МОУ «Моркинская СОШ №2», пгт Морки, Республика Марий Эл
ir1n4yak@yandex.ru

Царство грибов отличается многообразием. Грибов на планете великое множество, а наш Моркинский край особенный в этом отношении, так как в его лесах произрастают практически все самые вкусные и известные представители царства грибов. Грибы довольно многочисленная группа живых организмов, насчитывающая около 100 тысяч видов. Традиционно грибы относили к растениям. Но в настоящее время они выделены в отдельное третье царство. Грибы сочетают в себе признаки, как растений, так и животных. Шляпочные грибы являются представителями высших грибов. Среди представителей грибов много таких, которые удивляют формой и цветом. Например, на опушках часто можно встретить светло-желтый гриб необычной формы. Это гриб лисичка обыкновенная, получивший свое название именно благодаря нестандартной окраске – желанная добыча всех любителей тихой охоты.

Каждое лето мы с родителями по выходным ездим собирать грибы. Белый гриб, подберезовик, подосиновик – одни из наиболее собираемых и сдаваемых даров природы. Однако отмечу, что особую ценность у тех, кто собирает грибы для себя, а особенно у приезжих приемщиков, представляет лисичка. Кроме этого, мои родители, бабушка и дедушка, собирая грибы, всегда лисичку выкладывали в отдельную корзинку, как настоящую драгоценность. Готовили их обычно тоже отдельно, в основном тушили со сметаной. Это было очень вкусно. Так как мы часто с семьей собираем именно эти грибы, у меня возникли следующие вопросы: «А почему именно этот гриб вызывает такой интерес? Почему лисички такого цвета? Растут ли эти грибы еще где-то, кроме окрестностей поселка Морки по Шиньшинской дороге? Нужно отметить, что один ответ я уже точно знаю: лисички очень вкусные, а вот в остальном хочу разобраться.

Актуальность работы обусловлена тем, что мы мало знаем о пользе грибов, в частности, лисичек. В России лисички вызывают особый интерес только как источник дохода, но многие забыли, или не знают, что лисичка – ценнейший гриб, который нашел свое применение не только в кулинарии, но и в медицине. Собранные в наших лесах, эти замечательные грибы отправляются также и за границу. Ученые называют этот гриб «лисичка желтая», люди же называются ее – обыкновенной или настоящей лисичкой.

Если спросить человека, который хоть раз видел лисички, почему они называются именно так, то ответ не заставит себя ждать, потому, что по цвету эти ярко-оранжевые грибы напоминают шубку лесной охотницы лисы. Лисички словно ушки рыжей лисицы торчат из лесной растительности. Их яркий наряд притягивает к себе взгляды грибников.

Со слов моей бабушки грибы лисички растут в Моркинском районе на втором и на десятом километре Шиньшинской дороги. Предпочитают сосновые с примесью березы и ели леса.

Сезон сбора лисичек начинается обычно в конце лета. Но в засушливые годы он может сдвинуться на начало или даже середину осени – как только появится достаточное количество влаги. Собирать грибы лисички можно в любых смешанных или хвойных лесах, но больше шансов встретить их рядом с сосной.

«Лисичка-сестричка», так иногда зовут этот гриб. Лисичкой – за ярко-рыжую окраску, заставляющую вспомнить меховой лисий наряд. «Сестричкой» – за то, что эти грибы никогда не встретишь поодиночке. Всегда в моховом ковре скрывается целая их «семейка». Но не только лисичкой называют этот гриб в народе, а еще и «петушком» или же «лисицей». Название свое получила благодаря характерному окрасу (оранжевому или же цвета яичного желтка) по аналогии с окрасом лисьей шкурки.

Заметим, название «лисички» не от слова лиса, а от древнерусского прилагательного «лисий» – «желтый». И гриб, и лисица так названы за свой цвет. А еще в названии «лисички» есть что-то игривое, солнечное, озорное, как и цвет веселых шляпок – веснушек, которые напоминают развевающиеся юбочки. Соберешь полную корзинку и кажется, что кусочек солнышка домой несешь [1]. Вот как описал внешний вид лисички С. И. Ожегов (2006) в «Толковом словаре русского языка»: «Съедобный пластинчатый гриб желтого цвета» [2].

Рассмотрев гриб лисичку поближе, можно отметить, что шляпка у данного гриба достигает размеров от 2 до 10 см в диаметре, она плотная и мясистая. У молодых грибов шляпка выпуклая, позже плоская,

у старых грибов – в виде воронки; по краю волнистая, как бы изрезанная. Поверхность шляпки гладкая, неблестящая; кожица трудно отделяется от мякоти шляпки. Лисички обыкновенные являются настоящими волшебными грибами, применение которым нашлось в лекарственной и кулинарной области, благодаря содержащимся в них многих полезных веществ и витаминов (А, В₁, В₂, РР), а также микроэлементов цинка и меди. Так, например, витаминов В в них больше, чем в дрожжах. Кроме этого, лисички содержат провитамин D. И как уже отмечалось, лисички могут поспорить с морковкой по содержанию количества каротина, который в организме человека превращается в витамин А.

Главная ценность лисички в том, что этот гриб почти никогда не бывает червивым и не содержит личинок насекомых. В мякоти лисички содержится специальное вещество (хиноманноза), которое способно уничтожать личинки насекомых и глистов. Благодаря этому свойству рыжие грибы хранятся в сыром виде дольше других грибов, поэтому лисички пригодны для дальних перевозок. Наличие убивающего вещества нашло свое применение в медицине: с помощью препаратов, содержащих хиноманнозу, из организма людей выводят глистов и других паразитов. Вещество обволакивает капсулы яиц паразитов, растворяет их и уничтожает содержимое.

Наши исследования проводились в два этапа. Первый этап включал в себя изучение ассортимента грибов в магазинах пгт Морки и перепись грибного ассортимента в целом и отдельно лисичек на данной территории. Вместе с мамой я посетила магазины «Магнит», «Пятерочка», «Конкурент». Выяснила следующее: ассортимент грибов в 3-х магазинах представлен крайне плохо. Только в супермаркете «Магнит» грибы представлены наиболее разнообразнее, чем в других небольших магазинах. В «Пятерочке» продаются сухие, замороженные, консервированные грибы, а также пицца, вареники, соусы, где один из ингредиентов является грибы. В других магазинах продаются в основном только пицца и вареники с грибами. Что касается лисичек, к сожалению, ни в одном из магазинов, которые мы посетили с мамой, лисичек не было представлено ни только, как отдельным продуктом, но и как добавочного продукта к основному блюду, например в консервированных овощах.

Вторая этап заключался в социологическом опросе о разнообразии грибов и о пользе лисичек. В опросе приняли участие учащиеся 7-х классов Моркинской СОШ № 2.

По результатам анкетирования, было выявлено, что:

1. Семиклассники знают в основном только белые грибы, подосиновики, подберезовики, сыроежки, волнушки, маслята, опята и лисички. Интересно, что взрослые знают больше названий грибов, чем школьники.
2. В основном все опрошенные любят грибы, исключение составило 7 человек.
3. Блюда из грибов употребляют практически все респонденты, кроме 4 учеников.
4. 15 учеников собирали грибы лисички.
5. Никто не знает, почему лисичка желтого цвета.
6. В пользе грибов лисичек уверены не все: 5 опрошенных сомневаются в их пользе.

Согласно этому исследованию, я обнаружила, что самые известные грибы среди опрошенных являются: белый гриб, сыроежка, подосиновик и подберезовик. Поэтому, я решила поделиться с одноклассниками и взрослыми (в этом мне помогут родители) информацией о грибах лисичках и о пользе этого ценнейшего гриба.

Я думаю, что очень важно информировать население о полезных свойствах этого гриба. Необходимо просвещать людей о необходимости употребления в пищу лисичек, как грибов, не содержащих радионуклиды и выводящие вредные вещества из организма.

Спрос рождает предложение, поэтому, если люди поймут важность и полезность этого гриба, то в магазины будут поступать лисички в замороженном и консервированном виде. А те, кто раньше не обращал внимание на лисички, будут теперь собирать этот ценный гриб и употреблять его в пищу.

Таким образом, я выяснила, что лисичка очень ценный гриб. Теперь я знаю, что это не только красивый дар природы, но и очень полезный. Настоящим открытием для меня было то, что в нем содержится столько витаминов и питательных веществ. Я поняла, почему лисичка имеет сходный цвет с морковкой, а самое главное я выяснила, что для жителей пгт Морки и для остальных людей лисичка полезна.

Конечно, очень жаль, что в наших магазинах лисичек нет, да и в целом грибной ассортимент представлен очень скудно, однако, радует, что взрослые люди знают об этом грибе и употребляют его в пищу. Думаю, что когда мои одноклассники подрастут, они тоже по достоинству оценят рыжий гриб с добрым названием – лисичка.

Я понимаю, что не только лисичка представляет собой ценный гриб, но и другие грибы. В чем их ценность я хочу выяснить в следующем своем исследовании. А напоследок небольшой совет: если вы ходите по лесу, а грибов не находите? Как тут быть? А очень просто! Попросите: «Лес, лесочек, подари лисичек кузовочек!» И лес обязательно вам его подарит. Только не забудьте поблагодарить: «Лес, лесочек, спасибо за рыжий грибочек!»

ЛИТЕРАТУРА

1. Рохлов В. Занимательная ботаника. М. : АСТ–Пресс, 1999. С. 358.
2. Ожегов С. И., Шведова Н. Ю. Толковый словарь русского языка. 4-е изд. М. : А–Темп, 2006. С. 328.

**ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СНЕГА АВТОТРАНСПОРТОМ
НА РОСТ И РАЗВИТИЕ СЕМЯН РАСТЕНИЙ***Гордиенко С. С.¹, Гордиенко Т. А.²*¹ – МБОУ «СОШ №117», г. Казань² – Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Казань*eiseniata@gmail.com*

Осадки являются эффективным фактором вымывания различных веществ из воздуха, которые приводят к изменению химического состава почв, вод рек и водоемов. В условиях урбанизированных территорий снежный покров загрязняется за счет выбросов промышленных и коммунальных предприятий, продуктов неполного сгорания бензина автотранспортом, а также применяемыми при зимней уборке улиц абразивными материалами (песком, шлаком и т.п.) и противогололедными химическими реагентами [1]. Снег в течение длительного зимнего сезона аккумулирует значительную часть поллютантов и содержит не только растворенные частицы, но и принесенную ветром пыль местного природного и антропогенного происхождения. В связи с этим снежный покров является надежным индикатором такого важного параметра, как атмосферная нагрузка на природные экосистемы, его используют для оценки состояния атмосферы в качестве одного из методов геоэкологического мониторинга природных ландшафтов.

Биоиндикация – это оценка состояния среды с помощью живых объектов, с помощью которых проводится оценка различных факторов, в том числе и антропогенного [2]. Идею биоиндикации с помощью растений сформулировал еще в I веке до н.э. исследователь Колумелла [3]. Биотестирование – комплексный экспресс-метод оценки биоактивности веществ и загрязнения природных сред (воды, почвы и т.д.) по реакции тест-организмов (тест-объекты), выращенных в специфических условиях [2, 4]. В качестве тест-объектов в эксперименте используют растения – семена сельскохозяйственных культур томата, кресс-салата, редиса, пшеницы, моркови и т.д. [2–4, 7]. Исследуют реакцию корней проростков как наиболее чувствительных к загрязнению среды.

Целью нашего исследования была оценка влияния загрязняющих веществ, аккумулированных в снеге, на рост и развитие растительных объектов. Объектом исследования были семена редиса (*Raphanus sativus* var. *radicula* Pers.) и огурца (*Cucumis sativus* L.).

Отбор проб снега проводили в северной части города Казани в загрязненном участке между оживленным шоссе и трамвайными путями («грязная» вода) и в центре парка отдыха «Крылья Советов» («чистая» или «парковая» вода), расположенном недалеко от первой точки (280 м). Для сравнения в качестве контроля брали дистиллированную воду («контроль»).

Семена редиса (по 15 шт.) и огурца (по 10 шт.) выкладывали на смоченную снеговой водой фильтровальную бумагу в соответствующие чашки Петри [4]. Чашки Петри с семенами были выложены в лоток и выставлены на подоконник окна, выходящего на юг. Температура воздуха на подоконнике колебалась в течение дня от 22 до 24°C. Опыт проводили с 28.01.2020 г. по 03.02.2020 г. (6 суток). Ежедневно в 14.00 проводили осмотр семян на появление ростков и их измерение. Семена классифицировали по следующей шкале промеров корней: 0 – проросшие семена, корешки до 1 мм; 1 – корешки 2–5 мм; 2 – корешки 6–10 мм; 3 – корешки 11–15 мм; 4 – корешки 16–20 мм; 5 – корешки 21–25 мм; 6 – корешки 26–30 мм; 7 – корешки 31–35 мм; 8 – погибшие семена. Результаты наблюдения записывали в блокнот и фотографировали. Ежедневно в чашки Петри добавляли по 10 мл соответственно опыту снеговой и дистиллированной воды.

На базе Института проблем экологии и недропользования АН РТ определена рН снеговой воды, величина минерализации и содержание солей. Около дороги рН воды составил 7,38 (слабо щелочная), коэффициент минерализации – 97,5 мг/литр, хлоридов – 16,9 мг/литр, сульфатов – 2,01 мг/литр; в парке «Крылья Советов» рН – 6,45 (слабо кислая), минерализация в 8,1 раза ниже, хлоридов и сульфатов соответственно в 11,4 и 1,6 раза меньше. По данным ГОСТ 6709-72 коэффициент минерализации дистиллированной воды соответствует 3,25 мг/литр. Также определен вес нерастворенных взвешенных частиц на 1 литр снеговой воды: в «парковой» воде осадок составил 0,041 г/литр, в «грязной» воде – 1,4745 г/литр (в 36 раз выше, чем в «парковой» воде).

Через сутки после постановки опыта ростки не регистрировали. На третий день опыта в «грязной» воде проросло 7 семян огурца, в «парковой» – 8, в «контроле» – 10. Семена редиса проросли медленнее соответственно 1, 4 и 3 шт. На четвертый день опыта количество проросших семян огурцов возросло соответственно до 8, 9 и 10 шт., а редиса – 1, 5 и 4 шт. Длина корешков 2 семян огурца была значительно длиннее в варианте с «грязной» водой, по сравнению с другими. Однако в «чистой» воде и «контроле» отмечено равномерное прорастание семян. На пятый день опыта прорастание семян огурца не наблюда-

лось, количество проросших семян редиса увеличилось соответственно до 5, 7 и 4 шт. Размер корешка 3 семян огурца достиг 15 мм, остальные семена в других вариантах росли равномерно, не превышали 10 мм. На шестой день в «грязной» воде мы наблюдали гибель 3 шт. семян огурца, а в «контроле» – 1 шт., в «чистой» воде осталось все без изменений. Также мы не наблюдали роста корней в «грязной» воде, тогда как в других вариантах корешки продолжали удлиняться. Семена редиса продолжали прорасти – в «чистой» воде всего проросло 8 шт., в «контроле» – 5 шт., в «грязной» воде количество ростков не изменилось (5 шт.). На седьмой день в «грязной» воде все семена огурцов погибли (100 % гибель). Семена редиса были более жизнеспособными, и в «чистой» воде наблюдали прорастание еще одного семени (всего 9 шт.), в других вариантах изменений не было.

Наши наблюдения показали, что огурец и редис реагируют на загрязнение воды отрицательно. В первом случае «всхожесть» семян огурца в «грязной» воде несколько меньше (80 %) по сравнению с «чистой», однако происходит стимуляция роста некоторых семян, длина корешков которых значительно длиннее. В «чистой» воде и «контроле» корешки появляются дружно и растут равномерно (90 % и 100 % всхожесть). На шестой день (5 суток) опыта наблюдали гибель корешков семян в «грязной» воде (30 %) и «контроле» (10 %). А на следующий день (6 суток) в «грязной» воде погибли все семена (100 % гибель), в дистиллированной воде – 50 % семян, в «чистой» воде – 20 %. В «грязной» воде семена хотя и хорошо проросли (80 % всхожесть), но быстро и погибли (100 % гибель).

Редис чувствует себя гораздо лучше в воде из парка, чем в «грязной» с высоким содержанием токсических веществ и в дистиллированной воде, где отсутствовали питательные вещества. Сходные результаты были получены И. Н. Семеновой с соавторами (2015) [5]. Эти авторы показали, что в контроле (дистиллированная вода) и в загрязненной воде семена редиса прорастают одинаково плохо, а в менее грязной воде прорастают хорошо. В нашем исследовании семена редиса в «чистой» воде проросли до стадии появления листиков. Однако «всхожесть» семян оставалась достаточно низкой (соответственно в «грязной» воде 33 %, в «чистой» – 60 %, в «контроле» – 33 %).

На всхожесть и рост семян огурца и редиса оказали влияние растворенные в воде (соли) и нерастворенные (пыль) вещества. В большей степени отрицательную роль сыграли соли хлорида натрия, используемого в качестве химвагранта зимой на дорогах. Согласно литературным данным наиболее загрязненными районами г. Воронежа являются промышленные зоны и примагистральные территории, несколько меньшее «техногенное давление» испытывают жилые зоны, а наиболее чистыми районами города являются рекреационные зоны [6]. Основными источниками загрязнения городского ландшафта г. Воронежа являются автотранспорт и промышленные предприятия. Что согласуется с нашими результатами.

А. Ю. Тищенко (2016) с соавторами [2] выявили, что в грязной воде всхожесть семян редиса ниже, чем в дистиллированной воде, в которой наблюдалось 100 % прорастание семян. В нашем исследовании в «контроле» всхожесть семян редиса была не высокой (33,3 %) такой же, как и в «грязной» воде, и ниже по сравнению с «парковой» водой (60 %). Соответственно мы не смогли оценить наши результаты по индексу токсичности, рассчитанному по методике В. П. Лебедева [2].

Таким образом, вблизи проезжей части дороги происходит наибольшее загрязнение почвы и снегового покрова веществами сгорания топлива автотранспорта, химическими реагентами в зимнее время года. В связи с этим растения отрицательно реагируют на такое влияние, поэтому вдоль дорог необходимо высаживать растения устойчивые к хлорид и сульфат ионам и переводить автомашины на газовое топливо, что позволит снизить выбросы в атмосферу вредных веществ.

Выражаем искреннюю признательность сотрудникам Института проблем экологии и недропользования АН РТ за оказанную помощь в работе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Салтан Н. В., Шлапак Е. П., Жиров В. К., Гонтарь О. Б., Святковская Е. А. Химический состав снега на урбанизированных территориях в условиях Крайнего Севера // Вестник МГТУ. Том 18, № 2. 2015 г. С. 328–334.
2. Тищенко А. Ю., Рядинская А. Г., Зеленкова В. Н. Семена сельскохозяйственных растений как тест-объекты качества воды // Новая наука : Современное состояние и пути развития: журнал. № 5-3, 2016. Уфа : Агентство международных исследований. С. 27–34.
3. Казимагомедов М. К. Использование растений в качестве тест-объекта в экологии // Юг России : экология, развитие. Том 8, № 4. 2013. С. 80–84.
4. Федорос Е. И., Нечаева Г. А. Экология в экспериментах: учебное пособие для учащихся 10-11 классов общеобразовательных учреждений. – М. : Вентана-Граф, 2006. 384 с.
5. Семенова И. Н., Кужина Г. Ш., Серегина Ю. Ю., Ягафарова Г. А., Зулкарнаев А. Б., Мусин Х. Г. Использование растительных тест-систем для оценки токсичности донных отложений // Вестник Оренбургского государственного университета. № 10 (185), 2015. С. 232–235.
6. Прожорина Т. И., Якунина Н. И. Оценка загрязнения атмосферного воздуха г. Воронежа по состоянию снежного покрова // Астраханский вестник экологического образования № 1 (27) 2014. С. 111–114.
7. Рогуля Л. И. Снежный покров – индикатор загрязнения атмосферы // Молодой учёный. Сентябрь, № 39 (225). 2018. С. 48–50.

СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИИ КСАНТОРИИ НАСТЕННОЙ В УСЛОВИЯХ ГОРОДА ЙОШКАР-ОЛЫ

Дикова А. А.¹, Сартова А. Э.², Васильева В. М.³, Суетина Ю. Г.⁴

1, 2, 3 – МОУ «Коркатовский лицей», д. Коркатово, Моркинский район, Республика Марий Эл

4 – Марийский государственный университет, Йошкар-Ола

dhfdhcfjcx@gmail.com

Актуальность работы: популяционно-онтогенетическое направление получило широкое распространение при изучении различных групп растений и животных. Популяционные исследования лишайников начаты сравнительно недавно. Сформулированы основные представления об объеме популяции у лишайников и особенностях выделения отдельных особей. Концепция дискретного описания онтогенеза растений и связанное с ней популяционно-онтогенетическое направление исследований распространены на популяции лишайников [1].

Ксантория настенная (*Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr.) – листоватый лишайник оранжевого или желтого цвета семейства *Teloschistaceae*, вид рода Ксантория. Его таллом более 3 см диаметром и представляет собой совокупность правильных оранжево-желтых розеток, состоящих из относительно крупных, округлых по краям лопастей, похожих на плодовое тело гриба [2]. В центре таллома находятся многочисленные апотеции, которые обычно окрашены более ярко. Характерный цвет придает лишайнику особое вещество – париедин, которое в виде кристаллов покрывает гифы корового слоя. При слабом освещении он полностью теряет оранжевый цвет и становится серовато-зеленоватым. Лишайник растет на различных субстратах (коре деревьев, обработанной древесине, скалах, камнях и т.д.). Он устойчив к загрязненности воздуха, поэтому может встречаться в городах [3].

Цель: исследовать плотность, онтогенетическую и размерную структуру популяции ксантории настенной в условиях города Йошкар-Олы.

Задачи:

- 1) охарактеризовать число слоевищ ксантории настенной на липе сердцелистной в разных местообитаниях на территории города Йошкар-Олы;
- 2) исследовать онтогенетическую структуру популяции ксантории настенной на деревьях, на разных экспозициях, в разных местообитаниях;
- 3) исследовать размерную структуру популяции на разных деревьях, на разных экспозициях, в разных местообитаниях.

Методика исследования: исследования проводили в июне 2019 года в городе Йошкар-Ола в 2 местообитаниях: 1 – на улице Фрунзе и Больничная (зона слабого загрязнения); 2 – в окрестностях ж/д вокзала (зона слабого загрязнения).

На каждой улице, на 5 деревьях и на 4 экспозициях (север, восток, юг, запад) подсчитывали число и определяли размер особей *X. parietina* разных онтогенетических состояний: имматурное (im_1 , im_2), виргинильное (v_1 , v_2), средневозрастное генеративное (g_1 , g_2 , g_3) [4].

Результаты исследования и выводы:

1. В условиях сильного загрязнения в г. Йошкар-Оле (район ж/д вокзала) по сравнению с зоной слабого загрязнения (частный сектор – ул. Фрунзе и Больничная) резко уменьшается число слоевищ ксантории настенной.

2. В условиях сильного загрязнения в онтогенетической структуре популяции ксантории настенной отмечено отсутствие im особей, резкое уменьшение доли v_1 особей и снижение доли v_2 , g_1 , g_2 и g_3 особей. В зоне слабого загрязнения в структуре популяции присутствуют im - g_3 особи.

3. В обоих районах загрязнения для большинства деревьев характерен онтогенетический спектр с максимумом на g_1 группе; на одном из деревьев в каждой из зон – спектр с максимумом на g_2 группе. В зоне сильного загрязнения отсутствие молодых особей (im и v_1) свидетельствует о плохом размножении; лишь на одном дереве найдены v_1 особи.

4. Наиболее благоприятной для развития слоевищ ксантории настенной в условиях города Йошкар-Олы является северная экспозиция. В зоне слабого загрязнения в онтогенетической структуре популяции на этой экспозиции выявлена значительная доля особей почти всех онтогенетических состояний. В зоне сильного загрязнения лишь на этой экспозиции представлены слоевища v_1 , v_2 , g_1 , g_2 и g_3 онтогенетических групп.

ЛИТЕРАТУРА

1. Родионова Г. Н. Фитоиндикация наземных экосистем. Часть 1. Изучение фитоценопопуляций: Методические рекомендации / Сост. В.Н. Ильина. Самара, Изд-во СГПУ, 2007. 45 с.
2. Окснер А. Н. Определитель лишайников СССР. Морфология, систематика и географическое распространение. Вып. 2. Л.: Наука, 1974. С. 283.
3. Лиштва А. В. Лихенология. Иркутск, 2007. С. 274–275

4. Суетина Ю. Г. Онтогенез и структура популяции *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. в различных экологических условиях // Экология. 2001. № 3. С. 203-208.

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ЧЕШУЕКРЫЛЫХ (БАБОЧЕК) ОКРЕСТНОСТЕЙ Г. УФЫ

Ишибирдина А. А.¹, Ишибирдина Н. А.², Ишмуратова М. М.³

1, 2 – МАОУ «Центр образования №35» ГО, Уфа

3 – ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет», Уфа
ishmuratova@mail.ru

Важнейшей задачей современности является сохранение биоразнообразия. Для решения этой задачи создаются международные и отечественные документы: «Конвенция о биоразнообразии» (1992-2012), «Национальная стратегия сохранения биоразнообразия России» ([2001]), «Стратегия и План действий по сохранению биологического разнообразия Российской Федерации» (2014), Красные книги и др. Изучение особенностей биологии и адаптации различных видов в природе является актуальным.

В течение четырех лет мы изучаем фаунистическое разнообразие нашего садового участка, расположенного в окрестностях г. Уфы [1-3]. Животный мир садового участка очень разнообразен, к 2018 г. выявлено более 60 видов, относящихся к следующим систематическим группам: млекопитающие, птицы, пресмыкающиеся, земноводные, брюхоногие, моллюски, кольчатые черви, многоножки, паукообразные, ракообразные, насекомые. Среди них встречаются и редкие виды, включенные в Красную книгу Российской Федерации [4] – пчела-плотник, в разные издания Красной книги Республики Башкортостан [5, 6] – богомол обыкновенный, бабочка подалирий. Наибольшую долю (более 50 %) среди выявленных обитателей нашего садового участка составляют насекомые, среди них – бабочки более 40 %; с чем связано большое разнообразие чешуекрылых.

Значение чешуекрылых (бабочек) в природе очень велико, они являются опылителями очень большого числа цветковых растений, являются элементами в пищевой цепи различных экосистем. Кроме этого велико значение бабочек как вредителей лесных культур и сельскохозяйственных растений. Многие бабочки относятся к редким видам; в Красных книгах МСОП и Российской Федерации они составляют треть редких видов насекомых. В Республике Башкортостан 19 видов бабочек включены в Красную книгу [5]. В большей степени изучены бабочки, ведущие дневной образ жизни, а бабочки, ведущие ночной образ жизни менее изучены.

Цель – определить видовой состав бабочек окрестностей г. Уфы и выявить приспособления, которые позволяют бабочкам быть одними из самых успешных животных на Земле.

В исследовании применяли следующие методы: отлов насекомых сачками, привлечение с помощью световых ловушек, сбор гусениц и куколок, дорастивание гусениц и куколок до взрослых насекомых в садке, фотографирование, определение по фотографиям с использованием программы iNaturalist.

Бабочки являются самой многочисленной из изученных нами групп животных – всего нами отловлено и сфотографировано более 150 видов. Определено из выловленных объектов 9 видов дневных бабочек и 25 видов сумеречных и ночных бабочек.

Бабочки, ведущие дневной образ жизни: подалирий, крапивница, лимонница, дневной павлиний глаз, углокрыльница с-белое, боярышница, репейница, капустница, виды голубянок (очень сложны в определении). На садовом участке нами отмечена бабочка из Красной книги Республики Башкортостан – подалирий [6].

Бабочки, ведущие сумеречный и ночной образ жизни: совка капустная, совка вьюнковая, совка (*Albocosta musiva*), совка восклицательная, совка лебедовая, пяденица окаймленная, пяденица большая зеленая, пяденица колокольчиковая, пяденица щавелевая, пяденица четырехлунная, огневка пламенная, огневка сенная, совка-пяденица заглушка, хохлатка ольховая, серпокрылка обыкновенная, лунка серебристая, тонкопряд лесной, бражник тополевый, коконопряд травяной, пальцекрылка пятипальчатая, большая гарпия, калиптра василистниковая, медведица кайя, лишайница розовая, листовертка боярышниковая (в этом году было массовое размножение вида в г. Уфа). Наиболее разнообразны совки и пяденицы – их определено по 5 видов.

Бабочки являются интересными и доступными объектами для изучения эволюционных адаптаций. Среди отмеченных нами адаптаций, приведших бабочек к эволюционному прогрессу: разделение экологических ниш по времени активности (дневные, сумеречные, ночные); пищевая специализация личинок (боярышница, капустница, крапивница и др.); дальние миграции некоторых видов (репейница мигрирует в (из) Северной Африки); необыкновенная чувствительность к запахам (самцы находят самок за 12 км), симбиоз с другими видами насекомыми (гусеницы голубянок живут в муравейниках), покровительственная окраска (большинство ночных бабочек); защитная окраска – предостерегающая окраска (ядовитые бабочки пестрянки), отпугивающая окраска (глазчатый рисунок дневного павлиньего глаза), мимикрия (лунка серебристая – веточка (рис. 1а), клиптра василистниковая – сухой лист (рис. 1б), пассивная защита от хищников (затрудняющая эхолокацию летучих мышей опушенное волосками тело, не поедаемые пти-

цами волосатые гусеницы), активная защита от хищников (гусеница большой гарпии обрызгивает хищника едкой жидкостью).

Калиптра василистниковая (рис. 1б) – это «бабочка-вампир» единственная бабочка, способная питаться кровью животных и человека.



Рис. 1. Мимикрия бабочек: лунка серебристая (а), клиптра василистниковая (б) (Уфа, июль-август 2019 г.)

Большую гарпию нам удалось вырастить в садке (рис.2). Из собранных в июне яиц в садке появились гусеницы (2а), далее из куколки (2б) появилась бабочка (2в). Эта бабочка в свою очередь отложила яйца, однако гусеницы из них не вылупились. Следовательно, большая гарпия может за сезон откладывать дважды яйца.



Рис. 2. Большая гарпия: яйца и молодая гусеница на листе тополя (а), гусеница перед окукливанием (б), имаго (в) (Уфа, июнь-июль 2019 г.)

Таким образом, в г. Уфа и ее окрестностях выявлено 34 бабочки, среди которых 9 видов бабочек, ведущих дневной образ жизни и 25 вида бабочек, ведущих ночной образ жизни. Наиболее разнообразны совки и пяденицы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иибирдина А. А., Иибирдина Н. А. Животный мир нашего садового участка // Актуальные вопросы экологии и природопользования : сборник трудов Всер. науч.-практ. конференции. Ч. 2. Уфа: РИЦ БашГУ, 2017. С. 261–262.
2. Иибирдина Н.А., Иибирдина А.А. Представители животного мира на садовых участках в окрестностях г. Уфы. «Росток» : сборник материалов II Международной молодежной научно-практической конференции, посвященной Году семьи в Республике Башкортостан (18 мая 2018 г.) / отв. ред. Н.Ф. Леушкина [и др.]. Уфа: РИЦ БашГУ, 2018 а. С. 18–20.
3. Иибирдина А.А., Иибирдина Н.А. Наблюдать за головастиками очень интересно! // Республиканская молодежная экологическая газета «Экорост», № 8 (161), август, 2018 б. С. 16.
4. Красная книга Российской федерации (животные). М. : Астрель, 2001. 860 с.
5. Красная книга Республики Башкортостан: в 2 т. Т. 2. Животные. Уфа : Информреклама, 2014. 244 с.
6. Красная книга Республики Башкортостан: в 3 т. Т. 3. Животные. Уфа : Башкортостан, 2004. 180 с.

ДЕЙСТВИЕ ТОКСИНОВ АФАНИЗАМЕНОНА НА ФЛОРУ И ФАУНУ ОЗЕРА ШУРГУЕР

Кузьмина С. А.¹, Флотская Д. Р.²

1, 2 – МОУ «Коркатовский лицей», д. Коркатово, Моркинский район, Республика Марий Эл
korkatovo.licej@gmail.com

В связи с широким распространением в водоемах цианобактерий замечено резкое сокращение видового состава растений, рыб, планктона и бентоса. Также есть сведения о проявлении симптомов отравления животных и человека, купающихся в этих водоемах. Наша работа затрагивает вопросы изучения численности сине-зеленой водоросли – афанизоменона цветущего и влияния на животное и растительное население продуктов выделения этой водоросли.

«Цветением» воды считают массовое развитие одного или двух-трех планктонных видов, сопровождающееся значительным ухудшением качества воды, представляющее опасность для здоровья человека и животных и затрудняющее рекреационное использование водоема [1]. Как известно, водоросли являются основными продуцентами органического вещества и кислорода в пресноводных экосистемах. Кроме того, они играют важную роль в процессах самоочищения водоемов, обогащая воду кислородом и участвуя в утилизации некоторых органических соединений, солей тяжелых металлов, радионуклидов. Вместе с тем в период «цветения» повышается мутность воды, происходят массовые заморы рыб, создаются благоприятные условия для развития патогенной микрофлоры, затруднено также рекреационное использование водоемов. Многие виды синезеленых водорослей служат продуцентами токсических веществ [2].

Для разработки эффективных путей предотвращения «цветения» воды в водоемах необходимы знания о факторах и механизмах развития этого явления. Ученые выяснили, что «цветение» воды вызывают определенные виды нитчатых и колониальных синезеленых водорослей при наличии комплекса благоприятных условий для их развития [1].

Целью нашей работы является выявление влияния продуктов выделения афанизоменона цветущего на биоразнообразие озера Шургуер.

Для достижения цели были поставлены следующие **задачи**:

- 1) знакомство с литературой по цианобактериям, вызывающим «цветение» воды;
- 2) изучение численности афанизоменона цветущего в озере Шургуер в разных сроках вегетационного периода;
- 3) изучение биоразнообразия озера Шургуер и ее динамики под воздействием цианобактерий.

При исследовании озера был выявлено, что из-за отсутствия корма и воздействия токсинов исчезло большинство видов рыб, некогда обитающих в озере. В настоящий момент в незначительном количестве встречается только головешка-ротан. Сбор беспозвоночных животных проводился на 3 станциях по стандартным методикам. Исследования материала для качественного анализа проводился методом ручного сбора с водной растительности и подводных объектов. Полученные величины численности и биомассы донных беспозвоночных пересчитывали на квадратный метр площади дна. Флористическое разнообразие определялось визуально при прохождении озера по периметру.

Из всех проживающих здесь ранее беспозвоночных нами обнаружены только гладыши из отряда Полужесткокрылые или Клопы. Так же здесь в 2019 году в небольшом количестве обитали представители Типа Кольчатые черви, класса Малощетинковые черви. В большом количестве в воде прибрежной зоны обнаружены водомерки обыкновенные. Остальные виды, обнаруженные в 2013 году, нами не выявлены. Мы считаем, что все представители беспозвоночных исчезли из-за воздействия токсинов афанизоменона цветущего. Из-за отсутствия корма и воздействия токсинов исчезло большинство видов рыб, некогда обитающих в озере. В настоящий момент в незначительном количестве встречается только головешка-ротан. Из стрекоз сюда залетают только представители рода Коромысло – коромысло голубое, которое живет в пруду, у родника, где нет афанизоменона. Флора и растительность Шургуер и озера ее берегов впервые были обследованы в 2008 году. При этом было обнаружено 62 вида сосудистых растений, обитающих в озере и прибрежной зоне, из них 8 видов произрастали в воде.

Мы повторно изучили влияние афанизоменона цветущего на флору и фауну озера Шургуер. Нами был выявлен результат: флористическое разнообразие озера Шургуер за время нахождения в ней цианобактерий афанизоменона цветущего сократилось за счет водных растений; исчезли 8 видов растений за исключением рдеста туполистного; прибрежная растительность осталась в таком же количестве – 54 вида.

Таким образом, можно предположить, что токсины афанизоменона цветущего отрицательно влияют на здоровье людей, животных, а так же приводят к гибели растений в местах обитания данной водоросли.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гладышев М. И., Колмаков В. И., Кравчук Е. С. и др. Прорастание акинет цианобактерий из донных отложений в эксперименте в водах «цветущего» и «нецветущего» водоемов // Доклады Академии наук. Т. 378. 2001, № 1. С. 134–137.
2. Громов Б. В. Цианобактерии в биосфере // Сорский образовательный журнал. Биология. 1996, № 9. С. 33–39.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЦВЕТКОВ ЛАПЧАТКИ ГУСИНОЙ В РАЗЛИЧНЫХ МЕСТООБИТАНИЯХ

Манаева В. П.¹, Самайкина А. В.², Васильева В. М.³, Илюшечкина Н. В.⁴

1, 2, 3 – МОУ «Коркатовский лицей», д. Коркатово, Моркинский район, Республика Марий Эл

4 – Марийский государственный университет, Йошкар-Ола

manaeva.viktoria002@mail.ru

Актуальность: изменчивость цветков лапчатки гусиной в различных местообитаниях никем не изучалась. Данная работа может восполнить этот пробел.

Лапчатка гусятая, или Гусиная лапка (*Potentilla anserina* L.) – невысокое многолетнее травянистое растение, семейства Розовые (*Rosaceae*), родом из Северного полушария. Часто встречается на берегах рек, на лугах и по обочинам дорог. Лапчатка гусятая – низкорастущее травянистое растение со стелющимися красными столонами, достигающими 80 сантиметров в длину. Листья в длину 10–20 сантиметров, равномерно непарноперистые, сверху зеленые, гладкие, снизу беловатые, сильно опушенные, разделенные на листочки 2–5 см в длину и 1–2 см в ширину. Волоски покрывают также стебель и столоны, из-за этого растение выглядит серебристым, что отражено в его английском названии *Silverweed* (серебристая трава) [1]. Лапчатка гусятая чаще всего встречается на песчаных или каменистых, глинистых почвах, по обочинам дорог, на лугах и пустырях, в оврагах и канавах, где она может быстро размножиться изобильно укореняющимися столонами. Растение типично для населенных мест [2]. Цветет лапчатка в июне – июле; плодоносит в августе – сентябре. Распространение и расселение лапчатки гусиной происходит при помощи семян, ползучих стеблей, укореняющихся по узлам, путем регенерации подрезанных корнеклубней, отрезками корнеклубней, путем образования розеток-деток из розетки стеблевого происхождения. Семена распространяются водой и животными [3].

Цель: изучить изменчивость цветков лапчатки гусиной в различных местообитаниях.

Задачи:

- 1) Выбрать различные местообитания лапчатки гусиной.
- 2) Собрать материал.
- 3) Изучить изменчивость цветков и соцветий лапчатки гусиной.

Материалы и методы исследования

Исследования проводили в июне – августе 2019 года. Были выбраны 5 местообитаний, различающиеся эколого-фитоценотическими условиями: поселок Шелангер (местообитание 1 – в лесу у оврага), деревня Филиппсола (местообитание 2 – у водоема) и деревня Коркатово (местообитание 3 – у озера на лугу), (местообитание 4 – у проезжей части). В каждом местообитании было выбрано по 30 цветков лапчатки гусиной. У каждого цветка подсчитали число лепестков, измерили диаметр цветка, длину и ширину лепестка. Данные занесли в таблицу. После занесения результатов измерений цветков в таблицу подсчитали по формулам все показатели, в том числе и коэффициент вариации.

После математической обработки данных измерений и подсчетов размеров и количества метамеров цветков провели анализ результатов определения коэффициента вариации каждого признака, свидетельствующего о слабой (низкой) или высокой степени его изменчивости. Для этого использовали шкалу уровней изменчивости признаков, эмпирически полученную профессором С. А. Мамаевым [4].

Результаты исследования и выводы

1. Коэффициенты вариации признаков цветков лапчатки гусиной в изученных местообитаниях характеризуются от очень низкого до низкого уровня изменчивости. Показателей с высоким и очень высоким уровнем изменчивости не обнаружено.

2. Число лепестков в цветке не изменялось только в одном местообитании 2 (д. Филиппсола). В местообитании 1 и 3 (п. Шелангер, д. Коркатово – у озера) обнаружены цветки с пятью и шестью лепестками. В местообитании 4 (д. Коркатово – у проезжей части) обнаружены цветки с четырьмя и пятью лепестками. Коэффициент вариации признака число лепестков во всех изученных местообитаниях очень низкий.

3. Длина лепестка и ширина лепестка во всех изученных местообитаниях характеризуются только низким уровнем изменчивости.

4. Диаметр цветка в местообитаниях 2 (д. Филиппсола) и 4 (д. Коркатово, у проезжей части) характеризуется низким уровнем изменчивости. В местообитаниях 1 и 3 (п. Шелангер, д. Коркатово – у озера), где обнаружены цветки с пятью и шестью лепестками – очень низкий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Новиков В. С., Губанов И. А. Популярный атлас-определитель. Дикорастущие растения. 2-е изд., стереотип. М.: Дрофа, 2004. 416 с.
2. Губанов И. А., Киселева К. В., Новиков В. С., Тихомиров В. Н. Иллюстрированный определитель растений средней России. Т. 3. М.: Т-во научных изданий КМК, Ин-т технологических исследований, 2004. 520 с.
3. Абрамов Н. В. Флора Республики Марий Эл: справочное пособие. Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т, 2008. 196 с.
4. Абрамов Н. В. Конспект флоры Республики Марий Эл. Йошкар-Ола: МарГУ, 1995. 192 с.

МОНИТОРИНГ РАДИАЦИОННОГО ФОНА В ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ Г. ЙОШКАР-ОЛЫ

Мухортв Е. С.¹, Ягдарова О. А.²

- 1 – Лицей №11 им. Т.И. Александровой, г. Йошкар-Ола
- 2 – Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола
msa79@yandex.ru

Вредное влияние радиации на организм человека было замечено еще в XVI в., когда внимание медиков привлекла таинственная «болезнь шахтеров» рудокопов некоторых шахт Чехии и Германии, где смертность от заболеваний легких среди шахтеров оказалась в 50 раз выше, чем среди прочего населения. Причина этого загадочного явления была объяснена лишь два столетия спустя – ею оказалась высокая концентрация в воздухе шахт радиоактивного газа радона.

Интересным фактом является то, что первые предпосылки к обнаружению радона сделали в конце девятнадцатого века легендарные Пьер и Мари Кюри. Впоследствии, их исследованиями заинтересовались другие известные ученые, которые смогли выделить радон в чистом виде в 1908-ом году, а также описать некоторые из его характеристик. За свою историю официального существования этот газ поменял множество названий, и только в 1923 году стал известен как радон – 86-й элемент в периодической таблице Менделеева [1].

Радон – это радиоактивный инертный газ без цвета, вкуса и запаха, который в 7,5 раз тяжелее воздуха, и, как правило, именно он становится причиной радиоактивности строительных материалов жилых домов. Радон обладает свойством скапливаться под землей в больших количествах и активно поступает в наши дома с бытовым газом, водопроводной водой (особенно, если ее добывают из скважин). Концентрация радона в помещении зависит от конструкции дома, частоты проветривания и герметичности здания. Этот газ легко проникает в жилые помещения через щели в полу, поры в стенах, возведенных из пустоток бетонных блоков и канализационные коллекторы. Наибольшая концентрация радона обнаружена в грунте под домом, подвальных помещениях, цокольных этажах. Радон представляет собой опасность для здоровья людей, так как, попадая в организм, он облучает молекулы тканей, может вызвать рак легких или генетические дефекты, передаваемые через несколько поколений [1].

В работе использовался дозиметр SOEKS, который предназначен для измерения накопленной дозы радиации, оценки уровня радиоактивного фона и обнаружения зараженных радиоактивных элементов в строительных материалах. Прибор подсчитывает количество радиоактивного излучения в воздухе с помощью счетчика Гейгера-Мюллера в течение 40 секунд и индуцирует показания в мкЗв/ч или мкР/ч на дисплее [2].

Известно, что строительные материалы жилых домов, такие, как щебень и кирпич, бетон и газосиликатные блоки, имеют повышенный радиационный фон. Кроме того, нормативы, установленные ГОС-Том [3], по экологической и радиационной безопасности строительных материалов часто не соблюдаются, поэтому мы решили это проверить. Уровень радиации мы измеряли на 1 этажах и подвальных (цокольных) жилых помещениях. В каждой точке делали замер не менее 5 раз с использованием дозиметра на высоте 1 метр по методу конверта (то есть по одному измерению у каждой стены и в центре помещения). Результаты исследований представлены в таблице.

Оценка радиационного фона в жилых помещениях города

Адрес	Год дома	Место измерения	Вид дома	Результаты измерений
ул. Пролетарская д. 45	1999	1 этаж	панельный	0,15 мкЗв/ч
		подвал		0,19 мкЗв/ч
ул. Пролетарская д. 46	2007	1 этаж	панельный	0,11 мкЗв/ч
		подвал		0,12 мкЗв/ч
ул. Якова Эшпая д. 108	1959	1 этаж	кирпич	0,10 мкЗв/ч
		подвал		0,17 мкЗв/ч
ул. Чехова д. 62	1965	1 этаж	кирпич	0,11 мкЗв/ч
		подвал		0,13 мкЗв/ч
ул. Якова Эшпая д. 116	1953	1 этаж	кирпич, перекрытие дерево	0,21 мкЗв/ч*
		подвал		0,27 мкЗв/ч*
ул. Якова Эшпая д. 114	1958	1 этаж	кирпич, перекрытие дерево	0,23 мкЗв/ч*
		подвал		0,25 мкЗв/ч*
ул. Якова Эшпая д. 126	1959	1 этаж	дерево	0,16 мкЗв/ч
		подвал		0,18 мкЗв/ч
ул. Красноармейская д. 58	1954	1 этаж	дерево	0,12 мкЗв/ч
		подвал		0,22 мкЗв/ч*

* - превышает пороговый уровень (для человека наиболее безопасный уровень должен быть до 0,2 мкЗв/ч) [3].



Рисунок. Измерение дозиметром первого этажа по ул. Якова Эшпая д. 114

Таким образом, в результате наших исследований уровень радиационного фона в городе в основном не превышал допустимых значений (до 0,2 мкЗВ/ч). Исключения составили дома 114 и 116 по улице ул. Якова Эшпая, в них уровень радиации был чуть выше порогового значения, как на первых этажах, так и в подвальных помещениях. В подвальном помещении д. 58 ул. Красноармейской дозиметр также показал превышение порогового уровня. Все эти данные могут говорить о том, что год постройки дома, а также материал конструкций помещений влияют на радиационный фон жилых домов.

Рекомендации жителей города Йошкар-Олы: В первую очередь необходимо чаще проветривайте помещения, так как это поможет снизить содержание в них газа радона. В пищевом рационе должны преобладать продукты богатые йодом и кальцием, а также витаминами А, С, Е, К, РР и группы В. Выявлено, лук и чеснок помогают избавить организм от проникших радионуклидов, поэтому их нужно чаще употреблять [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Дуриков А. П. Радиация вокруг нас [Текст] : учебное пособие – Москва, 2002. – 18 с.
2. Мырова Л. О. Защита человека от опасных излучений [Текст] : учебное пособие – Москва : Бинум, Лаборатория знаний, 2010. – 74 с.
3. Государственные санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. Нормы радиационной безопасности (НРБ 99/2009) : утверждены Постановлением Роспотребнадзора от 7.07.2009 № 47.
4. Радиационный контроль и санитарно-эпидемиологическая оценка жилых, общественных и производственных зданий и сооружений после окончания их строительства, капитального ремонта, реконструкции по показателям радиационной безопасности : метод. указания 2.6.1.2838-11 от 28.01.2011 г.

СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИЙ КРАСНОКНИЖНЫХ ВИДОВ ПАПОРОТНИКОВ НА КОРКАН-КУРЫК

Николаева Д. А.¹, Иванов Н. П.², Васильева В. М.³, Богданов Г. А.⁴

1, 2, 3 – МОУ «Коркатовский лицей», д. Коркатово, Моркинский район, Республика Марий Эл

4 – ГПЗ «Большая Кокшага», г. Йошкар-Ола

dasha.nkl15@gmail.com

Актуальность темы: распространение папоротников нашей местности до сих пор мало изучено. Данная работа затрагивает вопросы их изучения и поиска редких видов папоротников.

В Республике Марий Эл охрана объектов растительного мира была начата в 1976 г. с составления Списка ценных, редких и исчезающих видов флоры Марийской АССР, разработанного профессором МарГУ Н. В. Абрамовым. Список насчитывал 206 видов сосудистых растений. В 1995 г. Правительством Республики Марий Эл был утвержден список редких растений для внесения в Красную книгу Республики Марий Эл, включавший 107 видов. Первая Красная книга Республики Марий Эл «Редкие и нуждающиеся в охране растения марийской флоры» (составитель – Н. В. Абрамов) вышла в 1997 г., в 2002 г. вышел том «Животные» (составитель – Х.Ф. Балдаев), а в 2007 г. – том «Грибы. Лишайники. Мхи» (составители – Г.А. Богданов, Г.П. Урбанавичус) [1–3].

Красная книга Республики Марий Эл является официальным документом, в котором содержатся сведения о статусе, особенностях биологии и экологии, распространении, численности, мерах охраны редких и исчезающих представителей растительного и животного мира. Она обеспечивает правовую защиту занесённых в нее видов животных и растений, а также их местообитаний [4–5].

Цель работы: выявление видового разнообразия и экологической приуроченности папоротниковидных на территории Моркинского района Республики Марий Эл.

Задачи:

- 1) поиск мест произрастания папоротниковидных;
- 2) сбор и гербаризация обнаруженных видов папоротников;

- 3) просмотр гербарного материала хранящегося в гербарии МарГУ по исследуемой группе;
- 4) геоботаническое описание местонахождений наиболее редких видов папоротников.

Материалы и методика исследования

Работа была проведена в июне – июле 2019 года по стандартной методике геоботанических исследований. При учете редких видов папоротникообразных определяли их число, количество листьев, их ширину и длину лопасти. Сравнивали результаты учета этого года с данными 2008 года. В местах произрастания редких видов папоротникообразных было проведено геоботаническое обследование с заложением временных пробных площадок различного размера в зависимости от площади, занятой редкими видами. Для папоротников указывалась площадь ценопопуляций или количество особей.

Результаты исследования и их обсуждение

Из 22 видов папоротников, произрастающих на территории Республики Марий Эл 20 видов обнаружены на территории Моркинского района. Гроздовник ланцетный, обнаруженный сравнительно недавно в Медведевском районе, и сальвиния плавающая, встречающаяся по Волге, Ветлуге и Большой Кокшаге, нами не обнаружены.

Выводы:

1. Из 22 видов папоротников, обитающих на территории Республики Марий Эл на горе Коркан-Курык обнаружено 12 видов, из них 4 вида занесены в Красную книгу Республики Марий Эл: корневищник, многорядник Брауна, диплазиум (орлячок) сибирский, гроздовник полулунный.
2. Корневищник судетский произрастает в количестве 144 особей. Общая площадь зарослей 8 м² с плотностью 18 особей на 1 м². За 11 лет количество особей увеличилась на 19.
3. Многорядник Брауна произрастает в количестве 22 особей. За 11 лет количество особей этого вида уменьшилась на 4 особи.
4. Диплазиум (орлячок) сибирский произрастает в количестве 432 особей. Общая площадь зарослей 8 x 4,5 м² (34 м²) с плотностью 12 особей на 1 м². В 2008 году здесь на общей площади 9 м² произрастало 215 особей. Плотность была 23,8 особей на 1 м².
5. Гроздовник полулунный произрастает в количестве 3 особей. Популяция за 11 лет не увеличилась, а наоборот уменьшилась на 1 экземпляр.
6. Коркан-Курык необходимо взять под охрану или создать ботанический памятник природы, так как кроме четырех редких видов папоротников здесь обнаружены и много редких видов сосудистых растений, мхов и лишайников.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Абрамов Н. В.* Конспект флоры Республики Марий Эл. Йошкар-Ола : МарГУ, 1995. 192 с.
2. *Абрамов Н. В.* Флора Республики Марий Эл: справочное пособие. Йошкар-Ола : Мар. гос.ун-т 2008 196 с.
3. *Богданов Г. А., Абрамов Н. В.* Ценопопуляции видов Красной книги Республики Марий Эл (растения) : научное издание. Йошкар-Ола : Мар. гос.ун-т 2009. Ч.1. 292 с.
4. Красная книга Республики Марий Эл : Редкие и нуждающиеся в охране растения марийской флоры / Сост. Н. В. Абрамов; под ред. чл.-корр. РАН В. Н. Тихомирова. – Йошкар-Ола : Мар. книжн. изд-во 1997. 128 с.
5. *Столяров А. А.* Природа, население и хозяйство Республики Марий Эл : учеб. пособие : (в 2 ч.) Ч. 1 : Природа Республики Марий Эл. Йошкар-Ола : СТРИНГ 2015. 292 с.

КОШАЧЬЯ ПЛАНЕТА

Сарбаева Е. А.¹, Юртикова И. В.²

1, 2 – ГАОУ РМЭ «Лицей Бауманский», г. Йошкар-Ола
sarbavaev13@icloud.com

По оценкам Глобальной сети экологического следа, в мире насчитывается около 600 миллионов кошек: сюда входят домашние кошки, бездомные и дикие кошки. Дикие виды кошек насчитывают около 100 миллионов особей, следовательно, на Земле обитает около 500 миллионов кошек, которые относятся к домашним.

Кошка домашняя – одно из самых распространенных домашних животных. Считают, что она произошла от лесной кошки, обитавшей в Средиземноморье, Африке и Азии. Основной причиной одомашнивания кошки считают ее способность эффективно охранять запасы зерна и других припасов от грызунов. Полагают, что кошка одомашнена примерно в 3 тысячелетии до нашей эры в Древнем Египте, где они считались священными животными [1].

В настоящее время кошки очень распространены в качестве домашних животных, а в России они находятся на 1 месте по популярности. В чем же их секрет?

Целью данного проекта стало исследование популярности кошек в жизни человека.

Задачи исследования:

- 1) узнать о происхождении домашних кошек;
- 2) познакомиться с биологическими особенностями кошек;

3) оценить свойства кошек, делающих их популярными у человека.

Гипотеза: во внешнем строении и поведении кошек есть уникальные особенности, которые сделали их очень популярными домашними животными.

Кошка по праву считается одним из наиболее красивых животных благодаря своему длинному, изящному и гибкому телу. Основные части тела кошки полностью соответствуют общим чертам строения животных класса Млекопитающие, но есть и некоторые особенности. Из литературных данных [2] было установлено, что грациозность и изящество движений объясняются тем, что кости кошки отличаются особой плотностью и в то же время пластичностью, которые увеличиваются, так как кости соединены с мышцами довольно свободно с помощью достаточно крепких и мобильных сухожилий.

Плечевой пояс кошек не содержит ключицы и эта особенность придает невероятную подвижность и гибкость передним лапам. Остроте своих когтей кошки обязаны особенному строению лап, которое позволяет втягивать их, когда они не нужны. Благодаря этому кошки достаточно бесшумны.

Функция осязания возложена на еще один орган, нередко называемый усами. Научное же название длинных белых жестких волосков, которые располагаются с обеих сторон носа и над глазами, – «вибриссы». Вибриссы, как и кожа между ними, очень чувствительны, они помогают кошке ориентироваться даже в темноте.

Кошачий характер – крайне необычен и интересен и некоторые его особенности делают кошек уникальными. Например, кошки могут спать до 20 часов на протяжении суток! В среднем животное проводит в состоянии сна около 12–15 часов в день, что считается нормой.

Кошки – самые чистоплотные существа, ведь они умываются после каждого приема пищи, после любого неосторожного движения и просто так. Во время облизывания шерсти, у кошек срабатывают особые железы, которые убирают весь посторонний запах.

Все кошки «общаются» со своим хозяином характерным мяуканьем. Когда кошка мяукает, то она хочет что-либо сказать человеку, например: «Покорми меня!». Исследования ученых, показали, что крик голодной кошки, по частоте, напоминает крик голодного младенца, и звуки не раздражают людей, а вызывают природные инстинкты, которые и побуждают пойти и накормить кота.

Кроме того, кошки это единственные животные, которые умеют мурчать!

Можно еще долго перечислять уникальные особенности кошек. Но мы решили провести опрос среди первых классов в нашей школе (вопросы к которому разработали сами), что бы узнать, чем кошки заслужили любовь и внимание человека.

Оказалось, что большинству опрошенных (рис.1) нравятся кошки и их содержат или сами респонденты или их близкие родственники.



Рис. 1. Результаты опроса учеников первых классов ГАОУ РМЭ «Лицей Бауманский»

Среди наиболее важных признаков, характерных для кошек большинство опрошенных называли спокойный характер, небольшой размер и чистоплотность, а из проблем, которые могут быть вызваны домашними питомцами – сложности с уходом, воспитанием и нехваткой времени для общения.

По мнению более 70 % принимавших в опросе людей, польза домашних питомцев в первую очередь в том, что они приносят нам радость. Многим нравится проводить время с кошками, играть с ними, уха-

живать за своими питомцами.

Выводы:

1. Все современные домашние кошки произошли от диких предков, обитавших преимущественно в Азии и Африке. В настоящее время численность домашних кошек превышает 500 миллионов особей.

2. Кошки – представители класса Млекопитающие, поэтому им характерны их черты, а некоторые особенности строения тела придают кошкам изящность и грациозность.

3. Как и все представители семейства кошачьи, домашние кошки очень чистоплотные, умеют мурчать и обладают спокойным, независимым характером.

4. На основании проведенного нами опроса можно выделить свойства кошек, делающих их популярными у человека – это спокойный характер, небольшой размер и чистоплотность. С кошками приятно проводить время, играть, своим присутствием они приносят людям радость.

Наша гипотеза подтвердилась: во внешнем строении и поведении кошек есть уникальные особенности, которые сделали их очень популярными домашними животными на всей планете.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лаврова С. А. Загадки кошек : занимательная зоология. Москва : Белый город, 2009. 47 с.
2. Дудникова С. С. Все о кошках. Справочник умного хозяина. М. : Эксмо, 2015 144 с.

ФАУНА ДОННЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ ВОДОЕМОВ ПРОЕКТИРУЕМОГО ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ РМЭ «БОЛОТО ПОШКИТ КУП»

Сафина Д.И.¹, Гришанов Н.С.², Васильева В.М.³

1 – Марийский государственный университет, Йошкар-Ола

2, 3 – МОУ «Коркатовский лицей», д. Коркатово, Моркинский район, Республика Марий Эл
bedova@marsu.ru

В функциональном отношении зообентос является важной частью гетеротрофного компонента водных биоценозов и позволяет оценить состояние экосистемы в целом. Для определения степени экологического благополучия водоемов необходима гидробиологическая информация, отражающая региональный фон территории [1].

Объектом нашего исследования являются водоемы Чебоксарского водохранилища Килемарского района, входящие в территорию проектируемого памятника природы Республики Марий Эл «Болото Пошкит Куп».

Целью работы является изучение фауны донных беспозвоночных животных водоемов проектируемого памятника природы Республики Марий Эл «Болото Пошкит Куп».

Для достижения цели были поставлены следующие **задачи**:

1) изучить видовой состав донных беспозвоночных водоемов проектируемого памятника природы Республики Марий Эл «Болото Пошкит Куп»;

2) определить частоту встречаемости отдельных видов.

Наши исследования были проведены в Килемарском районе на территории проектируемого памятника природы Республики Марий Эл «Болото Пошкит Куп», близ села Большая Арда в пределах древней долины реки Волга.

Проектируемый памятник природы РМЭ расположен на землях Ардинского сельского поселения и кв. 1, 2, 7, 8, 19 Дубовского лесного участка. В охраняемый объект входит коренной склон к долине и сама долина, занятая низинным болотом и пойменными лугами высокого уровня, а также открытыми участками водной поверхности, вдающимися в береговую линию [2].

Территория района входит в состав Волго-Камского артезианского бассейна. Водоносные горизонты приурочены к четвертичным отложениям и коренным породам. В толще четвертичных отложений содержится единый водоносный горизонт – иллювиально-флювиогляциальный, приуроченный к древним и современным образованиям. В качестве водоупора водоносного горизонта служат местами мергели и глины пермского возраста. Воды обычно безнапорные [2].

Отбор гидробиологического материала на исследуемых водоемах проводился в летний период 2019 года. Сбор и обработка материала осуществлялись по стандартным методикам. При использовании гидробиологического сачка как количественного орудия проводили им равномерно в прибрежье пять раз на протяжении 2 м, что соответствует количеству организмов на площади 1 м² прибрежья водоема [3].

В пробах макрозообентоса реки Волга обнаружено 77 таксонов, которые относятся к четырем типам: *Platyhelminthes*, *Annelida*, *Arthropoda*, *Mollusca*. Представители этих трех типов относятся к восьми классам: *Turbellaria*, *Oligochaeta*, *Hirudinea*, *Crustacea*, *Insecta*, *Arachnidae*, *Gastropoda*, *Bivalvia*.

Наибольшее видовое разнообразие характерно для представителей класса Насекомые (*Insecta*), на их долю приходится 50,6 % общего списка видов. Класс Насекомые включает шесть отрядов: *Heteroptera*, *Coleoptera*, *Odonata*, *Ephemeroptera*, *Diptera*, *Trichoptera*.

Наиболее многочисленный отряд этого класса – Двукрылые (*Diptera*), который составляет 35,9 % от общего количества видов. Самым малочисленным отрядом в классе Насекомые является отряд Ручейники, который включает 1 вид и составляет 2,6 % от общего количества видов (табл. 1).

Таблица 1.

Вклад отдельных отрядов в видовое разнообразие насекомых реки Волга		
Таксономическая группа	Количество видов	% от общего списка видов
Отряд Поденки	2	5,1
Отряд Двукрылые	14	35,9
Отряд Жесткокрылые	9	23,1
Отряд Ручейники	1	2,6
Отряд Стрекозы	8	20,5
Отряд Клippy	5	12,8
ИТОГО	39	100

Из животных, занесенных в Красную книгу Республики Марий Эл, на исследуемом участке реки Волга, обнаружена ранатра палочковидная и молочно-белая планария [4].

Для исследуемого участка реки Волга наибольшая встречаемость характерна для брюхоногого моллюска *Lymnaea intermedia* (Lamarck, 1822), которая составляет 70 %. Довольно большая встречаемость отмечена для водного клеща *Hydrachna geographica* (Muller, 1775) – 60 % и мелкого брюхоногого моллюска *Anisus vortex* (Linnaeus, 1758) – 50 %. Из 77 видов донных беспозвоночных животных, зарегистрированных на данном участке Чебоксарского водохранилища, 31 вид имел частоту встречаемости 10 %, то есть встречался только на одной из 10 станций отбора гидробиологических проб.

В результате проведенных гидробиологических исследований на исследуемом участке реки Волга в Килемарском районе Республики Марий Эл, в летний период 2019 года, были сделаны следующие выводы:

1. В реке Волга выявлено довольно богатое видовое разнообразие донных беспозвоночных. В составе зообентоса зафиксировано 77 видов, относящихся к 4 типам, 8 классам, 17 отрядам, 40 семействам, 60 родам. Наибольшее видовое разнообразие характерно для представителей класса *Insecta* (50,6 %). Из списка редких животных, занесенных в Красную книгу РМЭ, на исследуемом участке реки Волга обитает ранатра палочковидная *Ranatra linearis* (Linnaeus, 1758) из отряда Полужесткокрылые класса Насекомые и молочно-белая планария *Dendrocoelium lacteum* (Muller, 1774) из отряда Трехветвистые класса Ресничные черви.

2. Доминантами по встречаемости в реке Волга являются *Lymnaea intermedia* – 70,0 %, *Hydrachna geographica* – 60,0 % и *Anisus vortex* – 50 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кочурова Т. И. Зообентос водоемов бассейна реки Вятка в условиях антропогенного влияния : автореф. дис.... канд. биол. наук. Сыктывкар, 2008. 24 с.
2. О выполнении мероприятий по организации особо охраняемой природной территории памятник природы республиканского значения Республики Марий Эл «Болото Пошкит Куп» и его охранной зоны: отчет о НИР : ГК № 203; рук. А. В. Исаев. Йошкар-Ола, 2019. 90 с. (фонд ГПЗ «Большая Кокшага»).
3. Методика комплексных полевых исследований экосистем /Под ред. А. Х. Филиппова. Иркутск, 1989. 152 с.
4. Красная книга Республики Марий Эл. Том Животные. Йошкар-Ола, 2016. 256 с.

ЗООГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МАКРОЗООБЕНТОЦЕНОЗА РЕКИ ИРОВКА

Смирнов А.В.¹, Бушueva И.В.², Васильева В.М.³

1 – Марийский государственный университет, Йошкар-Ола

2, 3 – МОУ «Коркатовский лицей», д. Коркатово, Моркинский район, Республика Марий Эл

bedova@marsu.ru

Представители макрозообентоса имеют сравнительно крупные размеры и растянутые жизненные циклы (обычно от года до нескольких лет), а также относительно стабильны, что позволяет им аккумулировать загрязняющие вещества [1].

Река Ировка протекает в Республике Марий Эл. Устье реки находится в 136 км по правому берегу реки Илети. Длина реки составляет 69 км, площадь водосборного бассейна 917 км. Исток реки у деревни Данилово в 9 км к северо-западу от села Параньга. Река течет на юг, протекает деревни Ирмучаш, Янди-мирово, Ирнур, Портянур, Шойдум, Нижняя, Семисола, Алмаметьево, Канал, Юрдур, Мари-Кужеры. Протекает в двух километрах восточнее крупного поселка Морки. Впадает в Илеть ниже деревни Мари-Кужеры в 10 км к юго-востоку от поселка Морки.

Ранее макрозообентос реки Ировка изучался Д. А. Горячевым с соавторами (2019) [2].

Целью данной работы было выяснить зоогеографические особенности макробентофауны реки Ировка в районе поселка Морки Республики Марий Эл.

Отбор гидробиологического материала проводился на реке Ировка, протекающей в Моркинском районе Республики Марий Эл в летний период 2019 года по стандартным методикам [3]. Определение видового состава было проведено по определителям [4, 5, 6]. Кроме того, были использованы эталонные коллекции.

Макрозообентос реки Ировка представлен 53 видами беспозвоночных животных, принадлежащих ко всем основным группам зообентоса (36 семейств, 16 отрядов, 6 классов, 3 типа).

Наибольшее число видов характерно для класса *Insecta*, который составляет 60,4 % от общего количества видов. Класс *Insecta* включает представителей отрядов *Odonata*, *Heteroptera*, *Ephemeroptera*, *Coleoptera*, *Diptera*, *Megaloptera* и *Trichoptera*. Представители класса *Gastropoda* составили 13,3 % от общего количества видов, представители класса *Bivalvia* составили 7,5 % от общего количества видов. Представители классов *Oligoheta*, *Arachnida* и *Hirudinea* составили по 5,6 % от общего количества видов. Наименьшее число видов у класса *Crustacea* – 1,8 %.

Зоогеографическая структура зообентоценоза реки Ировка характеризуется преобладанием европейско-азиатских видов (рис.1). Кроме европейско-азиатских видов фауна донных беспозвоночных реки Ировка представлена палеарктическими, европейскими, европейско-западно-сибирскими, голарктическими, европейско-сибирскими, европейско-кавказскими видами.

На долю европейско-азиатских видов приходится 22,6 % от видового состава зообентоценоза реки Ировка (рис. 1). Так европейско-азиатские виды характерны для отряда *Hirudinea*. В этом районе обитают виды: *Erpobdella octoculata* (Linnaeus, 1758), *Glossiphonia complanata* (Linnaeus, 1758), *Haemopsis sanguisuga* (Linnaeus, 1758). Европейско-азиатские виды также характерны для отряда *Odonata*, к ним относится *Leucorrhinia caudalis* (Charpentier, 1840). Представитель отряда *Ephemeroptera* личинка поденки *Cloeon dipterum* (Linnaeus, 1758) встречается в Европе и в Северной Азии, также присутствует вид *Caenis macrura* (Stephens, 1835). К представителям отряда *Coleoptera*, населяющим европейско-азиатский регион, относятся виды: плавунчик рода *Haliplus Helochares obscures* (Muller, 1776). В отряде *Diptera* к европейско-азиатским видам относится *Endochironomus tendens* (Fabricius, 1794). В классе *Bivalvia* европейско-азиатский регион характерен для видов: *Euglesa subtruncata* (Malm, 1855), *Sphaerium nitidum* (Westerlund, 1876), *Sphaerium corneum* (Linnaeus, 1758).

К европейским видам, составляющим 18,9 %, относится представитель класса *Oligochaeta* малощетинковый червь *Stylaria lacustris* (Linnaeus, 1767). В классе *Crustacea* встречается один европейский вид *Asellus aquaticus* (Linnaeus, 1758), отмечается для всей Европы. В отряде *Heteroptera* европейским видом является *Ilyocoris cimicoides* (Linnaeus, 1758). К представителям отряда *Diptera*, населяющих Европу, относят *Glyptotendipes glaucus* (Meigen, 1830), *Endochironomus impar* (Walker, 1856), *Atherix ibis* (Fabricius, 1798).

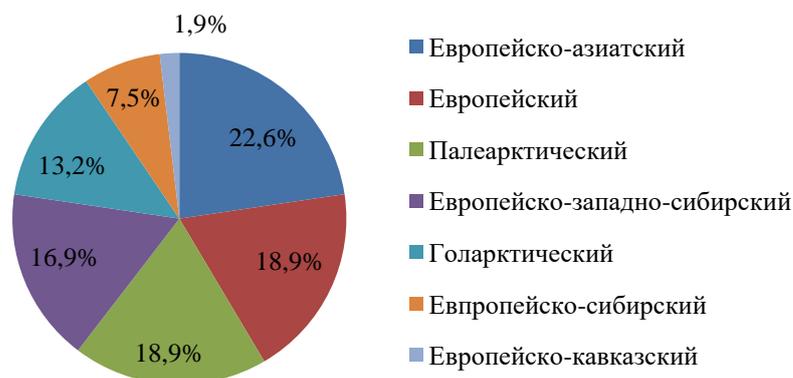


Рис. 1. - Зоогеографическая структура зообентоценоза реки Ировка

На долю европейско-сибирских видов приходится 7,5 % от видового состава зообентоценоза. Европейско-сибирский вид встречается в отряде *Coleoptera*, представлен видом *Acilius sulcatus* (Linnaeus, 1758). Среди представителей отряда *Diptera* к европейско-сибирским видам относятся *Endochironomus albipennis* (Meigen, 1830), населяет Европу и Сибирь. Вид *Pisidium amnicum* (Muller, 1774) из класса *Bivalvia* обитает в европейско-сибирском регионе. Европейско-сибирский вид встречается и в классе *Gastropoda*, представлен *Lymnaea intermedia* (Lamarck, 1822).

На долю палеарктических видов приходится 18,9 % от видового состава зообентоса реки Ировка. Палеарктические виды встречаются в классе *Oligochaeta*, представлены видами *Limnodrilus hoffmeisteri* (Claparede, 1862) и малощетинковым червем рода *Limnodrilus*, которые широко распространены в этом

районе. В отряде *Heteroptera* в палеарктическом районе обитают виды *Nepa cinerea* (Linnaeus, 1758), *Ranatra linearis* (Linnaeus, 1758), *Notonecta glauca* (Linnaeus, 1758) и водный клоп рода *Sigara*. В отряде *Coleoptera* видом, населяющим палеарктический район, является *Laccophilus hyalinus* (DeGeer, 1774). Виды родов *Tanyurus* и *Tabanus*, относящиеся к классу *Diptera*, также населяют палеарктический район.

На долю европейско-западно-сибирского ареала приходится 16,9 % от видового состава зообентоса реки Ировка. Так *Hydrachna geographica* (Muller, 1775) и клещ рода *Eylais*, относящиеся к отряду *Acari*, обитают в этом районе. К видам, относящимся к классу *Gastropoda* и обитающим в европейско-западно-сибирском районе, относят такие виды как: *Lymnaea auricularia* (Linnaeus, 1758), *Lymnaea patula* (DaCosta, 1758), *Planorbium corneum* (Linnaeus, 1758), *Bithynia tentaculata* (Linnaeus, 1758), *Valvata depressa* (Pfeiffer, 1828). Вид, *Argyroneta aquatica* (Clerck, 1757), относящийся к классу *Arachnida*, также обитает в этом районе.

Представители голарктического района составляют 13,2 % от видового состава зообентоса реки Ировка. Виды, относящиеся к отряду *Odonata*, представлены видами *Platicnemis pennipes* (Pallas, 1771), *Lestes sponsa* (Hausemann, 1832), *Aeschna juncea* (Linnaeus, 1758), *Gomphus flavipes* (Charpentier, 1829), широко распространенными в этом районе. Отряд *Diptera* представлен 2 видами: личинкой комара долгоножки рода *Tipula* и личинкой комара обыкновенного *Culex pipiens* (Linnaeus, 1758). Также присутствует вид из отряда *Megaloptera* – *Sialis morio* (Klingstedt 1932).

В реке Ировка встречается *Platambus maculatus* (Linnaeus, 1758) – вид, который представляет европейско-кавказский регион и составляет 1,8 % от видового состава зообентоса реки Ировка.

Таким образом, по зоогеографическим особенностям макрозообентоса реки Ировка, относится к семи группам. Доминируют европейско-азиатские виды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баканов А. И. Способ ранжирования гидробиологических данных в зависимости от экологической обстановки в водоеме // Биология внутренних вод. 1997. № 1. С. 53–58.
2. Горячев Д. А., Бушуева И. В., Полтев М. И., Васильева В. М. Современное экологическое состояние реки Ировка // Современные проблемы медицины и естественных наук : сборник статей Международной научной конференции. Вып. 8. Йошкар-Ола, Мар. гос. ун-т. Йошкар-Ола, 2019. С. 357–359.
3. Методика изучения биоценозов внутренних водоемов / под ред. Ф. Д. Мордухай-Болтовского. М. : Наука, 1975. 240 с.
4. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР. Планктон и бентос / под ред. Л. А. Кутиковой, Я. И. Старобогатова. Л. : Гидрометеиздат, 1977. 477 с.
5. Определитель беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т.5. Высшие насекомые / под ред. С. Я. Цалолыхина. СПб. : Наука, 2001. 836 с.
6. Чертопруд М. В., Чертопруд Е. С. Краткий определитель беспозвоночных пресных вод центра Европейской России. М. : МАКС Пресс, 2003. 196 с.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ФЕНОТИПИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО

Смирнова Е. В.

МОУ «Коркатовский лицей», д. Коркатово, Моркинский район, Республика Марий Эл
evgeshkaarmy@mail.ru

Актуальность. Сравнительные исследования изменений, происходящих в популяциях растений под влиянием антропогенного воздействия, перспективны в теоретическом и прикладном аспектах: с одной стороны, регистрируемые особенности организмов могут быть использованы для биоиндикации и мониторинга экосистем, с другой – для изучения микроэволюционных процессов в условиях техногенеза [1]. При исследовании природных популяций травянистых растений успешно применяются фенетические методы, так как фены отражают определенные черты генотипа [2].

Одной из характерных особенностей природных популяций клеверов является полиморфизм по признаку «наличие белого пятна на листовой пластинке». Рисунок у разных особей клевера может отличаться по расположению на листе, окраске, интенсивности проявления, размерам. На его выраженность оказывают влияние возраст, форма, относительный размер листьев [3].

Степень реализации видового фенотипа может служить индикатором уровня благоприятствования условий среды. Поскольку некоторые фены того или иного признака встречаются постоянно и с высокой частотой, а другие – непостоянно или с низкой частотой, можно оценить первую группу фенов как условную «норму» и рассматривать остальные фены как отклонения от условий нормы (аномалии).

Гипотеза. Форма рисунка на пластинках листа клевера лугового и частота его встречаемости – индикатор загрязнения среды обитания. Чем выше индекс фенотипической изменчивости листьев клевера лугового, тем выше уровень антропогенного загрязнения среды.

Целью данной работы явилось изучение полиморфизма листьев и оценка стабильности развития клевера лугового в окрестностях д. Коркатово.

Задачи исследования:

1. Исследовать гранулометрический и химический состав почвы, в местах произрастания клевера лугового.
2. Провести фенотипическую диагностику районов исследования.
3. Оценить качество окружающей среды на исследованных территориях.

Методика исследования

Исследования проводили в июле – сентября 2019 г. на территории Моркинского района Республики Марий Эл в окрестностях д. Коркатово.

Для оценки учета и идентификации фенотипов клевера лугового закладывались пробные площадки на участках, различающихся по степени и виду антропогенной нагрузки: территория деревни Коркатово (около жилых домов); санитарно-защитная зона (СЗЗ) ООО «Коркатовский карьер»; 300 м от автомагистрали Морки – Йошкар-Ола; суходольный разнотравный луг; берег озера Шургуер.

Всего было обследовано 5 пробных площадок, с каждой из которых отобраны пробы почвы (методом конверта), собрано 323 экземпляра средних по размеру и неповрежденных листьев.

Гранулометрический состав почвы определяли визуально и на ощупь [4].

Для оценки физико-химических свойств почвы, были подготовлены и исследованы водные почвенные вытяжки. Для их приготовления 1 г воздушно-сухой просеянной почвы помещали в колбу на 100 мл, добавляли 50 мл дистиллированной воды, взбалтывали в течение 5–10 мин, а затем фильтровали.

В дальнейшем определяли рН, удельную электропроводность (УЭП, мкСм/см) водной вытяжки с помощью универсальной индикаторной бумаги и кондуктометра (ГОСТ 26423-85).

В дальнейшем рассчитывали общее количество растворимых твердых веществ в водной почвенной вытяжке (TDS_{NaCl} и $TDS_{Na_2SO_4+NaHCO_3+NaCl}$) умножив УЭП на коэффициент 0,5 или 0,7 (мг/л).

Засоленность почв оценивали по УЭП водных почвенных вытяжек.

Для популяции клевера лугового на каждой пробной площадке рассчитывались частоты встречаемости отдельных фенов, суммарная частота встречаемости всех форм с рисунком (индекс соотношения фенов).

По величине индекса соотношения на исследуемой территории выделялись участки с повышенной антропогенной нагрузкой [6].

Все исследования проводили в трехкратной повторности. Экспериментальные данные, полученные в результате проведенных исследований, обрабатывались статистически. Были вычислены среднее арифметическое, ошибка среднего арифметического.

Результаты исследования и выводы

1. В исследованных местообитаниях *Trifolium pratense* L. гранулометрический состав почвы изменялся от супеси до тяжелого суглинка. Почвы были слабокислыми.

Пробы почвы, отобранные в санитарно-защитной зоне ООО «Каменный карьер» характеризовались наибольшей величиной удельной электропроводности, засоленностью, содержанием твердых растворенных веществ. Наименьшие значения все исследованных параметров было отмечено в почве населенного пункта (д. Коркатово).

2. Для всех ценопопуляций *Trifolium pratense* L. отмечается преобладание фена с беловатым пятном на листьях. Высокой частотой встречаемости характеризовались фены 2, 4, 5. Реже встречались фены 3, 6, 7, 8 и 9. Редки атипичные формы листьев (только коло автомагистрали).

3. При увеличении уровня антропогенной нагрузки уменьшалась частота встречаемости растений, у которых на листовых пластинках отсутствует рисунок и возрастала частота встречаемости растений, у которых листья были с беловатым пятном.

Два местообитания клевера лугового можно охарактеризовать как загрязненные (берег озера и жилые дома; ИСФ = 63,4–66,7 %) и три местообитания, как очень загрязненные (суходольный луг, автодорога и каменный карьер; ИСФ = 76,1–86,6 %).

ЛИТЕРАТУРА

1. Савинов А. Б. Анализ фенотипической изменчивости одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* Wigg.) из биотопов с разными уровнями техногенного загрязнения. Экология. 1998 № 5 С. 362–365.
2. Яблоков А. В., Ларина Н. И. Введение в фенетику популяций. Новый подход к изучению природных популяций. М. : Высшая школа, 1985 159 с.
3. Камчатова И. Е. Внутрипопуляционный генетический полиморфизм у клеверов (*Trifolium*). Фенетика природных популяций : материалы IV Всесоюзного совещания (Борок, ноябрь 1990 г.). М. : Ин-т биологии развития им. Н. К. Кольцова АН СССР, 1990 С. 106–108.
4. Захаров В. М. Феногенетический аспект исследования природных популяций. Фенетика популяций. М. : Наука, 1982. С. 47–54.
5. Савинов А. Б. Фенотипическая индикация ценопопуляций растений в условиях техногенеза. Экологический мониторинг. Ч. 5. Н. Новгород : Изд-во ННГУ, 2003. С. 300–323.
6. Почва и удобрения. Источник: <https://www.activestudy.info/pochva-i-udobreniya> [дата обращения: 2.04.2020 в 15.30].

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРФЮМЕРНО-КОСМЕТИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ

Смирнова Е. В.¹, Матюкова М. Д.²1, 2 – МОУ «Коркатовский лицей», д. Коркатово, Моркинский район, Республика Марий Эл
evgeshkaarmy@mail.ru

Актуальность: в современном обществе невозможно представить себе человека любого возраста и достатка, который не пользовался бы парфюмерно-косметическими изделиями. Для правильного выбора качественной продукции важна информационная и химическая грамотность потребителя, поэтому важно знать их химический состав и уметь и определять их качество.

Цель: исследование парфюмерно-косметической продукции.

Задачи:

- 1) изучить классификацию, характеристику, химический состав парфюмерной продукции и их влияние на организм человека;
- 2) выяснить какие парфюмерные продукты имеют наибольший спрос;
- 3) изучить органолептические свойства;
- 4) провести качественные реакции на определение содержания этилового спирта и фталатов;
- 5) определить количественное содержание этилового спирта с помощью спиртомера.

Практическая значимость состоит в том, что полученную информацию по результатам исследовательской работы можно использовать на уроках химии при изучении тем «Спирты» и «Сложные эфиры», а также на факультативных занятиях.

Объекты исследования мы выбирали по социологическому опросу, который провели среди 69 обучающихся 9–11 классов биолого-химического профиля МОУ «Коркатовский лицей».

По полученным данным, в результате социологического опроса, мы выяснили, что наиболее популярными парфюмерно-косметическими веществами являются: духи, туалетная вода, парфюмерная вода, одеколон и душистая вода.

Объекты наших исследований: одеколон «Ожен», духи «Красная Москва», туалетная вода «Мисс императрица», парфюмерная вода «Престиж № 10 Адорелл», душистая вода «Принцесса».

Согласно ГОСТ на каждой единице потребительской тары с косметическими изделиями указывают:

- 1) наименование и название (при наличии) и назначение изделия;
- 2) наименование изготовителя и его местонахождения и местонахождение организации (адрес), уполномоченной изготовителем на принятие претензий от потребителя (при наличии);
- 3) товарный знак изготовителя (при наличии);
- 4) массу нетто, г, или объем, см (мл);
- 5) цвет, номер тона, группу (для изделий декоративной косметики и окрашивающих изделий);
- 6) состав изделия (ингредиенты указывают в порядке уменьшения их массовой доли в рецептуре изделия);
- 7) условия хранения (при необходимости специальных условий);
- 8) дату изготовления (месяц, год) и срок годности (месяцев, лет);
- 9) обозначение нормативного или технического документа, в соответствии с которым изготовлено и может быть идентифицировано изделие;
- 10) информацию о сертификате в соответствии с законодательством страны, реализующей парфюмерно-косметическое изделие.

Определение органолептических показателей. По показателям таблицы определили органолептические свойства душистых веществ.

Таблица 2.

Органолептические показатели парфюмерно-косметической продукции

	Духи концентрированные	Духи группы экстра	Духи	Парфюмерная вода	Туалетная вода	Одеколон	Душистая вода
Внешний вид	Прозрачная жидкость						
Цвет	Свойственный цвету продукции конкретного названия						
Запах	Свойственный запаху продукции конкретного названия						
Стойкость запаха, ч, не менее	60	60	50	50	40	24	-
Прозрачность (отсутствие помутнения при t, С)	+3	+3	+3	+3	+3	+5	+5
Объемная доля этилового спирта, %, не менее	55,0	70,0	85,0	75,0	75,0	60,0	20,0
Сумма массовых	30,0	15,0	10,0	10,0	4,0	1,5	1,0

долей душистых веществ, %, не менее							
-------------------------------------	--	--	--	--	--	--	--

Определение стойкости запаха. В фарфоровую чашку налили около 1 мл исследуемой парфюмерной жидкости и смочили в ней кусочек сухой белой марли. Затем марлю высушили на воздухе при 15–20°C. Стойкость запаха определяли органолептическим методом через каждые 10 ч. Зафиксировали время исчезновения запаха. Результаты проведенных опытов записали в таблицу.

Обнаружение этилового спирта.

1. **Окисление хромовой смесью.** В пробирку налили 2 мл исследуемой парфюмерной жидкости и добавили 2 мл хромовой смеси. Осторожно нагрели реакционную смесь на водяной бане до 60–80°C. При наличии этанола пробирка разогревается, оранжевый раствор становится синевато-зеленым и ощущается характерный запах уксусного альдегида – запах яблок.



2. **Окисление оксидом меди (II).** Спираль из медной проволоки зажали пинцетом и нагрели в пламени спиртовки до появления черного налета оксида меди (II). Затем горячую спираль опустили в пробирку с 2 мл исследуемой парфюмерной жидкостью. При наличии этанола появляется характерный запах уксусного альдегида, а черная поверхность спирали становится золотистой за счет восстановления оксида меди (II) до чистой меди:



3. **Иодоформная проба.** К 2 мл исследуемой жидкости добавили на кончике шпателя растертый в порошок кристаллический иод и по каплям при встряхивании – 10 %-ный раствор гидроксида натрия до обесцвечивания иода. Суммарное уравнение протекающей реакции:



Выполнили исследования парфюмерных жидкостей, отметили признаки. Результаты опытов поместили в таблицу.

Количественное определение спирта. Пробирку наполнили на 3/5 объема исследуемой парфюмерной жидкостью и перемешали стеклянной палочкой для выравнивания температуры и плотности по всему образцу. Погрузили в пробирку спиртомер и записали его показания.

Обнаружение фталатов в парфюмерно-косметических продуктах. Для проверки духов на содержание фталатов провели качественные реакции. Для этого взяли по 3 мл парфюмерных жидкостей и смешали с 1 г чистого фенола. К полученному раствору добавили по 5 капель 96 %-ной H_2SO_4 , разбавили водой до 25 мл и подщелочили 10 каплями 10 % раствора NaOH . На присутствии фталатов указывает характерная красная окраска раствора. Все пробы дали положительную реакцию. Результаты записали в виде таблицы.

Сжигание образцов. На фарфоровую чашечку капнули пару капель парфюмерной жидкости и подожгли, соблюдая правила пожарной безопасности, так как этанол легко воспламеняется. У образцов, где присутствуют эфирные масла, мы ощущали приятный запах. Этот метод показывает, что в составе продукта не имеются вредные компоненты.

Выводы

1) изучили классификацию, характеристику, химический состав парфюмерной продукции. Узнали, что парфюмерная продукция имеет как положительное, так и отрицательное воздействие на организм человека;

2) выяснили, что среди парфюмерной продукции наибольший спрос имеют духи, а наименьшей популярностью пользуется душистая вода;

3) изучили органолептические свойства парфюмерно-косметической продукции и выяснили, что они могут иметь различное окрашивание, запах, прозрачность;

4) по качественным реакциям подтвердили, что все парфюмерно-косметические вещества содержат в своем составе этиловый спирт, кроме образца № 5, фталаты;

5) по результатам исследования установили, что показания спиртомера соответствуют данным на упаковке.

6) Основываясь на проведенные нами исследования, выяснили, что наиболее качественным и стойким оказался образец № 2 – духи «Красная Москва».

ЛИТЕРАТУРА

1. Алехина Е. А. Изучение состава и определение качества губных помад // Химия в школе. 2010. №1. С.52–59.
2. ГОСТ Р 51391 – 99. Изделия парфюмерно-косметические. Информация для потребителя.
3. ГОСТ 28303-89. Изделия парфюмерно-косметические. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение.
4. ГОСТ 31678-2012. Продукция парфюмерная жидкая. Общие технические условия.
5. Вилкова С. А. Товароведение и экспертиза парфюмерно-косметических товаров: учебник для вузов. М. : Деловая литература, 2000. 286 с.

6. Мельниченко Т. А. Товароведение парфюмерно-косметических товаров. Серия : Учебники, учебные пособия. Ростов н/Д : Феникс, 2002. 288 с.

7. Шепелев А. Ф., Туров А. С., Елизаров Ю. Д. Технология производства непродовольственных товаров. Серия : Учебники, учебные пособия. – Ростов н/Д : Феникс, 2002. 222 с.

ФЛОРИСТИЧЕСКОЕ БОГАТСТВО И ОСОБЕННОСТИ ОСТЕПНЕННЫХ СКЛОНОВ К РЕКЕ КУЖМАРКА БЛИЗ Д. НОВАЯ

Степанова Ю. Э.¹, Соловьев А. Л.², Васильева В. М.³, Богданов Г. А.⁴

1, 2, 3 – МОУ «Коркатовский лицей», д. Коркатово, Моркинский район, Республика Марий Эл

4 – ГПЗ «Большая Кокшага», г. Йошкар-Ола

berbinaula@gmail.com

Выбранная тема является актуальной, так как она затрагивает вопросы оценки биоразнообразия остепненных склонов и быть основой для мониторинга динамики растительности и флоры. Познание истории формирования на территории края флоры и растительности имеет большое значение. Важно знать, примерно в какое время сформировались основные ныне существующие растительные группировки, откуда, каким путем и какими видами происходило заселение современной растительности в нашем крае. Каким влияниям и изменениям подвергалась растительность и флора за время своего существования и развития в прошлые геологические периоды. Какие изменения происходили в недалеком прошлом и происходят в составе растительности в наше время. Решением этих вопросов занимается наука палеоботаника, которая изучает ископаемые остатки ранее существовавших растений. Кроме этого, есть еще другой путь для восстановления истории флоры и растительности – путь непосредственных наблюдений над распространением растений в настоящее время. В этом отношении наибольший интерес представляют растения – реликты и растения – мигранты. Реликты – это растения прежней флоры, сохранившиеся до наших дней почти без изменения. Мигранты – это растения, недавно пришедшие, поселившиеся в результате переселения из других современных флор [1–4].

Цель исследования: изучить флористическое богатство остепненных участков юго-западного склона к р. Кужмарка близ д. Новая Моркинского района.

Задачи:

1. Сделать геоботаническое описание луговых сообществ по склонам.
2. Составить список сосудистых растений склонов.
3. Выявить сообщества с редкими видами растений.

Материалы и методы исследования

Для исследования флоры остепненных склонов около д. Новая использовались традиционные методы маршрутного обследования ограниченных территорий. Были выявлены все основные типы местообитаний. В ходе флористических экскурсий для каждого типа местообитания в полевом дневнике отмечались обнаруженные виды. Некоторые виды, которые было трудно отличить в полевых условиях, гербаризировали и высушивали в гербарных сетках. Определение видов по гербарным образцам проводили в кабинете биологии Коркатовского лицея. Для этого использовали микроскоп МБС–10 и определитель П. Ф. Маевского «Флора средней полосы Европейской части». Кроме этого, в сообществах с редкими видами проводили геоботанические обследования, где указывалось наличие вида, обилие видов по шкале Браун-Бланке. Во время обследования флоры остепненных склонов к реке Кужмарка были выбраны 4 характерных участка, где было проведено геоботаническое описание фитоценозов [5–6].

Результаты исследования и выводы:

1. Предварительный список травянистых растений склонов насчитывает 120 видов травянистых растений и 4 вида кустарников.
2. Обнаружили восстанавливаемые популяции лапчатки прямой и лазурника трехлопастного. Сохранились и краснокнижные виды: котовник венгерский, фиалка горная, лен слабительный, шалфей мутовчатый, зопник клубненосный, медуница мягкая; но ужовник обыкновенный, житняк гребенчатый были не обнаружены.
3. Найжены редкие для края южные виды: сирения седая, жабрица порезниковая, жостер слабительный, посконник коноплевый, пушица широколистная, горчавочка горьковатая.
4. Выделены следующие луговые сообщества на склонах: землянично-бобово-жабрицевый луг (верхняя часть склонов), землянично-подмаренниково-мелкозлаковый и землянично-бобово-мелкозлаковый луга (средняя, наиболее крутая часть склонов). По опушкам облесенных участков, ниже по склону, встречается редкий котовниково-вейниково-орляковый луг, который опоясывает лесные участки склонов по нижней границе.
5. На склонах небольшими участками встречаются липняки и дубняки лещиновые. Внешний облик их напоминает лесостепные дубравы, распространенные далеко на юге. В травяном ярусе присутствуют некоторые виды этих сообществ: горошек гороховидный, вероника широколистная, котовник венгерский, живучка ползучая и другие.

Рекомендации: необходимо срочно взять под охрану этот участок редких степных видов флоры и придать этим склонам статус памятника природы или заказника.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Абрамов Н. В.* Флора Республики Марий Эл: инвентаризация, районирование, охрана и проблемы рационального использования ее ресурсов. Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т, 2000. 164 с.
2. *Абрамов Н. В.* Флора Республики Марий Эл: справочное пособие. Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т, 2008. 196 с.
3. *Васильков Б. П.* К истории флоры Марийской области: Из работ геоботанической экспедиции МарНИИ // Журнал МАО 1933 № 11–12 С. 1–19.
4. *Васильева Д. П., Абрамов Н. В.* Материалы к флоре Марийской АССР // Флора Марийской АССР и вопросы ее охраны. Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т, 1981 С. 22–43.
5. Жизнь растений: В 6-ти т. Цветковые растения / под ред. А. Л. Тахтаджяна. М.: Просвещение, 1982. 543 с.
6. *Киселев К., Майоров С. Р., Новиков В. С.* Флора средней полосы России: учеб. пособие для студентов биологических специальностей. М.: ЗАО «Фитон+», 2010 544 с.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ИНСЕКТИЦИДОВ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОЧВЫ

Тимофеева Ю. Э.¹, Алябешева Е. А.², Васильева В. М.³

1, 3 – МОУ «Коркатовский лицей»

2 – Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
yulchik.ed.timofeeva@mail.ru

Актуальность выбранной темы заключается в том, что отрицательные последствия, связанные с пестицидами, обусловлены главным образом разрушением биогеоценозов, в которых само существование и численность отдельных видов живых организмов тесно связаны между собой. Мировая практика применения пестицидов свидетельствует о том, что они несут в себе потенциальную опасность [1, 2].

Цель работы – оценить влияние инсектицидов на физико-химические и биологические показатели почвы.

Исследования проводили в июне – сентябре 2019 г. Были отобраны пробы почвы на бобово-злаковом лугу, расположенном в 500 м от автомагистрали Морки – Йошкар-Ола около д. Коркатово. Отбор проб почвы проводили согласно ГОСТ 17.4.4.02-2017. Для проведения исследований было проведено разведение растворов пестицидов и заложена серия опытов. Чашки Петри с почвой выдерживали в лаборатории при комнатной температуре в течение 7 дней. Для приготовления водно-почвенной вытяжки 1 г воздушно-сухой просеянной почвы помещали в колбу на 100 мл, добавляли 50 мл дистиллированной воды, взбалтывали в течение 5–10 мин, а затем фильтровали. В дальнейшем в водной почвенной вытяжке определяли pH, удельную электропроводность (УЭП, мкСм/см) с помощью pH-метра и кондуктометра (ГОСТ 26423-85). В дальнейшем рассчитывали общее количество растворимых твердых веществ в водной почвенной вытяжке (TDS_{NaCl} и $TDS_{Na_2SO_4+NaHCO_3+NaCl}$) Засоленность почв оценивали по УЭП водных почвенных вытяжек по формуле: $C, \text{ мг/л} = 0,64 * 103 * \text{УЭП (мкСм/см)}$ [3].

Как показали результаты наших исследований, pH водной почвенной вытяжки в контроле составило 5,5, что характеризует почвы как кислые/слабокислые. При добавлении в почву инсектицида «Корадо» кислотность почвенной вытяжки не изменялась. При внесении в почву данного инсектицида совместно с биоудобрением «ГУМИ» кислотность почвы увеличивалась до pH=5. При внесении в почву инсектицидов «Искра» и «Актеллик» кислотность почвы по сравнению с контролем снижалась в 1,2 раза. При внесении в почву данных инсектицидов и биоудобрения кислотность увеличивалась до pH=5. Из литературных источников известно, что при внесении в почву инсектицидов ее кислотность увеличивается.

Значение удельной электропроводности почвенной вытяжки в контроле составило $31,5 \pm 2,13$ мкСм/см. При внесении в почву растворов инсектицидов значения данного параметра уменьшались, так при внесении «Корадо» электропроводность почвенной вытяжки незначительно уменьшилась на 10 %. При внесении инсектицидов «Искра» и «Актеллик» значения данного параметра снизились в 1,2 и 1,4 раза соответственно. При совместном внесении инсектицидов и гуминового препарата «ГУМИ» электропроводность водного раствора увеличилась: вариант «Корадо» + «ГУМИ» в 1,4 раза; «Искра» + «ГУМИ» в 1,2 раза; «Актеллик» + «ГУМИ» в 1,4 раза по сравнению с вариантами «Корадо», «Искра», «Актеллик». Из литературных источников известно, что при увеличении уровня загрязнения удельная электропроводность водных почвенных вытяжек увеличивается.

Нам была рассчитана величина TDS в пересчете на хлорид натрия. Наибольшее содержание растворенных частиц было отмечено в водной почвенной вытяжке в варианте «Корадо» + «ГУМИ» – $0,022 \pm 0,0026$ мг/л, на втором месте оказался вариант «Актеллик» + «ГУМИ» – $0,016 \pm 0,0017$ мг/л, а на третьем – контроль и вариант «Корадо» – $0,016 \pm 0,0069$ мг/л. Минимальное значение параметра TDS_{NaCl} было отмечено в варианте «Актеллик». Аналогичные закономерности были выявлены нами и при анализе показателя $TDS_{NaHCO_3+Na_2SO_4+NaCl}$. При внесении в почву биоудобрения «ГУМИ» солесодержание увеличивалось: в варианте «Корадо» + «ГУМИ» в 1,4 раза, в варианте «Искра» + «ГУМИ» в 1,2 раза, в

варианте «Актеллик» + «ГУМИ» в 1,3 раза.

В дальнейшем нами была оценена засоленность почв. В зависимости от варианта опыта значение данного показателя изменялось от 0,15 до 0,29 мг/л, что характеризовало пробы почвы как незасоленные. По мере увеличения весового содержания солей варианты опыта располагались в следующем порядке: «Актеллик» → «Искра» → «Искра» + «ГУМИ» → контроль → «Корадо» → «Актеллик» + «ГУМИ» → «Корадо» + «ГУМИ».

Важнейшей составляющей частью почвы является органическое вещество. Пробы почвы, отобранные в окрестностях д. Коркатово – дерново-подзолистые суглинистые на пылеватых и лесовидных суглинках. Содержание органических веществ в контрольной пробе составило 2,4 %. При внесении инсектицидов в почвенные образцы и экспозиции длительность 7 суток содержание органических веществ практически не изменилось по сравнению с контролем – 2,5–2,6 %. При дополнительном внесении в почву удобрения «ГУМИ» содержание органических веществ увеличилось: в варианте «Корадо» + «ГУМИ» до 3,5 %, в варианте «Искра» + «ГУМИ» до 4,5 %, в варианте «Актеллик» + «ГУМИ» до 4,1 %.

В ходе работы нами было отмечено, что наибольшей биологической активностью характеризовались пробы почвы в контроле $4,3 \pm 0,56$ мкг $\text{CO}_2 \cdot \text{ч}^{-1} \cdot \text{г}^{-1}$. При внесении в почву инсектицидов интенсивность почвенного дыхания снижалась: в варианте «Корадо» до $3,2 \pm 0,21$ мкг $\text{CO}_2 \cdot \text{ч}^{-1} \cdot \text{г}^{-1}$, в варианте «Искра» до $2,4 \pm 0,21$ мкг $\text{CO}_2 \cdot \text{ч}^{-1} \cdot \text{г}^{-1}$, в варианте «Актеллик» до $1,9 \pm 0,12$ мкг $\text{CO}_2 \cdot \text{ч}^{-1} \cdot \text{г}^{-1}$. Таким образом, инсектициды обладали различным ингибирующим действием. При дополнительном внесении нового типа удобрения, которое используют для стимуляции роста садовых и огородных культур, было отмечена стойкая реакция, заключающаяся в увеличении интенсивности почвенного дыхания. Так, в варианте «Корадо» + «ГУМИ» и «Искра» + «ГУМИ» биологическая активность почв увеличилась на 10 %, а в варианте «Актеллик» + «ГУМИ» на 30 %.

На основании проделанной работы можно сделать следующие **выводы**:

1. При внесении в почву инсектицидов снижались кислотность водной почвенной вытяжки на 10–20 % и удельная электропроводность раствора на 20–40 %. При совместном внесении инсектицидов и биоудобрения электропроводность водного раствора увеличилась из-за увеличения концентрации солей натрия в «ГУМИ».

2. По мере увеличения минерализации и засоленности варианты опыта располагались в следующем порядке: «Актеллик» → «Искра» → «Искра» + «ГУМИ» → контроль → «Корадо» → «Актеллик» + «ГУМИ» → «Корадо» + «ГУМИ».

3. При дополнительном внесении в почву биоудобрения содержание органических веществ увеличилось на 3,5–4,5 %.

4. Интенсивность почвенного дыхания при внесении инсектицидов снижалась. Наибольшим ингибирующим действием на почвенную биоту характеризовалось средство для борьбы с насекомыми, содержащее пиримифос-метил. Меньший ингибирующий эффект был отмечен у инсектицидов, содержащих циперметрин, перметрин и имидаклоприд. При дополнительном внесении нового типа удобрения была отмечена стойкая реакция, заключающаяся в увеличении интенсивности почвенного дыхания.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Иванцова Е. А.* Влияние пестицидов на микрофлору почвы и полезную биоту // Вестник Волгогр. гос. ун-та. Сер. 11, Естеств. науки. 2013. № 1 (5) 3. С. 35–40.
2. *Ижевский С. С.* Негативные последствия применения пестицидов // Защита и карантин растений. 2006. № 5. С. 16–19.
3. *Кауричев И. С.* Практикум по почвоведению. М. : Колос, 1980. 272 с.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА КАЧЕСТВО ПИТЬЕВОГО МОЛОКА, ПРОДАВАЕМОГО В МАГАЗИНАХ Г. ЙОШКАР-ОЛЫ

Чегаева В. А.¹, Алябышева Е. А.²

1 – МБОУ «Лицей № 28 г. Йошкар-Олы»

2 – Марийский государственный университет, Йошкар-Ола

alyabysheva_1999@mail.ru

Молоко является одним из самых ценных продуктов питания человека. По пищевой ценности оно может заменить любой продукт, но ни один продукт не заменит молоко. Молоко содержит около 200 веществ жизненно необходимых для человека. Главными из них являются белки, жир, молочный сахар. В молоке содержится 45 минеральных солей и микроэлементов [1]. В молоке есть витамины А, Д, Е, С, Р, В₁, В₂, В₆, В₁₂ и другие. Эти компоненты молока хорошо сбалансированы, благодаря чему легко и полностью усваиваются. Большинство медиков и диетологов считают, что молоко и молочные продукты необходимы для питания человека во все периоды его жизни, особенно в детском возрасте. Многие называют молоко эликсиром жизни [2].

Трудно найти другой продукт питания, который привлекал бы столько противоречивых мнений, как

молоко. Но чтобы ответить на вопросы о качестве и пользе молока надо знать соответствует ли оно заявленным стандартам качества.

Цель нашей работы – исследовать качество питьевого молока, продаваемого в магазинах г. Йошкар-Олы.

Объект исследования: питьевое молоко жирностью 2,5 %.

В ходе работы нами были исследованы пробы питьевого молока торговых марок: ЗАО «Марийское», «Звениговский», «СЕМОЛ», «Республиканский молочный завод», жирностью 2,5 %.

Мы оценивали органолептические показатели молока: цвет, консистенция, запах, вкус. Обращали внимание на наличие механических примесей и признаков брожения.

Так же проводили опыты на обнаружение примесей соды в молоке с помощью индикатора бромтимолового синего. Метод определения основан на свойстве индикатора бромтимолового синего изменять окраску при разных значениях pH среды.

Так же проводили опыты на обнаружение крахмала в молоке с помощью раствора Люголя. Метод определения основан на поглощении йода полисахаридом амилозой, входящей в состав крахмала, с образованием адсорбционного соединения синего цвета.

В ходе работы в пробах молока, всех торговых марок не было обнаружено посторонних примесей. Цвет молока был или белый или слабо желтый, что соответствует гигиеническим нормативам. Консистенция молока торговых марок «Звениговский», ЗАО «Марийское», «Республиканский молочный завод» была нормальной, однородной, нетягучей. Консистенция же молока торговой марки «СЕМОЛ» жидкая и не соответствует нормативам, то есть в молоко была добавлена вода. Запах, вкус и привкус молока трех торговых марок «Звениговский», ЗАО «Марийское», «СЕМОЛ» были приятными. Запах молока торговой марки «Республиканский молочный завод» был слабый, неопределенный, вкус был с легким металлическим привкусом, что не отвечает нормативам (табл. 1).

Желтая окраска кольцевого слоя указывает на отсутствие соды в молоке. Окраска кольцевого слоя от зеленого до темно-зеленого или синего свидетельствует о присутствии соды в молоке. В ходе эксперимента нами было обнаружено, что цвет кольца во всех пробах молока голубой, что свидетельствует о том, что в молоко была добавлена сода, это не отвечает нормативам. Согласно контрольной шкале, концентрация соды в молоке была равна 10 г/л. Соду добавляют в молоко для того, чтобы скрыть его повышенную кислотность.

Крахмал в молоко могут добавлять с целью сокрытия разбавления его водой. Появление синей окраски свидетельствует о присутствии в молоке крахмала. В ходе эксперимента нами было обнаружено, что окраска молока всех исследованных торговых марок было бело-желтой, синяя окраска не появилась, что отвечает нормативам, то есть в молоко не был добавлен крахмал.

Чтобы ответить на вопрос: Молоко: пить или забыть? Мы решили попросить помощь у домашней любимицы кошки Лапы. Для этого мы в четыре одинаковых миски налили молоко: № 1 – торговая марка «Звениговский», № 2 – торговая марка «СЕМОЛ», № 3 – торговая марка ЗАО «Марийское», № 4 – «Республиканский молочный завод» и поставили на пол, после этого впустили кошку Лапу. Сначала кошка понюхала миски с молоком № 1–3, к миске № 4 она не подошла. Потом кошка начала лакать молоко из миски № 3, но сделав три глотка остановилась. Затем Лапа вернулась к миске № 1 и начала активно лакать молоко; в результате кошка выбрала молоко торговой марки «Звениговский».

Таким образом, молоко, продающееся в магазинах г. Йошкар-Олы, не всегда соответствует заявленным стандартам.

Таблица 1

Органолептические показатели питьевого молока

Показатели	Норма	Производители			
		«Звениговский»	«СЕМОЛ»	ЗАО «Марийское»	«Республиканский молочный завод»
примеси, механические включения	отсутствие	отсутствие	отсутствие	отсутствие	отсутствие
цвет	белый, слабо желтый	белый, слабо желтый	белый	белый, слабо желтый	белый
консистенция	однородная, нетягучая	нормальная, однородная, нетягучая	жидкая, однородная, нетягучая	нормальная, однородная, нетягучая	нормальная, однородная, нетягучая

запах	слабый, приятный, молочный	слабый, приятный, молочный	слабый, приятный, молочный	слабый, приятный, молочный	слабый, неопределенный
вкус	слегка сладковатый	слегка сладковатый	слегка сладковатый	слегка сладковатый	неопределенный, с легким металлическим привкусом

В результате полученных данных мы можем сделать следующие **выводы**:

1. Органолептические показатели молока торговых марок «Звениговский» и ЗАО «Марийское» соответствовали гигиеническим нормативам.
2. Молоко торговых марок «СЕМОЛ» и «Республиканский молочный завод» не соответствовало гигиеническим нормативам по консистенции и вкусу.
3. В пробах молока не был обнаружен крахмал, что свидетельствует о хорошем качестве молока.
4. В исследованном молоке была обнаружена сода, что является нарушением санитарного законодательства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дегтярев Г. П., Тимирязева К. А., Остроухов А. И. Производство качественного и безопасного молока-сырья. Переработка молока. 2011. № 2. С. 32–35.
2. Шляхтунов В. И., Красюк М. В. Молочное дело : учебное пособие. Витебск : УО ВГАВМ, 2005. 95 с.

БАЛЬЗАМ ДЛЯ ГУБ В ДОМАШНИХ УСЛОВИЯХ: МАСТЕР КЛАСС

Ягдарова В. П.¹, Волжанина Т. В.², Ягдарова О. А.³

- 1, 2 – Лицей №11 им. Т.И. Александровой, г. Йошкар-Ола, Российская Федерация
 3 – Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола, Российская Федерация
berdniko1984@mail.ru

Бальзам для губ в настоящее время является косметическим средством, которое часто используют для ухода за губами, как взрослые, так и дети. Это связано с тем, что бальзам хорошо защищает уязвимую кожу губ от негативного воздействия окружающей среды: УФ-излучения, ветра, холода или жары и др. Бальзам для губ обладает бактерицидным, противовирусным и ранозаживляющим действием. Кроме того, бальзам для губ также является первой декоративной косметикой для девочек в начальной школе.

Первым бальзамом для губ промышленного производства признан продукт компании *Charles Browne Fleet* в 1880 году. До этого в качестве бальзама для губ использовали вазелин. В 1900-х годах бальзам был впервые выпущен в форме стика (*помады*) в Швеции в 1905 году и до 90-х годов данная форма выпуска была самой популярной и востребованной. Тем не менее, в 2000-х годах, когда марки начинают конкурировать между собой, на рынке появляются новые формы выпуска: в виде баночек, кремовых карандашей, шариков и даже фигурок животных. Начиная с 2010-х годов обязательным компонентом бальзамов для губ становится *SPF* [1].

Бальзам для губ – это отдельная категория средств, главной функцией которых является не декоративная, а в первую очередь уходовая (защитная, питательная, увлажняющая). При выборе бальзама для губ необходимо учитывать три важных фактора: время года, назначения и личные предпочтения. Так как, натуральные растительные масла обеспечивают необходимое питание для кожи, поэтому они очень полезны (наиболее часто используемые масла: касторовое, жожоба, персиковое и т.д.). Витамины необходимы для увлажнения и защиты от воздействия вредных факторов (самыми полезными свойствами обладают витамины А и Е) и т.д. [2].

Цель работы: приготовить бальзам для губ своими руками из натуральных ингредиентов и оценить экономическую эффективность изготовления бальзама в домашних условиях.

Для достижения цели были поставлены следующие **задачи**:

1. По литературным данным: изучить, какие ингредиенты используются для приготовления бальзама для губ; выявить основные функции бальзама и его назначение.
2. С помощью электрической плитки приготовить бальзамы для губ, используя экологически чистые продукты и витамины.
3. Разработать собственные рецепты бальзамов для губ, учитывая личные предпочтения.

Гипотеза исследования: бальзам для губ своими руками наиболее полезен и экономически выгоден, чем продукт на прилавках.

Методика исследования. Бальзамы для губ готовятся на водяной бане или на электрической плитке (медленный огонь). Сначала добавляются твердые ингредиенты, потом жидкие, а эфирные масла и витамины (при наличии) в самом конце. До кипения не доводят, чтобы не потерять полезные элементы. После перемешивания и растворения до однородной массы, разливают по баночкам.

Учитывая пользу витаминов и экологически чистых продуктов, а также личные предпочтения исследователя, мы разработали 3 рецепта бальзама для губ.

1. Рецепт «Облепиховый»: пчелиный воск (10 г), оливковое масло (10 мл), облепиховое масло (10 мл), свежевыжатый облепиховый сок (10 мл), 1 мл витамина Е.

2. Рецепт «Шоколадный»: пчелиный воск (10 г), горький шоколад «Alpen Gold» (10 г), миндальное масло (10 мл) 1 мл витамина Е.

3. Рецепт «Смородиновый»: пчелиный воск (10 г), касторовое масло (10 мл), оливковое масло (10 мл), свежевыжатый сок черноплодной рябины (10 мл), 1 мл витамина Е.

По завершении работы мы рассчитали экономическую эффективность приготовления бальзама для губ в домашних условиях.

Таблица 1

Материальные затраты на изготовление бальзама для губ

Наименование	Объем	Цена, руб	Кол-во	Стоимость, руб
Пчелиный воск	500 г	170	10 г	3,4
Облепиховое масло	50 мл	37,5	10 мл	7,5
Миндальное масло	50 мл	46,5	10 мл	9,3
Касторовое масло	100 мл	75	10 мл	7,5
Витамин Е	100 мл	50	1 мл	0,5
Горький шоколад	100 г	45	10 г	4,5
Оливковое масло	500 мл	350	10 мл	7
Контейнер для бальзама	1 шт	15	1 шт	15

Расчеты показали, что изготовление бальзама для губ дома не требует больших затрат. На приготовление бальзама «Облепиховый» потрачено 33 руб., «Шоколадный» – 32, 5 руб., «Смородиновый» – 33, 5 руб. В магазине бальзам стоит от 50 рублей и выше. Кроме того, бальзам выполнен из натуральных компонентов без добавления консервантов, ароматизаторов и отдушек, что является безопасным для детского организма.

Выводы:

1. В результате наших исследований нами была проанализирована литература по данному вопросу: изучена история появления бальзама для губ; описаны основные ингредиенты, необходимые для приготовления; определены лечебные свойства бальзама.

2. В работе разработаны и описаны «оригинальные» рецепты бальзамов для губ из натуральных компонентов без добавления консервантов и ароматизаторов.

3. Автором рассчитана экономическая эффективность натурального продукта в домашних условиях.

Таким образом, цель исследования достигнута, гипотеза подтвердилась.

Рекомендации: при выборе декоративной косметики, особенно в начальной школе лучше отдать предпочтение бальзаму для губ, так как он обладает заживляющим действием и бактерицидный эффект, предохраняет губы от вирусных инфекций, и при этом не наносит вред молодой коже, так как не вызывает побочных эффектов (аллергическую реакцию).

ЛИТЕРАТУРА

1. Самуйлова Л. В., Пучкова Т. В. Косметическая химия : учебн. издание. В 2 ч. Ч. 1 : ингредиенты. М. : Шк. косметич. химиков, 2005. 75 с.
2. Основы косметической химии / Т.В. Пучкова [и др.]. М. : Шк. косметич. химиков, 2011. С. 204–206.
3. ГОСТ Р 31649-2012 Изделия декоративной косметики на жировосковой основе. Общие технические условия. – М. : Стандартиформ, 2013. 12 с.

РАСТЕНИЯ, ЗАНЕСЕННЫЕ В КРАСНУЮ КНИГУ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В ОКРЕСТНОСТЯХ ДЕРЕВНИ СЕМИ-СОЛА

Яковлева И.Г.¹

¹ – МОУ «Моркинская СОШ №2», пгт Морки, Республика Марий Эл

ir1n4yak@yandex.ru

Охрана растительного мира, по моему мнению, – одна из важнейших задач современного общества, в решении которой могут принять активное участие и школьники. На уроках биологии в 6 классе мы изучали Царство Растения и много раз затрагивали тему охраны растений. И я задалась вопросом, а знаем ли мы «краснокнижные» виды растений своей местности? Знаем ли, какие из них нуждаются в охране? Почему бы нам, школьникам, не взяться за такую работу?

Мне в голову пришла идея, что одной из форм сохранения разнообразия растительного мира моего родного края является изучение растений, которые занесены в Красную книгу и последующая агитационно-просветительская работа об охране этих растений в моей школе и районе.

Красная книга Республики Марий Эл – это государственный документ, утвержденный постановлением правительством Республики Марий Эл от 04 сентября 2001 года № 297 «Об утверждении списков редких и исчезающих видов животных, растений и грибов, включенных в Красную книгу Республики Марий Эл». В 2013 году был издан том Красной книги Республики Марий Эл «Растения. Грибы» [1–3].

Цель работы: выявить редкие виды растений, произрастающих на территории Семисолинского сельского поселения Моркинского района.

Задачи:

1. Выявить биотопы, где произрастают растения, занесенные в Красную книгу Республики Марий Эл.
2. Изучить видовой состав растений Семисолинского сельского поселения, занесенных в Красную книгу нашей республики.
3. Выявить наиболее часто и наиболее редко встречающиеся виды охраняемых растений в биотопах нашего района.
4. Составить список редких видов растений в окрестностях Семисолинского сельского поселения.
5. Разработать рекомендации по охране выявленных «краснокнижных» видов.

Работа проводилась в летний сезон с 1 мая по 20 августа 2019 года в окрестности сел Ядыксола и Семисола и примыкающего к ним леса Казенного учреждения Семисолинского лесничества Моркинского района Республики Марий Эл.

Актуальность работы заключается в том, что на территории нашего поселения много уникальных островков дикой природы, но они мало изучены. Первый шаг в их изучении – это инвентаризация этих участков. Мы начали с редких и охраняемых растений. Вторым шагом наших исследований являлось создание списка охраняемых растений на данной территории.

Моя малая родина – дер. Ядыксола, здесь живет мой дедушка, и я каждое лето с мая по август живу у него. Наше сельское поселение расположено в удивительно красивом необычном месте – рядом находится самая высокая точка республики – гора Чукша. Природа с лихвой наделила ее своим благородством и чарующей силой, поэтому вызывает у всех восхищение и очарование.

Исследование началось с обхода прилегающих участков и описания биотопа. Нами было установлено, что недалеко с южной стороны протекает река Ировка, которая впадает в реку Илеть. Деревья с двух сторон (с восточной и с южной) окаймлена чудесным лесом. Восточный лес – в основном смешанный. Южный лес – почти хвойный, лишь в отдельных кварталах смешанный.

Лес тянется по левому берегу реки Ировка узкой полосой, в сторону Республики Татарстан. Ширина леса небольшая и составляет всего 2–3 км. Почва леса в основном песчаная, местами серая подзолистая. На сухих возвышенных местах сосновый бор с лишайниковым покровом имеет редкий остепненный травяной ярус. В низинах бора с сомкнутым пологом лишайники вытесняются зелеными мхами. Здесь травяной покров беден.

В нашем лесу встречаются сосняки–брусничники, сосняки–черничники, сосняки–орляково–ландышевые. Украшением таких лесов являются такие растения, как: колокольчик персиколистный, майник двулистный, купена лекарственная. В низинных и влажных местах леса растут ельники–зеленомошники, с бедным травяным покровом. Здесь можно встретить линнею северную, седмичник европейский. Также встречаются плауновые сосняки. Опушки на стыке соснового бора со смешанным лесом особенно пестрят луговым разнотравьем.

На заболоченных лугах между осоковых кочек можно встретить редкое растение белозор болотный и сабельник. На песчаных склонах лесной опушки в долине реки можно найти тимьян ползучий, синеголовник плосколистный. На черноземных почвах растут шпашник черепитчатый, девясил высокий, алтей лекарственный.

Используя список Красной книги Республики Марий Эл, где включены все охраняемые растения данной территории, мы начали поиск редких растений методом обхода и внимательного визуального осмотра исследуемых участков. Определение найденных растений производилось на месте с помощью определителей растений и мобильного приложения. Степень участия отдельных видов в травостое определялся методами учета их относительного обилия, используя шкалу Хульта. Различные степени обилия обозначали баллами по шкале Хульта.

Результаты исследования. При описании растений из Красной книги Республики Марий Эл на территории Семисолинского поселения нами было обнаружено 47 видов. Кроме того, было определено 14 видов охраняемых растений, обитающих в различных биотопах. Эти растения относятся к трем категориям статуса видов.

I категория – виды (подвиды, популяции), находящиеся под угрозой исчезновения. К этой категории относятся растения, численность которых уменьшилась до критического уровня, или число местонахождений которых сильно сократилось;

II категория – уязвимые виды (подвиды, популяции) таксоны, которым, по-видимому, в ближайшем будущем грозит перемещение в I категорию.

III категория – редкие виды (подвиды, популяции) таксоны, представленные небольшими популяциями, которые в настоящее время не находятся под угрозой исчезновения и не являются уязвимыми, но рискуют оказаться таковыми [4].

На территории данного поселения мы выделили три ярко выраженных биотопа, где встречаются охраняемые растения:

- 1) сосняк–черничник, с примесью березы, осины и ели;
- 2) делянки молодых посадок сосны на месте вырубок осины и сосны;
- 3) берега и долины малых речек.

Так как редкие растения нельзя собирать для гербария, найденные охраняемые виды были сфотографированы и сделаны по ним описания.

В результате нашей работы, были сделаны следующие **выводы**:

1. Было обнаружено 14 видов растений включенных в Красную книгу Республики Марий Эл, из них 6 видов из III категории, 7 видов II категории и 1 вид из I категории.

2. Наиболее часто встречающиеся виды охраняемых растений: плаун годичный и прострел раскрытый. Реже всего встречаются виды охраняемых растений: зимолоубказонтичная, любка двулистная, плаун сплюснутый, белозор болотный. Самым редким среди найденных видов была лилия кудреватая.

Таким образом, материал работы имеет большое практическое значение. Данные работы можно использовать для расширения познаний ребят при изучении определенных тем по ботанике (систематика), окружающему миру, в просветительской работе с населением. Мы не претендуем на полноту сведений о флористическом составе редких растений нашей местности и местах их обитания. Изучая Красную книгу Республики Марий Эл, мы определили ряд растений, которые, по нашему мнению, можно обнаружить и в нашей местности, например: Венерин башмачок. В дальнейшем еще необходимо проводить исследования по выявлению новых мест обитания редких видов растений, уточнения списка данных видов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Алексеев Ю. Е., Новиков В. С., Скворцов В. Э., Ловягин С. Н.* Определитель растений нечерноземного центра Европейской России по вегетативным признакам. М. 2000 192 с.
2. *Багрова Л. А.* Я познаю мир. Детская энциклопедия : растения. М. : АСТ, 2008 398 с.
3. *Богданов П. Л.* Определитель споровых лесных растений травяного и мохового покрова. М. –Л. 1951 29 с.
4. Красная книга Республики Марий Эл Йошкар-Ола МарГУ, 2007 304 с.

