

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ
И ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
В БИОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ

Сборник статей по материалам
региональной научной конференции

(г. Пермь, ПГНИУ, 19–25 апреля 2022 г.)



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«ПЕРМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В БИОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ

*Сборник статей по материалам
региональной научной конференции*

(г. Пермь, ПГНИУ, 19–25 апреля 2022 г.)



Пермь 2022

УДК 57: 502/504
ББК 28
Ф947

Фундаментальные и прикладные исследования в биологии и экологии [Электронный ресурс] : сборник статей по материалам региональной научной конференции (г. Пермь, ПГНИУ, 19–25 апреля 2022 г.) / гл. ред. А. А. Елькин; отв. ред. А. Б. Крашенинников ; Пермский государственный национальный исследовательский университет. – Электронные данные. – Пермь, 2022. – 4,27 Мб; 272 с. – Режим доступа: <http://www.psu.ru/files/docs/science/books/sborniki/fundamentalnye-i-prikladnye-issledovaniya-v-biologii-i-ekologii-2022.pdf>. – Заглавие с экрана.

ISBN 978-5-7944-3910-6

Материалы конференции отражают результаты исследований по биологии и экологии, проводящихся в вузах г. Перми. Статьи сборника охватывают широкий спектр научных проблем в области биологии и экологии и представляют интерес для научных работников, преподавателей вузов и средних школ, аспирантов и студентов (биологов, экологов, географов).

УДК 57: 502/504
ББК 28

*Издается по решению ученого совета биологического факультета
Пермского государственного национального исследовательского университета*

Редакционная коллегия:

А. А. Елькин (гл. редактор), **А. Б. Крашенинников** (отв. редактор),
М. А. Бакланов, **С. В. Боронникова**, **О. З. Еремченко**, **В. Е. Ефимик**,
С. П. Тендрякова, **О. Ю. Устинова**

Рецензенты:

заведующий лабораторией экологической паразитологии
Института систематики и экологии животных СО РАН,
д-р биол. наук **В. Ю. Крюков**;

научный сотрудник лаборатории экотоксикологии популяций
и сообществ Института экологии растений и животных УрО РАН,
канд. биол. наук **М. П. Золотарев**

ISBN 978-5-7944-3910-6

© ПГНИУ, 2022

Предисловие

Существенным (а ныне – и обязательным) компонентом подготовки специалиста является формирование навыков организации и проведения научно-исследовательской работы. Начало научной жизни у многих известных ученых связано со студенческими годами. При этом важно, чтобы студент умел подготовить к публикации результаты своих исследований, поскольку обязательным условием жизни научных идей является их распространение в среде специалистов. На биологическом факультете сформировалась традиция: публикация лучших работ, представленных на конференции.

Процесс изложения результатов своих исследований на бумаге (в виде курсовой или выпускной работы, статьи), как и подготовка доклада, является не менее важным элементом образовательного процесса, чем лекции, лабораторные и практические занятия, семинары. В ходе написания работы происходит процесс осмысления и обобщения понятий и положений, существующих в данной науке. Настоящее понимание сути поставленной задачи, изученности проблемы, научной и практической актуальности и значения своей работы приходит обычно при подготовке доклада, как наиболее концентрированной формы изложения результатов исследования.

В настоящий сборник включены только те материалы, которые были рекомендованы кафедрами. В целом они отражают научную проблематику, в разработке которой принимают участие студенты, специализирующиеся на соответствующих кафедрах вузов г. Перми.

Редакционная коллегия

Секция «Ботаника, генетика и экология растений»

Биоразнообразие сосудистых растений ООПТ «Куземьяровский орешник» (Пермский край)

А.Т. Аширова, Е.Г. Ефимик

ПГНИУ

Аннотация. Представлены итоги изучения флоры и растительности особо охраняемой природной территории «Куземьяровский орешник». На территории памятника природы было обнаружено 152 вида сосудистых растений, относящихся к 114 родам и 47 семействам.

Ключевые слова: флора, растительность, ООПТ «Куземьяровский орешник», биоразнообразие растений, редкие и охраняемые виды.

Особо охраняемая природная территория «Куземьяровский орешник» – памятник природы регионального значения. Он расположен на юге Пермского края и является уникальным для Бардымского района. ООПТ была предложена к охране в 1961 году Н.Я. Ковязиным и образована в 1981 году с целью охраны сравнительно крупного участка хорошо сохранившихся сообществ неморальных хвойно-широколиственных лесов с участием охраняемого вида – *Corylus avellana* [1]. Информации о флоре и растительности данной территории практически нет как в современных, так и в более ранних литературных источниках. Поскольку изучение биоразнообразия растений ООПТ является необходимым этапом любых дальнейших работ на территории памятника природы, то целью нашей работы стало изучение флоры и растительности ООПТ «Куземьяровский орешник».

Работа по изучению биоразнообразия сосудистых растений на ООПТ «Куземьяровский орешник» проводилась с мая по сентябрь 2021 года. Для исследования флоры территории был выбран маршрутный метод, в ходе которого осуществлялась гербаризация растительного материала. Для характеристики растительности проводились геоботанические описания фитоценозов на пробных площадях.

Камеральная обработка материала проходила на кафедре ботаники и генетики растений ПГНИУ. Для определения собранного материала использовался «Иллюстрированный определитель растений Пермского края» [3], а также бинокулярный микроскоп.

ООПТ «Куземьяровский орешник» находится в ботанико-географическом районе широколиственно елово-пихтовых лесов [5] и занимает площадь 72 га [1]. Площадь ООПТ невелика, что позволило составить ее ботаническую характеристику в течение одного вегетационного сезона.

При характеристике растительности были отмечены несколько типов лесов. Основную территорию ООПТ «Куземьяровский орешник» занимают хвойно-широколиственные леса (преимущественно елово-липовые и липово-еловые). Среди них отмечаются небольшие участки лиственных (липово-кленовых) лесов. Также нами описан единственный на территории участок с хвойным (сосново-еловым) лесом и 3 группы еловых посадок с липой и осиной в подлеске. Во всех указанных типах лесов в подлеске присутствует *Corylus avellana*. Луговые фитоценозы сформированы на лесных полянах (в местах бывших вырубок) и вдоль дорог.

Хвойно-широколиственные леса являются наиболее распространенными на территории ООПТ. Древесный ярус представлен *Picea obovata*, *Tilia cordata* и *Acer platanoides*. Единично встречаются *Betula pendula*, *Populus tremula* и *Abies sibirica*. В кустарниковом ярусе обычны *Corylus avellana*, *Euonymus verrucosa* и *Lonicera xylosteum*. Преобладающими растениями в травяно-кустарниковом ярусе являются *Aegopodium podagraria*, *Stellaria holostea*, *Lathyrus vernus*, *Pulmonaria obscura*, *Dryopteris filix-mas* и др. Весной на опушках отмечен довольно редкий для края вид – *Primula macrocalyx*.

Небольшие участки чистого широколиственного леса представлены *Tilia cordata* и *Acer platanoides* в древесном ярусе, а кустарниковый и травяно-кустарниковый ярусы образованы, преимущественно теми же неморальными видами, что и в хвойно-широколиственных лесах. Лещина в данном типе леса также обычна.

Темнохвойный лес занимает небольшую территорию ООПТ. Древесный ярус в основном представлен *Pinus sylvestris* и *Picea obovata*. В подросте можно встретить *Acer platanoides* и *Ulmus glabra*. Кустарниковый ярус представлен теми же видами, что и в хвойно-широколиственном лесу. В травяно-кустарниковом ярусе преобладают *Asperula odorata*, *Carex rhizina*, *Dryopteris filix-mas*, *Asarum europaeum*, *Pulmonaria obscura* и др.

На территории ООПТ имеются 2 участка еловых посадок (с *Picea obovata* в древесном ярусе). В подросте еловых посадок отмечены *Tilia cordata* и *Populus tremula*. В кустарниковом ярусе изредка встречается *Corylus avellana*, а в травяно-кустарниковом ярусе *Carex digitata*, *Pyrola minor*, *Asperula odorata*, *Veronica officinalis* и др. Моховой ярус слабо развит, представлен такими видами как *Pleurozium schreberii*, *Rodobryum roseum*, *Hylocomium splendens*.

Луговая флора приурочена к местам бывших вырубок, полянам и лесным дорогам. Нами отмечены два типа лугов. На более влажных высокотравных низинных лугах обычны *Cicerbita uralensis*, *Aegopodium podagraria*, *Equisetum sylvaticum*, *Aconitum septentrionale*, *Cirsium oleraceum*, *Deschampsia cespitosa* и др. На ежегодно скашиваемых мезо-

фильных лугах распространены различные виды злаков, *Alchemilla vulgaris*, *Trifolium medium*, *Bupleurum aureum* и ряд других лесных и луговых трав.

Отличительной особенностью ООПТ является широкое распространение в кустарниковом ярусе лесных фитоценозов *Corylus avellana*. Наиболее крупные особи лещины отмечены на опушках и вдоль лесных дорог. Ранее лещина давала хороший урожай для местных жителей близлежащих деревень. В настоящее время массовый сбор орехов населением не проводится.

На основании проведенных исследований на ООПТ «Кузьяровский орешник» нами было обнаружено 152 вида сосудистых растений, относящихся к 114 родам и 47 семействам.

Основу флоры территории составляют *Magnoliophyta* – 139 видов. Число видов в отделах *Equisetophyta* – 3, *Polypodiophyta* – 6, *Pinophyta* – 4. В отделе покрытосеменных преобладают представители класса *Magnoliopsida* (120 видов).

Доля десяти ведущих семейств составляет около 60% от общего количества видов во флоре ООПТ. Среди них доминирующими являются семейства: *Rosaceae*, *Asteraceae*, *Ranunculaceae*, *Poaceae*. Это говорит о южном характере флоры и ее принадлежности к хвойно-широколиственным лесам. [5].

По данным экологического анализа флоры мезофиты являются преобладающей группой на ООПТ – 136 видов (90%). Это большинство видов флоры. Такой высокий процент мезофитов на территории говорит о мезофильном характере флоры. Остальные экологические группы по отношению к влажности являются немногочисленными.

При проведении биоморфологического анализа выявлено, что доминирующей жизненной формой являются гемикриптофиты (65,1% от общего числа видов). Это говорит об умеренно-холодном голарктическом характере флоры. Достаточно много на территории фанерофитов (13,2%) и геофитов (11,9%), что характерно для хвойно-широколиственных лесов. Остальные жизненные формы представлены небольшим количеством видов.

Для сравнения флоры ООПТ «Кузьяровский орешник» был выбран ООПТ «Липогорский» [2], поскольку он находится в том же ботанико-географическом районе (широколиственно елово-пихтовых лесов), сопоставим по площади и достаточно хорошо изучен. Сравнение флоры ООПТ «Кузьяровский орешник» и ООПТ «Липогорский» проводилось по семейственному, родовому и видовому спектрам.

Результаты сравнения говорят о сходстве флор двух территорий, несмотря на то, что количество видов в ООПТ «Кузьяровский орешник» намного ниже. Разницу в количестве видов можно объяснить бо-

лее разнообразными фитоценозами на ООПТ «Липогорский» и насыщенностью пригородной территории адвентивными и синантропными видами [2].

На территории Куземьяровского орешника в посадках ели нами обнаружен вид, включенный в Красную книгу Пермского края [4] – *Neottia nidus-avis*, III категории редкости. Также на ООПТ широко распространен вид – *Corylus avellana*, занесенный в Приложение к Красной книге Пермского края.

Несомненно, выделение такого уникального участка как ООПТ «Куземьяровский орешник», является совершенно необходимым для сохранения не только самой лещины, но и всего комплекса хвойно-широколиственных лесов совместно с неморальными видами травяно-кустарничкового яруса.

Библиографический список

1. Атлас особо охраняемых природных территорий Пермского края / под ред. С.А. Бузмакова. Пермь: Астер, 2017. 446 с.
2. Ефимик Е.Г., Кетова М.В. Конспект флоры ООПТ «Липогорский» // Вестник Пермского университета. Сер. Биология. 2018. Вып. 4. С. 351–357.
3. Иллюстрированный определитель растений Пермского края / С.А. Овеснов, Е.Г. Ефимик, Т.В. Козьминых и др.; под ред. С.А. Овеснова. Пермь: Кн. мир, 2007. 743 с.
4. Красная книга Пермского края / под общ. ред. М.А. Бакланова. Пермь: Алдари, 2018. 232 с.
5. Овеснов С.А. Местная флора. Флора Пермского края и её анализ: учеб. пособие по спецкурсу. Пермь, 2009. 215 с.

Микрклональное размножение некоторых видов рода *Gladiolus* L.

А.Г. Белоногова

ПГНИУ

Аннотация. Представлены результаты по микрклональному размножению трех видов рода *Gladiolus* L.: *Gladiolus murieale* Kelway, *Gladiolus dalenii* VanGeel и *Gladiolus* × *hybridus* hort. сорт "Heritage". Установлено, что при использовании в качестве основных стерилизующих агентов 7% раствора гипохлорита натрия ("Белизна") в течение 20 мин и 96% этилового спирта в течение 30 сек выход стерильной культуры у *Gl. dalenii* составил 100%, у *Gl. murieale* – 85%, у *Gl. hybridus* сорт "Heritage" – 65%. Наиболее высокая жизнеспособность эксплантов отмечается на варианте среды Мурасиге и Скуга без добавления витаминов и фитогормонов. Показатель жизнеспособности составил 100% для всех видов.

Ключевые слова: микрклональное размножение, *Gladiolus* L.

Гладиолусы занимают одну из ведущих позиций в цветоводстве, так как их ценят за высокие декоративные качества. Разведение и выращивание данных растений заметно расширилось как в России, так и за рубежом [1]. В связи с возрастающим спросом на новые формы растений, а также необходимостью сокращения импорта цветочной продукции в нашей стране становится актуальной проблема массового размножения здорового посадочного материала высокого качества, в том числе гладиолусов [2]. Для решения данной проблемы применяется метод микрклонального размножения. С его помощью можно получить генетически однородный безвирусный посадочный материал в большом количестве [3].

Цель данной работы – провести микрклональное размножение трех видов рода *Gladiolus* L.: *Gladiolus murieale* Kelway, *Gladiolus dalenii* VanGeel и *Gladiolus* × *hybridus* hort. сорт "Heritage".

Исследования проводились в 2021 г. в лаборатории микрклонального размножения кафедры ботаники и генетики растений Пермского государственного национального исследовательского университета. В качестве первичного экспланта были использованы клубнепочки. Всего был высажен 231 эксплант. Стерилизацию проводили в три общепринятых этапа: престерилизация – раствор нейтрального детергента 30 или 40 мин, промывка проточной водой 10 мин; стерилизация – 7% раствор гипохлорита натрия ("Белизна") 20 или 15 мин, 96% этанол 30 сек; постстерилизация – промывка стерилизованной дистиллированной водой в три смены по 5 мин в каждой.

На этапе введения в культуру *in vitro* экспланты высаживались на питательную среду с минеральной основой по Т. Murashige и F. Skoog [4]. В среду добавлялись сахароза 20 мг/л и агар 8 мг/л, вносились витамины: тиамин в концентрации 0,1 мг/л, пиридоксин и никотиновая кислота – по 0,5 мг/л, и фитогормоны: индолилуксунная кислота (ИУК) в концентрациях 1 и 0,2 мг/л и цитокинин – 6-бензиламинопурин (6-БАП) в концентрации 0,5 мг/л. В исследовании использовалось 4 варианта среды, отличающихся соотношением фитогормонов: ИУК 1 мг/л и БАП 0,5 мг/л; ИУК 1 мг/л; ИУК 0,2 мг/л, а также с отсутствием витаминов и фитогормонов.

Стерилизация пробирок с питательной средой проводилась в автоклаве Sanyo MLS-3780 при температуре 120°C и давлении 1 атм. в течение 15 мин. Посадка эксплантов проводилась в стерильных условиях в ламинар-боксе. Экспланты выращивались при естественном освещении и комнатной температуре 20±2°C.

Через 3 недели после посадки вычисляли выход стерильной культуры и жизнеспособность эксплантов. Выход стерильной культуры рассчитывался как отношение количества стерильных эксплантов к их общему числу. Жизнеспособность определялась как число эксплантов с признаками регенерации к общему количеству стерильных. Статистическая обработка данных проводилась с использованием стандартного пакета анализа Microsoft Office Excel. Различия по критерию Фишера считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Проведено сравнение эффективности двух режимов стерилизации, которые отличались по времени нахождения эксплантов в 7% растворе гипохлорита натрия ("Белизна") – 20 или 15 мин. Выход стерильной культуры представлен на рис. 1. Установлено, что наиболее высокий процент выхода стерильной культуры получен при использовании в качестве основного стерилизующего агента 7% раствора гипохлорита натрия ("Белизна") в течение 20 мин. Он составил 100% у *Gl. dalenii*, у *Gl. murieale* – 85%, у *Gl. hybridus* сорт "Heritage" – 65%. Наименее эффективным вариантом оказалось использование 7% раствора гипохлорита натрия ("Белизна") в течение 15 мин. Наиболее высокий выход стерильной культуры составил 70% у *Gl. murieale*. Достоверные отличия по режимам стерилизации наблюдаются только у одного вида – *Gl. dalenii* (0,00, $p < 0,05$). Поэтому для данного вида можно рекомендовать первый режим стерилизации.

Прорастание клубнепочек *Gl. murieale* начинается через 7 дней после посадки. Отмечается появление от трёх до семи корней и одного листа. Скорость развития не зависит от варианта среды. У *Gl. dalenii* прорастание клубнепочек также начинается через 7 дней после посадки (рис. 2). Отмечается появление от 2 до 6 корней и одного листа. Скорость развития не зависит от варианта среды.

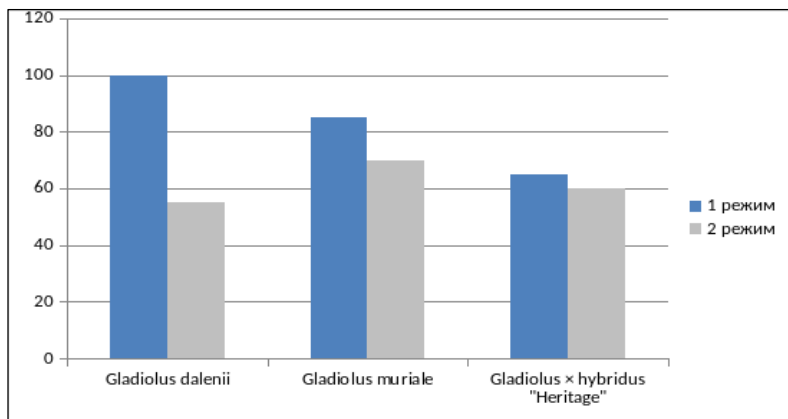


Рис. 1. Процент выхода стерильной культуры гладиолуса:
 1 режим – 7% раствор гипохлорита натрия ("Белизна") 20 мин, 96% этанол 30 сек,
 2 режим – 7% раствор гипохлорита натрия ("Белизна") 15 мин, 96% этанол 30 сек.

У *Gl. hybridus* сорт "Heritage" через неделю после посадки прорастает 46% эксплантов. Отмечается появление от 1 до 3 корней и одного листа. Скорость развития зависит от варианта среды: наименьшая – на варианте среды с добавлением 1 мг/л ИУК (все экспланты прорастают через 4 недели), наибольшая – на варианте среды с добавлением фитогормонов ИУК 0,2 мг/л; ИУК 1 мг/л и БАП 0,5 мг/л (все экспланты прорастают через 2 недели).

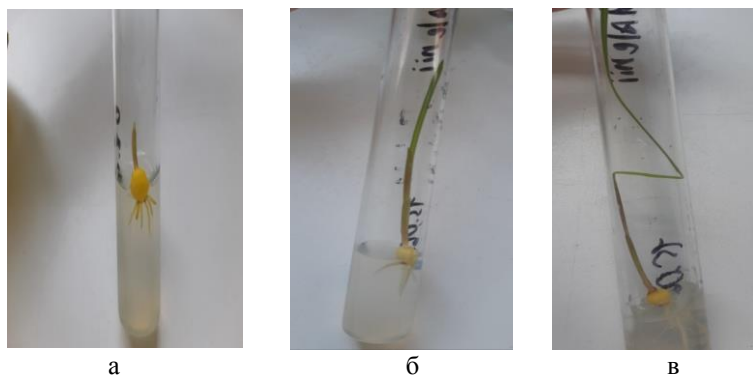


Рис. 2. Развитие эксплантов *Gladiolus dalenii* VanGeel на питательной среде Мурасиге и Скуга: а – через 1 неделю после посадки; б – через 2 недели после посадки; в – через 3 недели после посадки.

Выход жизнеспособных эксплантов гладиолуса представлен на рис. 3. Наиболее высокая жизнеспособность эксплантов отмечается на варианте среды Мурасиге и Скуга без добавления витаминов и фитогормонов. Показатель жизнеспособности составил 100% для всех видов. Наиболее низкая – у *Gl. hybridus* сорт "Heritage" на варианте среды с добавлением 1 мг/л ИУК. Этот показатель составил 64%.

В работе Н.Л. Шибановой, М.А. Чертковой, Т.В. Мельниковой по микроклональному размножению *Gl. murieale* в качестве стерилизующих агентов использовали 7% раствор гипохлорита натрия ("Белизна") в течение 15 или 25 мин и 96% этиловый спирт в течение 30 сек. Выход стерильной культуры составил 93,5%, что согласуется с нашими данными. Жизнеспособность оказалась высокой. Она варьирует от 60 до 100% [5].

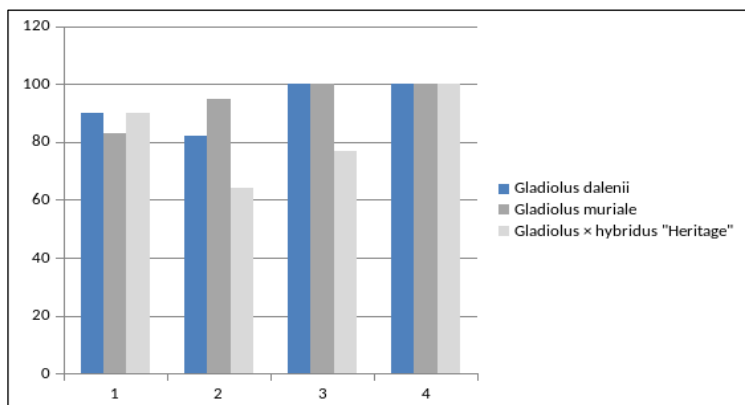


Рис. 3. Выход жизнеспособных эксплантов гладиолуса:
 1 – MS с добавлением 1 мг/л ИУК, 0,5 мг/л БАП и витаминов,
 2 – MS с добавлением 1 мг/л ИУК и витаминов,
 3 – MS с добавлением 0,2 мг/л ИУК и витаминов,
 4 – MS без добавления фитогормонов и витаминов.

Таким образом, для получения хорошо растущей стерильной культуры исследуемых видов гладиолуса рекомендуется использовать раствор нейтрального детергента в течение 30 мин, промывку проточной водой в течение 10 мин, 7% раствор гипохлорита натрия ("Белизна") в течение 20 мин и 96% этанол в течение 30 сек. На этапе введения в культуру *in vitro* для данных видов рекомендуется использовать вариант твердой питательной среды Мурасиге и Скуга без добавления витаминов и фитогормонов.

Библиографический список

1. Збруева И.И., Малофий Е.П. Сортоизучение гладиолуса в условиях Предуралья // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2007. №19. С. 113–117.
2. Шакина Т.Н. Биотехнологические аспекты в интродукции гладиолуса гибридного // Бюллетень ботанического сада Саратовского государственного университета. 2012. Т. 10. Вып. 1. С. 138–146.
3. Тимофеева О.А., Невмержицкая Ю.Ю. Клонально-микроразмножение растений: Учебно-методическое пособие. Казань: Казанский университет, 2012. 56 с.
4. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures // *Physiol. Plant.* 1962. 15(3). P. 490.
5. Шибанова Н.Л., Черткова М.А., Мельникова Т.В. Использование клубнепочек в качестве первичных эксплантов при микроклональном размножении видов рода *Gladiolus* L. // Пермский аграрный вестник. 2017. №1(17). С. 98–103.

Биоразнообразие сосудистых растений ООПТ «Язовской», г. Пермь
А.П. Васильева, Е.Г. Ефимик
ПГНИУ

Аннотация. Представлены итоги изучения растительности и флористического состава особо охраняемой природной территории «Язовской». Охарактеризованы основные типы растительности, проведен систематический, экологический и биоморфологический анализ флоры ООПТ. Рассматриваются сильные и слабые стороны экологической тропы «Ботаническая», расположенной на территории ООПТ «Язовской».

Ключевые слова: флора, растительность, ООПТ «Язовской», биоразнообразие растений, анализ флоры, экологическая тропа.

Особый режим охраны, реализуемый на охраняемых природных территориях, позволяет сохранять растительный и животный мир в его естественных условиях обитания. ООПТ – наиболее эффективный способ сохранения биологического разнообразия. В городской черте это особенно актуально.

Особо охраняемая природная территория «Язовской» имеет местное значение и расположена в междуречье рек Язовой и Балмошной в Мотовилихинском и Орджоникидзевском районах города Перми. Данная ООПТ была предложена к охране кафедрой биогеоценологии и охраны природы ПГНИУ в 2013 году и образована решением Пермской городской Думы от 25 апреля 2017 года №83 [5]. На данный момент ООПТ во флористическом отношении практически не изучена, что и определило цель нашей работы – изучение биоразнообразия сосудистых растений ООПТ «Язовской».

Обследование территории проводилось маршрутным методом в весенне-летний период 2021 года. Характеристика растительности составлена на основе геоботанических описаний [4], проводимых на пробных площадях в различных типах фитоценозов ООПТ. Для определения собранного материала использовался «Иллюстрированный определитель растений Пермского края» [2], а также бинокулярный микроскоп Olympus SZ51.

ООПТ «Язовской» находится в ботанико-географическом районе широколиственно елово-пихтовых лесов [3] и занимает площадь 370,91 га [1].

При характеристике растительности были отмечены несколько типов лесов.

Хвойно-широколиственные леса распространены на большей территории ООПТ. Древесный ярус таких лесов образован *Picea obovata*, *Abies sibirica*, *Tilia cordata*, реже встречается *Betula pendula*. Кустарниковый ярус довольно слабо выражен и представлен в основном *Sorbus aucuparia*, *Rubus idaeus*, изредка встречаются *Padus avium* и *Viburnum opulus*. В травяно-кустарничковом ярусе преобладают неморальные виды: *Aegopodium podagraria*, *Pulmonaria obscura*, *Cicerbita uralensis*, *Asperula odorata*, *Dryopteris expansa*, *D. filix-mas*, *Athyrium filix-femina*, *Matteuccia struthiopteris* и др.

На участке чистого липового леса (с *Tilia cordata* в древесном ярусе) состав кустарникового и травяно-кустарничкового ярусов практически такой же, как в хвойно-широколиственных лесах.

На месте вырубок присутствуют *Pinus sylvestris* и небольшие березовые рощи (*Betula pendula*), осинники (с *Populus tremula* в древесном ярусе), в подросте которых обнаружены единичные ели и пихта сибирская. В травяно-кустарничковом ярусе встречаются так же хвощ полевой, сныть обыкновенная и др.

На всей территории ООПТ на месте вырубок встречается большое количество луговых фитоценозов. Луговая растительность представлена разнотравно-злаковыми (и злаково-разнотравными) лугами. Среди трав доминируют *Alchemilla vulgaris*, *Ranunculus repens*, *Centaurea scabiosa*, *Achillea millefolium*, *Geranium sylvaticum*, *Veronica teucrium*, *Trifolium medium* и мн. др. Среди злаков встречаются *Dactylis glomerata*, *Deschampsia cespitosa*, *Festuca pratensis*, *Phleum pretens*, *Alopecurus pratensis* и мн.др.

В долине малой реки Балмошная встречается много видов растений влажных местообитаний: *Stellaria nemorum*, *Cirsium heterophyllum*, *Cirsium oleraceum*, *Glechoma hederacea*, *Ranunculus repens* и др.

Так же в ООПТ широко представлены сорно-рудеральные виды растений, растущие вдоль дорог и тропинок, на опушках лесов. Часто встречаются эти виды и в составе луговых фитоценозов. Среди них наиболее распространенные – *Taraxacum officinale*, *Arctium tomentosum*, *Cirsium arvense*, *Plantago major*, *Artemisia vulgaris* и ряд других.

На основании проведенных исследований на ООПТ «Язовской» нами было обнаружено 145 видов сосудистых растений, относящихся к 108 родам и 41 семейству.

Основу флоры охраняемой территории составляют покрытосеменные (*Magnoliophyta*) – 135 видов, среди них преобладают представители класса двудольные.

Доля десяти ведущих семейств составляет 62,1% от общего количества видов во флоре ООПТ. Среди них доминирующими являются семейства: *Asteraceae* (18 видов), *Rosaceae* (13 видов) и *Poaceae* (13 видов),

Ranunculaceae (11 видов) и *Fabaceae* (8 видов), что говорит о принадлежности флоры к хвойно-широколиственным лесам [4].

Доминирующей экологической группой являются мезофиты – 125 видов (86,2%), значительную долю составляют гигрофиты (11,0%), что связано с наличием на территории истоков двух малых рек.

В ходе биоморфологического анализа было отмечено преобладание гемикриптофитов – 96 видов (66,2% от общего количества видов), что указывает на умеренно-холодный голарктический характер флоры.

На территории ООПТ в 2017 г. Пермским городским лесничеством обустроена экологическая тропа «Ботаническая». На ней расположены 8 аншлагов (1 – карта маршрута и 7 информационных стендов). На экологической тропе можно познакомиться с различными фитоценозами. Присутствуют аншлаги с довольно интересной и полезной информацией. Явными недостатками является большое количество бытового мусора вдоль тропы, а отсутствие хорошо обустроенных пешеходных дорожек и заметных указателей вызывает некоторые сложности с ориентированием. Аншлаги с большим массивом научного текста трудны для восприятия. Тем не менее, это прекрасная возможность для экологического просвещения населения.

Бесспорно, выделение ООПТ местного значения «Язовской» является необходимым для сохранения биологического разнообразия. Данная ООПТ представляет большой научный интерес и имеет эстетическое значение. Так же стоит отметить, что исследования, проведенные нами, являются предварительными, а территория охраняемого ландшафта нуждается в дальнейшем, более полном, изучении.

Библиографический список

1. Атлас особо охраняемых природных территорий Пермского края / под ред. С.А. Бузмакова. Пермь: Астер, 2017. 446 с.
2. Иллюстрированный определитель растений Пермского края / С.А. Овеснов, Е.Г. Ефимик, Т.В. Козьминых и др.; под ред. С.А. Овеснова. Пермь: Кн. мир, 2007. 743 с.
3. Овеснов С.А. Местная флора. Флора Пермского края и её анализ: учеб. пособие по спецкурсу. Пермь, 2009. 215 с.
4. Овеснов С. А., Ефимик Е.Г. Биоразнообразие и экология высших растений: учеб. пособие по учебной практике. Перм. гос. ун-т. Пермь, 2009. 129 с.
5. Решение Пермской городской Думы от 25 апреля 2017 года №83 «О создании особо охраняемых природных территорий местного значения – охраняемых ландшафтов "Бродовские лесные культуры", "Глушихинский ельник", "Язовской"», 2017. 4 с.

Анализ популяционной структуры представителей рода *Stipa* L. на территории Троицкого заказника

К.С. Зайнутдинова, Н.Н. Бельтюкова

ПГНИУ

Аннотация. Изучение ценопопуляций необходимо в деле охраны редких и исчезающих видов растений, поскольку при этом большое значение имеет охрана их местообитаний. Целью данной работы является анализ популяционной структуры представителей рода *Stipa* L. на территории Троицкого заказника. Была определена численность и плотность пяти ценопопуляций *Stipa pennata* и четырех ценопопуляций *S. pulcherrima*. Также были установлены возрастные спектры и проведен анализ морфологической изменчивости особей, установлена степень антропогенного воздействия. Дана комплексная оценка состояний ценопопуляций.

Ключевые слова: Троицкий заказник, *Stipa* L., ценопопуляция.

Изучение ценопопуляций необходимо в деле охраны редких и исчезающих видов растений, поскольку при этом большое значение имеет охрана их местообитаний, так как каждый вид занимает определенное место в сложной цепи взаимосвязей, выполняет в природе важную роль. Кроме того, именно популяция является элементарной единицей эволюции и взаимодействия между особями [1]. Целью данной работы является анализ популяционной структуры представителей рода *Stipa* L. на территории Троицкого заказника. На территории Троицкого заказника не проводились исследования структуры ценопопуляций *S. pennata* и *S. pulcherrima*.

S. pennata и *S. pulcherrima* внесены в Красную книгу России (2017 год) и относятся к редким видам III категории (редкие. Таксоны и популяции, которые имеют малую численность и распространены на ограниченной территории). Представители рода *Stipa* многолетние травы с коротким корневищем, выпускающим иногда очень большой пучок жестких листьев, свёрнутых часто в трубку и похожих на проволоку [2]. Изучение ценопопуляций проводилось на территории Троицкого заказника в июне 2021 года. Подсчет числа особей и определение возрастных состояний проводились по методике В.Н. Голубева и Е.Ф. Молчанова (1978) и по методике, изложенной в «Программе и методике наблюдений за ценопопуляциями видов, растений Красной книги СССР» (Денисова и др., 1986). Возрастные периоды рода *Stipa* определялись по классификации А.А. Уранова и О.В. Смирновой, 1969.

Индекс возрастности ценопопуляций определялся по методике А.А. Уранова (1975). Определение морфометрических показателей и типов популяций проведено согласно методике Ю.А. Злобина (1989) и классификации популяций «дельта-омега» Л.А. Животовского (2001) [3,4,5]. Общая численность особей в ценопопуляциях *S. pulcherrima* варьируется от 31 до 7150 особи в популяции. Плотность от 0,0179 ос/м² до 9,2 ос./м². Общая численность особей в ценопопуляциях *S. pennata* варьируется от 17 до 7830 особи в популяции. Плотность от 0,00066 ос/м² до 9 ос./м². Наибольшая численность и плотность ковыля красивейшего была отмечена нами в четвёртой ценопопуляции, а именно Стационаре №1. А наименьшая численность и плотность в первой ценопопуляции (Шихан). Степень антропогенного воздействия на ценопопуляции оценивается как слабое – единичные тропы, число людей, посетивших ценопопуляцию за один месяц меньше 4. Наибольшая численность и плотность ковыля перистого была отмечена нами в первой ценопопуляции, а именно у о. Водопой. А наименьшая численность и плотность в четвёртой ценопопуляции – дендросад. Все изученные ценопопуляции ковыля перистого подвергаются слабому антропогенному воздействию. Абсолютная численность популяций не дает полного представления о роли и его устойчивости в фитоценозе, перспективах развития популяций. Для этого необходимо изучение возрастного спектра популяций, учет относительного участия в них возрастных групп. По мере развития особи дерновина увеличивается в размерах, переходит к цветению и плодоношению; в течение большого жизненного цикла генеративная функция усиливается за счет увеличения числа генеративных побегов, достигает максимума; далее в процессе старения дерновины эта функция постепенно ослабевает, затем полностью прекращается. Старение дерновины внешне выражается довольно четко в отмирании побегов – чаще центральной, иногда боковых ее частей. В исследованных ценопопуляциях ковыля красивейшего преобладают особи средневозрастного состояния (от 22,3% до 31,3%). Все изученные ценопопуляции согласно классификации Ю.А. Злобина [6] относятся к нормальному типу. Доля прегенеративных особей сильно варьирует от 11,1% до 29,4%. Отмечена значительная доля участия в возрастном спектре постгенеративных особей (от 8,9% до 17,7%). Базовый возрастной спектр *S. pulcherrima* полночленный, одновершинный, правостороннего типа с максимумом на средневозрастных. В исследованных ценопопуляциях ковыля перистого преобладают особи генеративного состояния (от 65,5% до 72,7%). Все изученные ценопопуляции согласно классификации Ю.А. Злобина (1989) относятся к нормальному типу. Доля прегенеративных особей сильно варьируется от 8% до 20,6%. Отмечена значительная доля участия в возрастном спектре постгенеративных особей (от 12,5% до 20,0%). Базовый возрастной спектр *S. pennata*

нормальный полночленный, одновершинный, правостороннего типа с максимумом на особой g2. Особи растений – многопризнаковые биологические системы. Количественные признаки в популяционной биологии называют параметрами, а их учет – морфометрией. Набор признаков ограничен и включает в себя признаки разной значимости. Уровень изменчивости морфологических признаков оценивался по шкале С.А. Мамаева. Наиболее варибельным признаком для ковыля красивейшего оказалась длина генеративных побегов. Этот признак характеризуется высоким уровнем варибельности. А наименее варибельным оказалась количество генеративных побега. Её уровень можно охарактеризовать как средний. Для всех изученных ценопопуляций ковыля перистого наиболее варибельным признаком является длина генеративного побега. И характеризуется очень высоким уровнем варибельности морфологического признака. Наименее варибельным признаком оказался диаметр дерновины. Его можно охарактеризовать как очень низкий. Комплексная оценка состояний ценопопуляций *S. pennata* и *S. pulcherrima* оценивается как удовлетворительная.

Библиографический список

1. Злобин Ю.А. Популяции редких видов растений: теоретические основы и методика изучения: монография. Сумы: Университетская книга, 2013. 439 с.
2. Красная книга Челябинской области: животные, растения, грибы. 2-е изд. М.: Реарт, 2017. 504 с.
3. Ценопопуляции растений (основные понятия и структура) / ред. Серебрякова Т.И., Соколова Т.Г. М.: Наука, 1976. 216 с. №66.
4. Уранов, А.А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов // Науч. доклад высшей шк. Биол. науки. 1975. №2. С. 7–33.
5. Смирнова О.В., Заугольнова Л.Б., Ермакова И.М. и др. Ценопопуляции растений (основные понятия и структура). М.: Наука, 1976. 217 стр.
6. Злобин Ю.А. Принципы и методы изучения ценологических популяций растений: учебно-методическое пособие. Казань: Изд-во Казанского университета, 1989. С. 86–109.

Генетическое разнообразие и структура популяций березы повислой в Пермском крае

Е.И. Имайкина

ПГНИУ

Аннотация. Генетическое разнообразие популяций березы повислой (*Betula pendula* Roth, *Betulaceae*) изучено с помощью полимеразной цепной реакции с использованием ISSR (Inter-Simple Sequence Repeat) метода определения полиморфизма ДНК. Выявлено и проанализировано 49 ISSR-PCR маркеров. Определены показатели генетического разнообразия и генетической структуры 6 популяций *B. pendula*, которые важны для рекомендаций мер охраны их генофондов.

Ключевые слова: ISSR-PCR маркеры, генетическое разнообразие и структура, *Betula pendula* R.

Одной из центральных проблем лесной генетики и селекции является изучение, сохранение и воспроизводство генетических ресурсов основных лесообразующих и хозяйственно-ценных древесных видов растений [1]. Для сохранения генофонда березы повислой необходимо выявление генетического разнообразия и изучение генетической структуры популяций этого вида.

Объектами исследований являлись шесть популяций березы повислой – *Betula pendula* Roth, *Betulaceae*, расположенные в Гайнском (Bp_Gn), Очерском (Bp_Bs), Кудымкарском (Bp_Kd), Кунгурском (Bp_Kg), Добрянском (Bp_Db) и Оханском (Bp_Uk) лесничествах.

В 2019–2021 годах индивидуально с каждого из 169 деревьев из шести популяций *B. pendula* собраны и гербаризованы листья. В каждой популяции 28–30 деревьев были расположены на расстоянии не менее 50 метров друг от друга. Выделение ДНК производили по методике С. Роджерса [2], с использованием в качестве сорбента PVPP (polyvinylpyrrolidone). Для молекулярно-генетического анализа был избран ISSR (Inter Simple Sequence Repeats) -метод анализа полиморфизма ДНК [3]. Амплификацию проводили в термоциклере MyCycler («Bio-Rad», USA) по типичной для ISSR-метода программе.

Компьютерный анализ молекулярно-генетического полиморфизма ДНК проведен с помощью компьютерной программы POPGENE1.31 [4] и с помощью специализированного макроса GenAlEx6 [5] для MS-Excel с определением: доли полиморфных локусов (P_{95}), абсолютного числа аллелей (n_a), эффективного числа аллелей (n_e), ожидаемой (H_e) гетерозиготности [6]. Для описания генетической структуры популяции были

использованы следующие параметры [7]: ожидаемая доля гетерозиготных генотипов (H_T) во всей популяции; ожидаемая доля гетерозиготных генотипов (H_S) в отдельной популяции; доля межпопуляционного генетического разнообразия в общем разнообразии или показатель подразделенности популяций (G_{ST}).

Обозначение фрагментов ДНК (ISSR-PCR маркеров) проведено в соответствии с методикой С.В. Боронниковой [8].

В шести популяциях *B. pendula* выявлено 49 ISSR-PCR-маркеров, из которых 39 ($P_{95}=0,796$) были полиморфными. Установлено, что число полиморфных маркеров в общей выборке изменялось от 2 до 13, а доля полиморфных локусов (P_{95}) в зависимости от ISSR-прайма варьировала от 0,250 до 1. Наибольшая доля полиморфных локусов ($P_{95}=1,000$) отмечена в популяциях Вр_Bs и Вр_Uk. Ожидаемая гетерозиготность (H_E) в общей выборке *B. pendula* составила 0,269. Наибольшие значения ожидаемой гетерозиготности ($H_E=0,182$) отмечены в Вр_Gn, а наименьшие ($H_E=0,116$) в Вр_Kg. Абсолютное число аллелей (n_a) в общей выборке равно 1,959; а эффективное число аллелей (n_e) – 1,424. Максимальный показатель ($n_a=1,643$) отмечен в популяции Вр_Uk, а минимальный ($n_a=1,449$) отмечен в Вр_Db. Наибольшее значение эффективных аллелей (n_e) выявлено в популяции Вр_Bs и составило 1,319, а наименьшее в Вр_Kg и оказалось равным 1,190.

Анализ генетической структуры шести изученных популяций *B. pendula* в Пермском крае показал, что общее генное разнообразие или ожидаемая доля гетерозиготных генотипов в общей выборке (H_T) составила 0,267, а ожидаемая доля гетерозиготных генотипов в субпопуляции (H_S) – 0,155. Показатель генетической подразделенности популяций (G_{ST}) высок и равен 0,419.

В ходе исследований генетического полиморфизма популяций березы повислой с применением ISSR-метода анализа полиморфизма ДНК было установлено, что вид характеризуется высокой долей полиморфных локусов ($P_{95}=0,796$), но средними значениями ожидаемой гетерозиготности ($H_E=0,269$) и эффективного числа аллелей ($n_e=1,424$). Самые высокие показатели доли полиморфных локусов ($P_{95}=1,000$) отмечены в популяциях Вр_Uk и Вр_Bs, также в популяции Вр_Bs отмечены самые высокие значения эффективного числа аллелей ($n_e=1,319$) и ожидаемой гетерозиготности ($H_E=0,181$). Популяция Вр_Kg обладает самым низким значением ожидаемой гетерозиготности ($H_E=0,116$) и эффективных аллелей ($n_e=1,190$).

Таким образом, изученные в Пермском крае 6 популяций *B. pendula* дифференцированы в сильной степени, так как на межпопуляционную компоненту приходится 41,9% генетического разнообразия. Данные о популяционной структуре древесных лиственных растений необходимы для разработки мер охраны их генофондов.

Библиографический список

1. Баранов О.Ю., Пантелеев С.В., Гончарова Л.В., Спиридович Е.В., Тарасевич А.В. Молекулярно-генетическое изучение видового разнообразия лесных древесных растений (на примере ботанических коллекций родов *Betula* L. и *Pinus* L.) // Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов: материалы 3 Международной конференции, посвященной 110-летию со дня рождения академика Н.В. Смольского (Минск, 7–9 октября 2015 г.). Минск, 2015. С. 255–258.

2. Rogers S.O. Extraction of DNA from milligram amounts of fresh, herbarium and mummified plant tissues // *Plant Molecular Biology*. 1985. Vol. 1, No. 19. P. 69–76.

3. Zietkiewicz E., Rafalski D., Labuda A. Genome fingerprinting by simple sequence repeat (SSR)-anchored polymerase chain reaction amplification // *Genomics*. 1994. Vol. 20. P. 176–183.

4. Yeh S., Lin H., Kang H., Thin T.H., Lin M. POPGENE, the Microsoft Windows-based user-friendly software for population genetic analysis of co-dominant and dominant markers and quantitative traits // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 1999. Vol. 21. P. 5458–5463.

5. Peakall R., Smouse P.E. GenAlEx6: Genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research // *Molecular Ecology Notes*. 2006. Vol. 6. P. 288–295.

6. Nei M. *Molecular Evolutionary Genetics*. New York: Columbia Univ. Press, 1987. 512 p.

7. Nei M. *Molecular population genetics and evolution*. Amsterdam: North Holland, 1975. 278 p.

8. Боронникова С.В. Молекулярно-генетическая идентификация и паспортизация редких и находящихся под угрозой уничтожения видов растений. Перм. ун-т. Пермь, 2008. 120 с.

9. Урбах В.Ю. Математическая статистика для биологов и медиков. М.: Издательство Академии Наук СССР, 1963. 215 с.

10. Животовский Л.А. Статистические методы анализа частот генов в природных популяциях // *Итоги науки и техники: Общая генетика*. М.: ВИНТИ, 1983. С. 76–104.

Молекулярно-генетический анализ видов рода *Picea*

в Пермском крае

А.С. Корякова

ПГНИУ

Аннотация. Проведен молекулярно-генетический анализ с использованием ISSR-метода анализа полиморфизма ДНК трёх видов рода *Picea*. Определены показатели генетического разнообразия и генетической структуры исследуемых видов.

Ключевые слова: ISSR-PCR маркеры, генетическое разнообразие, *Picea obovata* L., *Picea abies* L. *Picea fennica* (Regel) Kom.

Информация о генетическом разнообразии и популяционной структуре основных лесобразующих видов растений необходима для организации мероприятий по охране и рациональному использованию биологических ресурсов [1]. Один из основных видов хвойных растений северо-востока Европы является род ель (*Picea*), представленный, по мнению большинства отечественных систематиков, двумя самостоятельными видами – елью европейской (*Picea abies* L.) и елью сибирской (*Picea obovata* L.). Кроме того, практически по всей территории Урала встречаются естественные гибриды этих двух видов ели, которые рассматриваются рядом авторов в качестве самостоятельного вида – *Picea fennica* K. [2]. Согласно теории интрогрессивной гибридизации, выдвинутой Е.Г. Бобровым (1944), переходные формы между *P. abies* и *P. obovata*, распространенные на территории Восточной Европы, включая Южный, Средний Урал, представляют собой результат длительного гибридогенного взаимодействия европейского и сибирского видов. По мнению Д.В. Политова [1], ареал *P. fennica* охватывает большую часть Русской равнины между восточной границей расселения *P. abies* и западной частью у *P. obovata*, а также большую часть Скандинавии (Финляндию, Швецию и Норвегию), кроме ее Крайнего севера [3], также включая Средний и Южный Урал. Целью данной работы является изучение генетического разнообразия и генетической структуры выборок трёх видов рода *Picea* в Пермском крае.

Объектами исследований являлись три популяции: *Picea obovata* L. (УНБ «Предуралье»), *Picea abies* L. (п. Полазна), *Picea fennica* K. (УНБ «Предуралье»).

Для молекулярно-генетического анализа был использован ISSR (Inter Simple Sequence Repeats) – метод анализа полиморфизма ДНК [4]. Для ПЦР использованы пять наиболее информативных ISSR-праймеров

(M1 – (AC)₈CG; M3 – (AC)₈CT; CR-215 – (CA)₆GT; X9 – (ACC)₆G и X10 – (AGC)₆C), показавшие наибольшую эффективность с ДНК ели сибирской, ели европейской, ели финской [5].

При молекулярно-генетическом анализе трёх видов рода *Picea* выявлено 79 ISSR-PCR маркеров, из которых 73 были полиморфными ($P_{95}=0,924$). Доля полиморфных локусов выше у вида *P. abies* ($P_{95}=0,836$), а ниже – у *P. fennica* ($P_{95}=0,759$). Число ISSR-PCR маркеров у трёх видов рода *Picea* варьировало в зависимости от праймера от 11 (праймер M1) до 19 (праймер M3), а их размеры – от 200 до 1360 п.н. Число полиморфных маркеров в общей выборке трёх видов рода *Picea* варьировало от 10 до 18, а доля полиморфных локусов в зависимости от ISSR-PCR праймера колебалась от 0,867 до 1,000.

Средняя ожидаемая гетерозиготность (H_E) наибольшая в выборке *P. abies* ($H_E=0,145$), а наименьшая ($H_E=0,134$) – в выборке *P. fennica*.

Для описания генетической структуры видов были рассчитаны следующие параметры: ожидаемая доля гетерозиготных генотипов (H_T) на общую выборку, которая равна 0,185; ожидаемая доля гетерозиготных генотипов (H_S) в отдельной популяции ($H_S=0,139$). Доля межпопуляционного генетического разнообразия в общем разнообразии или коэффициент подразделенности (G_{ST}) имеет среднее значение и равен 0,247 (табл.).

Таблица

**Генетическая структура и дифференциация
изученных трёх видов рода *Picea***

ISSR-праймер	Нуклеотидная последовательность (5'→3')	H_T	H_S	G_{ST}
M1	(AC) ₈ CG	0,271(0,025)	0,223(0,020)	0,177
M3	(AC) ₈ CT	0,251(0,032)	0,156(0,011)	0,380
CR-215	(CA) ₆ GT	0,177(0,020)	0,143(0,009)	0,190
X9	(ACC) ₆ G	0,144(0,024)	0,117(0,014)	0,183
X10	(AGC) ₆ C	0,091(0,010)	0,075(0,006)	0,181
Среднее		0,185(0,026)	0,139(0,013)	0,247

Примечание: H_T – ожидаемая доля гетерозиготных генотипов как мера общего генного разнообразия во всей популяции; H_S – ожидаемая доля гетерозиготных генотипов в отдельной популяции, как мера ее внутрипопуляционного разнообразия или среднее выборочное генное разнообразие по всем локусам; G_{ST} – доля межпопуляционного генетического разнообразия в общем разнообразии или показатель подразделенности популяций; в скобках даны стандартные отклонения.

На основании проведенного ISSR-анализа генетического полиморфизма трёх видов рода *Picea* характеризуются высокими показателями генетического разнообразия ($P_{95}=0,924$; $H_e=0,139$; $n_e=1,224$; $R=7$). Результаты данного исследования важны для изучения интрогрессивной гибридизации видов рода *Picea*, а также для разработки рекомендаций по сохранению генофондов трёх видов рода *Picea* в Пермском крае.

Библиографический список

1. Политов Д.В. Генетика популяций и эволюционные взаимоотношения видов сосновых Северной Евразии: автореф. ... дис. д-ра. биол. наук. М., 2007. С. 47.
2. Комаров В.Л. *Picea fennica* Rgl. – ель финская. Флора СССР: в 30 т. / гл. ред. В.Л. Комаров. Т. 1 / ред. М.М. Ильин. Л.: Изд-во АН СССР, 1934. С. 145–302.
3. Генетическая дифференциация популяций ели на Северо-Западе России по результатам маркирования микросателлитных локусов. Потокина Е.К., Орлова Л.В., Вишневская М.С. и др. / Экологическая генетика. 2012. № 2 С. 40–49.
4. Zietkiewicz E. Genome fingerprinting by simple sequence repeat (SSR)-anchored polymerase chain reaction amplification // Genomics. 1994. Vol. 20. P. 176–183.
5. Нечаева Ю.С., Боронникова С.В., Пришнинская Я.В. Молекулярно-генетический анализ некоторых хвойных видов растений в Пермском крае. Пермь, 2014. С. 114–116.

**Оценка эффективности режимов стерилизации
на выход стерильных эксплантов *Staurogyne repens* (Nees) Kuntze
в культуре *in vitro***

Ж.И. Мазунина, Н.Л. Шибанова

ПГНИУ

Аннотация. В настоящем исследовании проведена оценка эффективности режимов стерилизации эксплантов *Staurogyne repens* (Nees) Kuntze – почвопокровного растения, широко используемого в акваскейпинге. Наилучшие результаты были получены с применением 7% раствора гипохлорита натрия с экспозицией 3 мин и 96% этилового спирта с экспозицией 30 с. Наибольший процент выхода жизнеспособных эксплантов стаурогина ползучего отмечается на твердой питательной среде Мурасиге и Скуга с добавлением фитогормонов: 6-бензиламинопурина (6-БАП) 0,5 мг/л и 3-индолилуксусной кислоты (ИУК) 0,5 мг/л.

Ключевые слова: культура *in vitro*, *Staurogyne repens* (Nees) Kuntze, акваскейпинг.

Культура тканей *in vitro* рассматривается как эффективный метод крупномасштабного размножения водных растений [3]. Вместе с тем существует ряд особенностей акклиматизации водных растений в аквариумах, связанный со специфическими условиями культивирования *in vitro*, что ограничивает широкую коммерциализацию и требует оптимизации технологии [1].

Стаурогин ползучий относится к семейству Акантовых (Acanthaceae Juss.). Это многолетнее почвопокровное растение, встречающееся в составе прибрежно-водных сообществ [5]. *Staurogyne repens* представляет коммерческий интерес на рынке декоративных аквариумных растений, как одно из ценных водных растений, широко используемое в ландшафтной аквариумистике [2]. Данные об эффективности разных режимов стерилизации эксплантов *Staurogyne repens* отсутствуют. Цель данного исследования – определение оптимального режима стерилизации эксплантов *Staurogyne repens* (Nees) Kuntze для дальнейшего массового размножения в культуре *in vitro*.

Исследования были проведены в 2021 году в лаборатории микроклонального размножения кафедры ботаники и генетики растений ПГНИУ. В качестве эксплантов были выбраны побеги, длиной около 1 см, с 1 узлом и с отсеченными листьями. Всего было посажено 307 эксплантов. Стерилизацию проводили в 3 этапа (табл. 1). Было использовано три режима стерилизации. В качестве основных стерилизующих

агентов применялись 96% этиловый спирт, 5% раствор хлорамина Б, фунгицид, 7% раствор гипохлорита натрия («Белизна») и их сочетание.

Экспланты помещались на твердую питательную среду со стандартным минеральным составом по Т. Murashige, F. Skoog [4], 3% сахарозой, 0,3% агар-агаром. Для индукции ризогенеза применялась среда Мурасиге и Скуга (МС) с добавлением различных фитогормонов: ИУК в концентрации 0,1 мг/л, 6-БАП в концентрации 0,5 мг/л, кинетина в концентрации 1 мг/л. Экспланты выращивались с помощью фито-лампы AquaEl Leddy Smart (8000 К) с периодом освещения 12/12 часов, при температуре $+20\pm 3^{\circ}\text{C}$. Жизнеспособность рассчитывалась как количество эксплантов с признаками регенерации от общего числа стерильного материала.

Таблица 1

Режимы стерилизации эксплантов *Staurogyne repens* (Nees) Kuntze

Этапы	Режимы стерилизации		
	I	II	III
Престерилизация	Нейтральный детергент (стиральный порошок «Биолан») 20 мин и проточная вода 10 мин		
Стерилизация	96% этиловый спирт 30 с и 5% раствор хлорамина Б 30 мин	7% раствор гипохлорита натрия («Белизна») 10 мин и 96% этиловый спирт 30 с	7% раствор гипохлорита натрия («Белизна») 3 мин, фунгицид 2 мин и 96% этиловый спирт
Постстерилизация	Стерилизованная дистиллированная вода, три смены по 5 мин в каждой		

В результате проведенного исследования было установлено, что при использовании в качестве основного стерилизующего агента 5% раствора хлорамина Б с экспозицией 30 мин и 96% этилового спирта с экспозицией 30 с, все экспланты оказались нестерильными. Использование в качестве стерилизующего агента 7% раствора гипохлорита натрия с экспозицией 10 мин в сочетании с фунгицидом с экспозицией 2 мин, хотя и показало высокие результаты, но в большинстве случаев приводило к гибели растений. Через 2 недели после посадки наблюдалось частичное или полное потемнение побегов.

Поверхностная стерилизация эксплантов дала наилучшие результаты с применением 7% раствора гипохлорита натрия с экспозицией 3 мин и 96% этилового спирта с экспозицией 30 с. В этом случае около 50% эксплантов оказались стерильными. Достоверных различий между режимами стерилизации не отмечается ($p = 2,78$, $p < 0,05$).

Культивирование на варианте среды МС с добавлением 6-БАП 0,5 мг/л и ИУК 1 мг/л дало наиболее эффективные результаты. В этом случае около 30% эксплантов оказались жизнеспособными и было зафиксировано образование 3–4 адвентивных побегов на второй неделе культивирования. Применение только ИУК 1 мг/л показало более низкие результаты. Наблюдалось образование 2–3 побегов на эксплант и в более продолжительные сроки. Применение кинетина в концентрации 1 мг/л в сочетании с 6-БАП 0,5 мг/л оказалось неэффективным. Данное сочетание вызывало в растениях остановку роста. Достоверных различий между вариантами питательной среды не было обнаружено ($p = 1,00$, $p < 0,05$).

Таким образом, был определен оптимальный режим стерилизации для *Staurogyne repens* (Nees) Kuntze, при котором основными стерилизующими агентами являются 7% раствор гипохлорита натрия («Белизна») с экспозицией 3 мин и 96% этиловый спирт с экспозицией 30 с.

Библиографический список

1. Константинов А.В. Клональное микроразмножение декоративных водных растений семейств Amaranthaceae Juss. и Acanthaceae Juss. для аквариумов // Биотехнология: достижения и перспективы развития, 2017. С. 22–24.
2. Середя М.М. Микрклональное размножение *Staurogyne repens* (Nees) Kuntze // Труды XIV съезда русского ботанического общества, 2018. С. 313–318.
3. Kane M.E. Micropropagation of the aquatic plant *Cryptocoryne lucens* // Hort. Science. 1990. Vol. 25. P. 687–689.
4. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures // Physiologia Plantarum. 1962. Vol. 15. P. 473–497.
5. Zhou C. An in vitro propagation protocol of two submerged macrophytes for lake revegetation in East China // Aquatic Botany. 2006. P. 44–52.

Зерновые озимые культуры, перспективные для выращивания в Пермском крае

А.П. Масленникова, И.А. Тарбеев, М.А. Данилова
ПГНИУ

Аннотация. Проведен обзор хозяйственно-ценных признаков озимых зерновых культур, выращиваемых в Пермском крае, и по выдвинутым критериям – морозоустойчивость, засухоустойчивость, устойчивость к полеганию, урожайность, устойчивость к грибным болезням и хлебопекарные качествам выбраны сорта озимой ржи, озимой пшеницы и озимой тритикале, наиболее подходящие для условий региона.

Ключевые слова: озимые культуры, зерновые, хозяйственно-ценные признаки.

Агропромышленный комплекс важная часть современных стран, необходимый для их нормального функционирования. Он не только обеспечивает население необходимыми продуктами питания и ресурсами производства, но и приносит в казну государства существенные деньги за счет налогов с экспорта как непосредственно сырья, так и различных технологий селекции и выращивания растений. В 2020 году Россия экспортировала в другие страны сельскохозяйственной продукции в объеме 79 млн т, стоимостью на 30,7 млрд долларов, что на 20% больше показателей 2019 года [7]. Из роста производства по стране можно заключить о заинтересованности наших производителей в развитии сельского хозяйства. Однако в Пермском крае наблюдается обратная ситуация – посевная площадь на момент 2021 года потеряла 6% от показателей 2018 года [8]. Такая тенденция ограничивает экономический рост региона, люди теряют рабочие места, причем страдают не только сами производственные структуры, но и обслуживающие его субъекты: образовательные учреждения, отрасль животноводства и т.д. Исследования Пермской государственной сельскохозяйственной академии [4] определили, что одной из основных причин отрицательной статистики зерновых культур является непригодность сортов к климатическим условиям Пермского края, что снижает их урожайность. Также культуры, выращиваемые на территории нашего региона, не имеют необходимых хлебопекарных качеств, вследствие чего используются в большинстве своем в качестве кормовой базы для животных. В качестве перспективного направления для развития можно взять озимые сорта, которые имеют существенные преимущества в сравнении с яровыми: влага, накопившаяся в почве после таяния снегов, повышает урожайность; летняя засуха наносит меньше урона; сбор урожая начинается раньше, из-за чего распределение трудовых сил происходит более равномерно [1].

Климат Предуралья, в котором расположен Пермский край, характеризуется континентальностью, обусловленной расположением Урала в глубине материка. Зима в Предуралье холодная, продолжительная и многоснежная. Устойчивый снежный покров устанавливается в конце октября – начало ноября, а сходит в конце апреля – начале мая, высота его варьирует от 50 до 80 см. Отличительная особенность большинства районов Предуралья достаточная или избыточная обеспеченность сельскохозяйственных растений влагой и умеренная или недостаточная – теплом. В целом климатические условия Пермского края благоприятны для возделывания зерновых (озимой ржи, озимой и яровой пшеницы, овса, ячменя) [3].

На территории Пермского края выращиваются следующие рода зерновых: рожь (*Secale* L.), тритикале (*×Triticosecale* Wittm. & A. Camus), пшеница (*Triticum* L.).

Исходя из особенностей климатических условий, а также опираясь хозяйственно-ценные признаки можно выделить следующие критерии отбора сортов для выращивания на территории Пермского края:

1. Морозоустойчивость, как главный компонент успешной перезимовки, поскольку на территории края температура воздуха может опускаться до критических значений (по данным метеостанции Пермь минимальная температура за последние 10 лет составляла -47°C) [9];

2. Засухоустойчивость, как способность растения в условиях засухи с наименьшим ущербом осуществлять рост, развитие и воспроизведение [2];

3. Устойчивость к полеганию, так как теряется значительная часть урожая, снижается качество зерна, а также возникают сложности при уборке;

4. Урожайность – континентальный климат влияет на вариабельность урожайности, и для стабильности данного показателя важную роль оказывают сорта, максимально адаптированные к условиям;

5. Устойчивость к грибным болезням, которые приводят к значительным потерям урожайности, а, следовательно, наносят ущерб сельскохозяйственному производству;

6. Хлебопекарные качества – процентное содержание клейковины в зерне, определяющее его ценность для хлебобулочных изделий и экономическую ценность.

На данный момент на территории края выращиваются следующие сорта зерновых культур:

- 1) род *Secale*: Вятка 2, Крона, Кировская 89 и Фаленская 4;
- 2) род *Triticum*: Московская 39 и Мироновская 808;
- 3) род *Triticosecale*: Тальва 100.

Исследуя сорта, внесенные в реестр по региону, в который входит Пермский край, можно предложить новые сорта пшеницы, ржи и тритикале, пригодные для выращивания в наших условиях, а также имеющие подходящие качества.

1. Род *Secale*: Зилант, Алиса, Графиня.
2. Род *Triticum*: Скипетр, Башкирская 10.
3. Род *Triticosecale*: Богуслав, Легион, Пилигрим.

Информация по всем сортам была взята с различных источников [5, 6, 10]. Указанные нами сорта зерновых имеют качества, необходимые для успешного применения в нашем регионе. Наличие данных свойств обеспечивает стабильный, высокий результат. Использование таких сортов улучшит ситуацию на рынке сельского хозяйства, что в свою очередь поднимет всю экономическую обстановку нашего края.

Библиографический список

1. Батухтин Г. Зерновые с «сибирским характером» // АгроСнаб-Форум. 2016. № 2(141). С. 34–35.
2. ИONOва Е.В. Засуха и засухоустойчивость зерновых колосовых (обзор) // Зерновое хозяйство России. 2011. №2(14). С. 37–41.
3. Косолапова А.И. Влияние изменения климатических показателей в Пермском крае на урожайность зерновых культур // Достижения науки и техники АПК. 2011. №11. С. 9–11.
4. Мудрых Н.М. Развитие зерновой отрасли в Пермском крае // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2017. №1(147). С. 14–20.
5. Нормативный справочник по организации, планированию и предпринимательству на сельскохозяйственных предприятиях / под общ. ред. к. э. н., профессора Пахтусова З.Е. и д.э. н., профессора Светлаковой Н.А. ПЕРМЬ, 2007.
6. ООО ГлавАграр: сайт. URL: <https://glavagronom.ru/> (дата обращения: 10.03.2022).
7. Сухорукова Е. Россия в 2020 году показала рекорд по поставкам продовольствия за рубеж. Москва: Группа компаний «РБК»: сайт. URL: https://www.rbc.ru/business/09/03/2021/604217269a79471196c1131b?utm_source=yxnews&utm_medium=desktop (дата обращения: 10.03.2022).
8. Федеральная служба государственной статистики: сайт. URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 10.03.2022).
9. Федулов Ю.П. Системный анализ морозоустойчивости озимых культур: автореферат дис. ... д-ра биол. наук (03.00.12) / Федулов Юрий Петрович; Всероссийский НИИ растениеводства Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург, 1994. С. 47.
10. Характеристики сортов растений, впервые включенных в 2020 году в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию: официальное издание. Москва: ФГБНУ «Росинформаротех». 2020. С. 488.

Изучение степени микотрофности овса сорта Конкур

Т.С. Морозова

ПГНИУ, Пермский НИИСХ – филиал ПФИЦ УрО РАН

Аннотация. Проведён анализ микотрофности овса сорта Конкур, возделываемого на поле Пермского НИИСХ в 2021 г. Установлено, что арбускулярная эндомикориза преобладает в форме гиф. Средняя степень микотрофности сорта низкая и составляет 0,7 балла, что, вероятно, связано с засушливым вегетационным периодом.

Ключевые слова: арбускулярная микориза, Пермский край, овёс.

Введение. Микориза является одним из факторов урожайности зерновых культур, так как оказывает стимулирующее воздействие на их рост и развитие. Причиной такого эффекта является двусторонний транспорт питательных веществ между симбионтами микоризы, улучшающий обмен веществ и фосфорное питание у растений. Кроме того, в некоторых случаях микориза способна снизить ущерб, наносимый растению патогенами и вредителями [1, 8]. Эндомикориза растений рода *Avena* классифицируется как арбускулярная микориза (АМ), образуемая облигатно симбиотрофными грибами отдела *Glomeromycota*. Название «арбускулярная» происходит от разветвлённых внутриклеточных грибных структур – арбускул. Они отходят от межклеточной гифы и служат для обмена метаболитами между грибом и растением [6, 7]. Растения осуществляют строгий генетический контроль развития и эффективности АМ, то есть уровень микотрофности заложен в их генах. Это повышает актуальность исследования уровня микотрофности различных сортов зерновых культур, так как селективный отбор по таким генам может одновременно привести к улучшению урожайности и резистентности растений [2].

Целью работы является исследование микотрофности овса сорта Конкур.

Материалы и методы. Образцы корней десяти растений овса сорта Конкур были собраны на поле Пермского НИИСХ. Они целиком извлекались из почвы, очищались и отмывались от остатков субстрата, после чего фиксировались в 70% спирте [5]. Затем были изготовлены микропрепараты по методике Л.В. Крюгер и др. [3]. В ходе анализа препаратов на каждом сантиметре корней рассматривались и оценивались пять полей зрения (в сумме – 500 полей зрения). Для каждого поля зрения фиксировалась преобладающая форма грибного симбионта (гифы, везикулы или арбускулы) и оценивалась степень микотрофности

по пятибалльной шкале [3]: 1 балл – гриб занимает 1–2 клетки корня; 2 балла – гриб занимает небольшую группу клеток; 3 балла – гриб занимает $\frac{1}{4}$ или $\frac{1}{5}$ часть клеток мезодермы; 4 балла – гриб занимает не менее $\frac{1}{3}$ клеток; 5 баллов – гриб затрагивает почти все клетки мезодермы.

Результаты и обсуждение. Гифы являлись преобладающей формой гриба на 144 полях зрения (28,8%). Для 78 (16%) полей зрения они оставались единственным представленным состоянием симбионта. Зафиксировано 51 (10%) поле зрения с везикулами (рис. 1) и 54 (11%) – с арбускулами.

Грибной симбионт был обнаружен на 157 полях зрения, что составляет 31,4% от общего их числа. Для 48 (9,6%) полей зрения микориза оценивалась в 1 балл (рис. 2). Степень микотрофности в 2 балла зафиксирована на 68 полях зрения (13,6%).

Реже встречалась оценка в три и более балла. Трёхбалльные поля зафиксированы 20 раз (4%), оцениваемые в 4 балла – 13 раз (2,6%) и только 8 (1,6%) полей из 500 соответствовали оценке в 5 баллов.

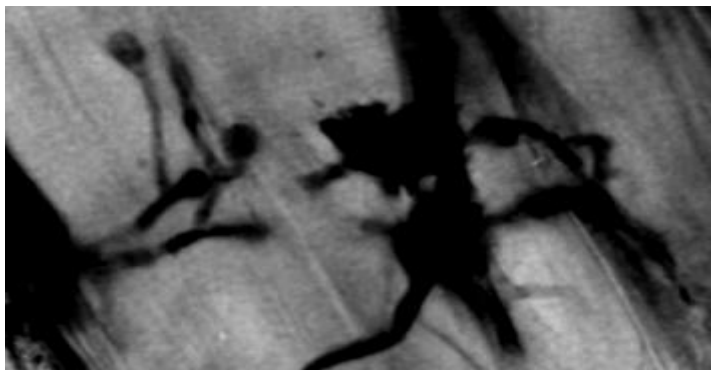


Рис. 1. Гифы и везикулы в корнях растений овса сорта Конкур.

Таким образом, микориза в корнях овса сорта Конкур встречалась достаточно редко и не была обильной. Чаще всего отмечалась степень микотрофности, оцениваемая в 1 или 2 балла. Средняя степень микотрофности сорта составила 0,7 балла, что может быть связано с засушливым летом 2021 г. Кроме того, в жаркую и сухую погоду сильно снижается активность дождевых червей, обеспечивающих расселение и более активный рост грибов отдела *Glomeromycota* [4].

Нами отмечено, что грибной симбионт преобладает в форме гиф. Скудное количество везикул и арбускул можно сопоставить как с низкой микотрофностью сорта Конкур, так и с меньшим распространением

грибов отдела *Glomeromycota* из-за низкого уровня влажности в вегетативный период.

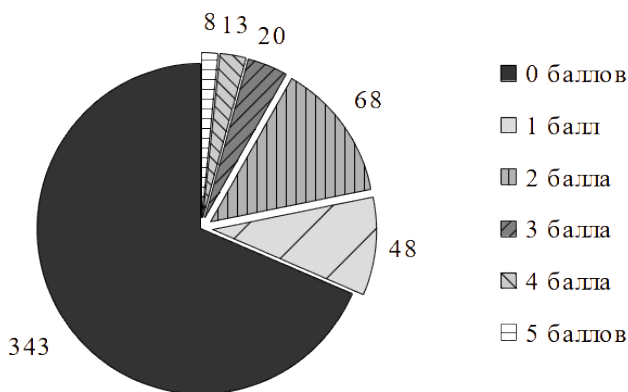


Рис. 2. Степень микотрофности растений овса сорта Конкур (соотношение по числу полей зрения).

Библиографический список

1. Джапаров Р.Ш., Нургалиев А.М., Гумарова Ж. М. Повышение продуктивности яровой твердой пшеницы при использовании эндомикоризного гриба *Glomus intraradices* в условиях сухостепной зоны Приуралья республики Казахстан // Пермский аграрный вестник. 2022. №1. С. 22–33.
2. Информационный бюллетень РФФИ: 97-04-5033-а. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_750935_11995065.htm.
3. Крюгер Л.В. и др. К методике определения обилия гриба в эндотрофных микоризах и способах количественной характеристики микосимбиотрофизма в растительных ассоциациях // Вопросы биологии и экологии доминантов и эдификаторов растительных сообществ. Пермь, 1968. Т. 64. С. 260–266.
4. Кураков А.В., Харин С.А. Взаимодействие грибов и дождевых червей // Биотические связи грибов: мосты между царствами: Материалы VII всероссийской микологической школы-конференции с международным участием, Москва. ЗБС МГУ, 02–08 августа 2015 г. М., 2015. С. 67–105.
5. Селиванов И.А. Микосимбиотрофизм как форма консортивных связей в растительном покрове Советского Союза // М.: Наука, 1981. 231 с.

6. Смит С.Э., Рид Д.Дж. Микоризный симбиоз // М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. 776 с.

7. Юрков А.П. и др. Развитие арбускулярной микоризы у сильно микотрофного растения-хозяина люцерны хмелевидной // Онтогенез. 2015. №5. С. 313–326.

8. Trejo-Aguilar D; Ferrera-Cerrato R. Efecto de la micorriza arbuscular en plantas de café (*Coffea arabica* L.) infectadas por el nematodo de la corchosis de la raiz // Agro Productividad. 2018. №11. С. 98–104.

**Введение сирени (*Syringa* L.) французской селекции
в культуру *in vitro***

Ю.С. Перевозчикова, Н.Л. Шибанова
ПГНИУ

Аннотация. Представлены результаты исследований по подбору эффективного режима стерилизации эксплантов, определения оптимального сочетания фитогормонов в питательной среде Мурасиге и Скуга, а также оценки жизнеспособности эксплантов. Установлено, что выход стерильной культуры варьировал от 62 до 90% в зависимости от сорта. Процент жизнеспособных эксплантов у всех изученных сортов был высоким и составил более 80.

Ключевые слова: культура *in vitro*, *Syringa* L., жизнеспособность эксплантов.

Сирень – одна из распространенных декоративных культур, которая может произрастать практически на любой почве [1, 3]. Несмотря на многочисленное использование сирени в ландшафтном дизайне, считается, что размножать ее традиционным вегетативным методом, не просто. Поэтому разрабатываются альтернативные методы размножения, одним из которых является метод *in vitro*. Микрклональное размножение посадочного материала сирени – одна из важных отраслей современного садоводства [4, 5].

Целью данного исследования стало введение в культуру *in vitro* некоторых сортов сирени французской селекции. Исследования были проведены в лаборатории микрклонального размножения кафедры ботаники и генетики растений Пермского государственного национального исследовательского университета. Для введения в культуру *in vitro* были взяты 4 сорта сирени обыкновенной (*Syringa vulgaris* L.): “*President Grevy*”, “*Mme Lemoine*”, “*Mme Jules Finger*”, “*Jules Simon*” из коллекции Учебного ботанического сада ПГНИУ имени профессора А.Г. Генкеля.

Для микроразмножения брали хорошо развитые побеги сирени. В качестве экспланта использовались пазушные почки с частью стебля, длиной 2–2,5 см. Всего было посажено 466 эксплантов.

Стерилизация эксплантов включала 3 общепринятых этапа [2]. Первоначально экспланты помещались на 10–30 мин в раствор нейтрального детергента, затем в течение 10 мин промывались под проточной водой. Стерилизация включала в себя обработку эксплантов 5% раствором гипохлорита натрия (Sanros «Белизна – С»), раствором

фунгицида и/или перекиси водорода, 70% этиловым спиртом. В дальнейшем экспланты промывались в 3 сменах стерилизованной дистиллированной воды, по 5 мин в каждой. Режимы стерилизации представлены в таблице.

Режимы стерилизации эксплантов сирени

Престерилизация	Стерилизация
1. Нейтральный детергент 30 мин, вода 10 мин	5% раствор NaOCl (Sanros «Белизна – С») 15 мин, 70% этанол 1 мин
2. Нейтральный детергент 20 мин, вода 10 мин	5% раствор NaOCl (Sanros «Белизна – С») 15 мин, 70% этанол 1 мин, перекись водорода 10 мин
3. Нейтральный детергент 10 мин, раствор фунгицида 20 мин, вода 10 мин	5% раствор NaOCl (Sanros «Белизна – С») 10 мин, 70% этанол 5 сек
4. Нейтральный детергент 30 мин, вода 10 мин	5% раствор NaOCl (Sanros «Белизна – С») 12 мин, перекись водорода 10 мин, 70% этанол 1 мин
5. Нейтральный детергент 20 мин, вода 10 мин	5% раствор NaOCl (Sanros «Белизна – С») 8 мин, 70% этанол 1 мин, перекись водорода 10 мин, KMnO ₄ 10 мин
6. Нейтральный детергент 30 мин, вода 10 мин	5% раствор NaOCl (Sanros «Белизна – С») 15 мин, раствор фунгицида 10 мин, 70% этанол 30 сек
7. Нейтральный детергент 30 мин, вода 10 мин	5% раствор NaOCl (Sanros «Белизна – С») 20 мин, 70% этанол 30 сек
8. Нейтральный детергент 20 мин, вода 10 мин	5% раствор NaOCl (Sanros «Белизна – С») 20 мин, раствор фунгицида 10 мин, 70% этанол 10 сек
9. Нейтральный детергент 20 мин, вода 10 мин	5% раствор NaOCl (Sanros «Белизна – С») 15 мин, раствор фунгицида 20 мин, 70% этанол 30 сек
10. Нейтральный детергент 10 мин, вода 10 мин	5% раствор NaOCl (Sanros «Белизна – С») 15 мин, раствор фунгицида 20 сек, 70% этанол 10 сек

Экспланты высаживались на питательную среду Мурасиге и Скуга (MS) с содержанием 30 г/л сахара, 8 г/л агар-агара. В среду добавляли ауксины и цитокинины в разных сочетаниях. Всего было использовано 7 вариантов среды MS: 1 – MS + никотиновая кислота 0,25 мг/л, 6-бензиламинопурин (БАП) 1,0 мг/л, индолилуксусная кислота (ИУК) 0,1 мг/л; 2 – MS + никотиновая кислота 0,3 мг/л, БАП 1,5 мг/л, ИУК

0,1 мг/л; 3 – MS + никотиновая кислота 0,3 мг/л, БАП 1,0 мг/л, ИУК 0,3 мг/л; 4 – MS + никотиновая кислота 0,3 мг/л, 2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота (2,4-Д) 0,3 мг/л; 5 – MS + никотиновая кислота 0,3 мг/л, БАП 1,5 мг/л; 6 – MS + никотиновая кислота 0,3 мг/л, БАП 1,0 мг/л, ИУК 0,2 мг/л; 7 – MS без фитогормонов.

Установлено, что наибольший выход стерильной культуры наблюдается при использовании режимов со стерилизующими агентами: 5% раствор NaOCl (Sanros «Белизна – С») 15 мин, раствор фунгицида 10 мин, 70% этанол 30 сек – для сортов “*President Grevy*” и “*Mme Lemoine*”; 5% раствор NaOCl (Sanros «Белизна – С») 10 мин, 70% этанол 5 сек – для сорта “*Mme Jules Finger*”; 5% раствор NaOCl (Sanros «Белизна – С») 12 мин, перекись водорода 10 мин, 70% этанол 1 мин и 5% раствор NaOCl (Sanros «Белизна – С») 20 мин, 70% этанол 30 сек – для сорта “*Jules Simon*”. Процент выхода стерильной культуры варьировал от 62 до 90 в зависимости от сорта.

Наилучшим вариантом среды MS для всех изученных сортов является среда с добавлением никотиновой кислоты 0,3 мг/л, БАП 1,0 мг/л, ИУК 0,3 мг/л. Выход жизнеспособных эксплантов составил у сортов: *President Grevy* – 87,5%, *Mme Lemoine* – 90,0%, *Mme Jules Finger* – 94,0%, *Jules Simon* – 87,5%. Жизнеспособность рассчитывалась, как количество эксплантов с признаками регенерации к общему количеству стерильного материала.

Библиографический список

1. Александрова М.С. Аристократы сада. Красивоцветущие кустарники. М.: Фитон+, 1999. 160 с.
2. Бутенко Р.Г. Культура клеток растений и биотехнология. М.: Наука, 1986. 286 с.
3. Былов В.Н., Штанько И.И., Михайлов Н.Л. Сирень. М.: Наука, 1974. 120 с.
4. Катаева Н.В., Бутенко Р.Г. Клональное микроразмножение растений. М.: Наука, 1983. 96 с.
5. Молканова О.И. и др. Клональное размножение индуцированных сортов *Syringa vulgaris* L. // Вестник Московского университета. Сер. 16. Биология. 2002. Вып. 4. №4. С. 9–13.

Структура фитоценозов на обнажениях горных пород некоторых хребтов Северного Урала

К.О. Печенкина^{1, 2}, Л.В. Новоселова¹, А.Е. Селиванов²

¹ПГНИУ

²ПГГПУ

Аннотация. Приводятся результаты исследования сообществ скальных обнажений хребтов Мунин-Тумп, Чувальский Камень и Тулымский Камень. Оценивается таксономическое разнообразие и участие основных компонентов на скальных сообществах в их формировании. Указываются основные экологические факторы, влияющие на структуру фитоценозов.

Ключевые слова: фитоценоз, проективное покрытие, встречаемость.

Анализ литературных источников показывает, что количество исследований на скальных фитоценозов в пределах Северного Урала невелико и, в основном, ограничивается выявлением роли отдельных компонентов в сообществах лишайников [5] и мхов [1].

В связи с недостаточной изученностью нами была поставлена следующая цель: выявление структуры и экологических характеристик фитоценозов скальных обнажений в районе исследования.

Материал и методы

Полевые исследования проводились на северо-востоке Пермского края в пределах границ заповедника «Вишерский» на трех хребтах: Мунин-Тумп, Тулымский Камень и Чувальский Камень.

В ходе наших исследований сбор образцов проводился в 2016–2020 гг. Для учета лишайников, мхов и сосудистых растений на изучаемых скальных обнажениях закладывались учетные площадки размером 0,3×0,3 м. В ходе экспедиционных работ было заложено 44 пробных площади и 321 учетная площадка.

Камеральный этап проходил на кафедре биологии и географии ПГГПУ. Определение видов проводили по общепринятым методикам исследования, используя все доступные определители [2; 3; 4; 6].

Результаты и их обсуждение

На изученных пробных площадях отмечено 28 видов сосудистых растений (мхи в нашей работе рассматриваются отдельно). Среди них имеются специализированные на скальные виды, такие как *Schivereckia podolica* (Besser) Andr. ex DC., *Polypodium vulgare* L., *Saxifraga caespitosa* L., *Campanula rotundifolia* L., *Scorzonera glabra* Rupr.

На относительно невысоких хребтах Муни-Тумп и Чувальский Камень присутствуют лесные и тундровые виды, случайно поселившиеся в трещинах скал. Самым встречаемым (на 16 площадках из 305) и обильным видом (12%) является *Deschampsia flexuosa* (L.) Trin. Максимального проективного покрытия (24 %) растения достигают на пологих площадках южной и западной экспозиции. Из 305 изученных площадок сосудистые растения встречаются только на 41.

В ходе работ удалось выявить 34 вида мхов. Мхи отмечены на 192 площадках из 305. Их общее максимальное проективное покрытие достигает 77%, но при этом покрытие больше 10% отмечено только на 35 площадках. Анализ условий, в которых мхи имеют значительную фитоценотическую роль, позволяет установить следующие закономерности: высокого проективного покрытия мхи достигают на площадках северной и северо-восточной экспозиции и на площадках с небольшим уклоном. Можно сделать вывод, что на силикатных скалах в горах мхи предпочитают менее освещенные и более увлажненные местообитания, чем лишайники.

Таким образом, сосудистые растения не играют существенной роли в сложении наскальных фитоценозов, не образуют значительного покрытия.

В проанализированных образцах выявлено 224 вида лишайников. Экобиоморфный анализ видов лишайников, как и следовало ожидать, показал преобладание эпилитных и накипных видов. Высотное распределение лишайников позволяет судить о том, что с 1300 м над ур. м наблюдается тенденция к уменьшению как проективного покрытия, так и общего количества видов лишайников. Увеличение высоты таким же образом влияет на распределение растений и мхов, но их верхняя граница распространения составляет 1050 м.

В целом, на всех площадках прослеживается горизонтальная структура сообществ, которая выражается в мозаичности, сформированной за счет конкуренции среди основного компонента фитоценозов – лишайников.

Анализ факторов, влияющих на формирование сообществ показал влияние уклона поверхности скалы, экспозиции и вида горных пород: с увеличением наклона прослеживается уменьшение количества видов, участки северо-западной экспозиции отличаются от других более высоким уровнем проективного покрытия лишайников.

Кластерный анализ позволил выявить субстратную приуроченность видов лишайников. Анализ проведен по методу присоединения соседа (Neighbour joining). Расчет расстояний производился при помощи коэффициента Жаккара. Результаты представлены на рис. 1. По таксономическому разнообразию достоверно выделяются два кластера:

кластер, с учетными площадками, виды которого произрастают на кварцитах, и кластер с видами на сланцевых породах. В жизненном спектре лишайников на кварце преобладают накипные лишайники, в то время как на сланцах, более хрупких породах, структура сообществ усложняется за счет того, что могут закрепиться на субстрате листоватые и кустистые формы, что в свою очередь вызывает усиление конкуренции.

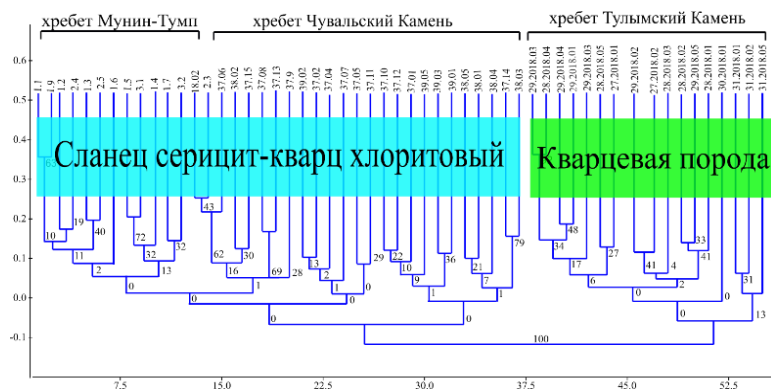


Рис. 1. Кластеры сходства таксономического разнообразия описаний.

Подводя итог вышеизложенному, видовой состав лишайников насчитывает 224 вида, мхов – 34 вида, сосудистых растений – 28 видов. Эколого-фитоценотический анализ показал, что главную роль в изученных фитоценозах играют лишайники, за счет их конкурентного взаимоотношения формируется горизонтальная структура сообществ. Факторами, определяющими структуру наскальных фитоценозов, следует считать уклон поверхности скалы, экспозицию, тип субстрата.

Библиографический список

1. Гольдберг И.Л. Роль мохового покрова в сложении растительных сообществ скалистых обнажений (на примере Среднего Урала): автореф. дис.... канд. биол. наук. Екатеринбург, 2000. 23 с.
2. Игнатов М.С., Игнатова Е.А. Флора мхов средней части европейской России. Т. 1. Sphagnaceae – Hedwigiaceae. М., 2003.
3. Игнатов М.С., Игнатова Е.А. Флора мхов средней части европейской России. Т. 2. Fontinalaceae – Amblystegiaceae. М., 2004.
4. Иллюстрированный определитель растений Пермского края / С.А. Овеснов, Е.Г. Ефимик, Т.В. Козьминых и др.; под ред. С.А. Овеснова. Пермь: Кн. мир, 2007. 743 с.

5. Магомедова М.А. Лишайники как компонент растительного покрова арктических и бореальных высокогорий: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Екатеринбург, 2003.

6. Окснер А.Н. Определитель лишайников СССР // Морфология, систематика и географическое распространение. Л., 1974. Вып. 2. 281 с.

Молекулярно-генетический анализ популяций сосны обыкновенной Среднего Урала

Н.А. Пыстогова

ПГНИУ

Аннотация. Изучен полиморфизм ДНК, определены показатели генетического разнообразия и генетической структуры, проведен кластерный анализ и построена дендрограмма для 7 популяций сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) Среднего Урала.

Ключевые слова: ISSR-PCR маркеры, генетическое разнообразие, *Pinus sylvestris* L.

Для решения современных проблем сохранения и возобновления лесов необходима оценка биоразнообразия лесных экосистем, важным элементом которой является изучение генофонда основных лесообразующих видов растений [1]. Изучение генетического разнообразия и внутривидовой дифференциации хвойных, играющих важную биосферную роль, является одной из важнейших задач популяционной биологии. На основании точных оценок уровней генетической изменчивости и характера ее распределения в пределах ареалов видов могут быть разработаны мероприятия, направленные на максимальное сохранение генетического разнообразия и популяционной структуры видов в процессе их использования и воспроизводства [2]. Кроме этого, изучение внутривидовой генетической изменчивости и популяционной структуры главных лесообразующих видов создает основу для долговременного рационального использования лесных биологических ресурсов, эффективной охраны и воспроизводства их генофондов при искусственном лесовосстановлении и селекции [3].

Целью данной работы является выявление генетического разнообразия и генетической структуры семи популяций сосны обыкновенной Среднего Урала. Объектами исследований являлись семь популяции *Pinus sylvestris* L. (Pinaceae): Гаинская (GN), Карагайская (KR), Юго-Камская (UK), Большесосновская (BS), Полазненская (PL), Аракульская (AR) и Качканарская (KN).

Для молекулярно-генетического анализа был использован ISSR (Inter Simple Sequence Repeats) – метод анализа полиморфизма ДНК [4]. Для ПЦР использованы пять наиболее информативных ISSR-праймеров (ISSR1 – (AC)₈T, CR212 – (CT)₈TG, CR215 – (CA)₆GT, M27 – (GA)₈C, X10 – (AGC)₆C), показавшие наибольшую эффективность с ДНК сосны обыкновенной [5]. В семи популяциях *P. sylvestris* был

выявлен 91 ISSR-PCR маркер, среди которых 82 оказались полиморфными ($P_{95} = 0,901$). Доля полиморфных локусов выше в популяции PL (0,937), а ниже – в KR (0,661). Число ISSR-PCR маркеров варьировало в зависимости от праймера: от 15 (праймер ISSR1) до 22 (праймер CR-215), а их размеры – от 200 до 1550 п.н. Число полиморфных маркеров в общей выборке варьировало от 13 до 20, а доля полиморфных локусов в зависимости от ISSR-PCR праймера колебалась от 0,867 (праймер ISSR1) до 0,947 (праймер X10).

Одна из основных мер генетической изменчивости в популяции – гетерозиготность. Средняя ожидаемая гетерозиготность (H_E) на общую выборку *P. sylvestris* составила 0,159. Этот показатель наибольший в выборке PL ($H_E = 0,201$), а наименьший ($H_E = 0,139$) – в выборке KN. Абсолютное (n_a) и эффективное (n_e) число аллелей на локус на общую выборку составляет 1,978 и 1,420 соответственно. Эти параметры имеют наибольшие значения в популяции PL ($n_a = 1,670$, $n_e = 1,327$), наименьшие в популяции KN ($n_a = 1,462$, $n_e = 1,228$). Было обнаружено 8 редких фрагментов: 6 в популяции PL и по одному в популяциях BS и AR.

Для описания генетической структуры популяций были рассчитаны следующие параметры: ожидаемая доля гетерозиготных генотипов (H_T) на общую выборку равна 0,261; ожидаемая доля гетерозиготных генотипов (H_S) в отдельной популяции равна 0,160; Изученные популяции *P. sylvestris* дифференцированы в средней степени, так как наибольшая часть генетического разнообразия сосредоточена внутри популяции – 61%, на межпопуляционную компоненту приходится 39% генетической изменчивости.

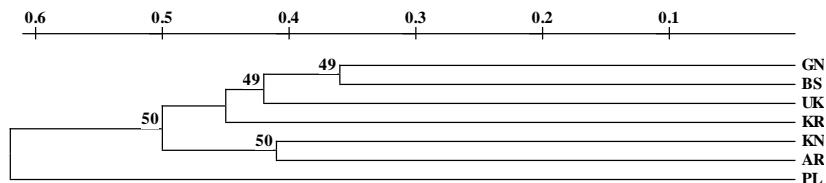


Рис. 1. UPGMA-дендрограмма генетического сходства исследуемых популяций *P. sylvestris*; шкала сверху – генетическое расстояние; на дендрограмме цифрами указаны значения бутстреп (в %).

На основании полученной бинарной матрицы был проведен кластерный анализ невзвешенным парно-групповым методом (UPGMA) и построена дендрограмма, отражающая степень генетического сходства исследуемых выборок по ISSR-PCR спектрам (рис. 1). На дендрограмме изученные популяции сформировали 2 кластера. В первый кластер вошли популяции GN, BS, UK, KR, популяции KN и AR образовали от-

дельный кластер. Популяция PL образует отдельную ветвь дендрограммы. Узлы ветвления, имеющие значения бутстрепа 50% говорят о значимости генетических различий между выборками и кластерами, менее 50% – не показаны и свидетельствуют о низкой достоверности межкластерных различий.

На основании проведенного ISSR-анализа генетического полиморфизма семи популяций *Pinus sylvestris* L Среднего Урала популяции характеризуются средней степенью генетической дифференциации. Результаты данного исследования важны для разработки рекомендаций по сохранению генофонда *Pinus sylvestris* L на Среднем Урале

Библиографический список

1. Видякин А.И. пространственная организация и факторы формирования популяционных групп сосны обыкновенной в Южном Зауралье // Вестник Оренбургского государственного университета. 2013. №10. С. 34–39.
2. Биоразнообразие лиственниц Азиатской России / отв. ред. С.П. Ефремов, Л.И. Милютин. Рос. академ. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т леса им. В.Н. Сукачева. Новосибирск: Гео, 2010. 159 с.
3. Рогозин М.В. Селекция сосны обыкновенной для плантационного выращивания: монография / М.В. Рогозин; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2013. 200 с.
4. Zietkiewicz E. Genome fingerprinting by simple sequence repeat (SSR)-anchored polymerase chain reaction amplification // Genomics. 1994. Vol. 20. P. 176–183.
5. Бобошина И.В., Нечаева Ю.С., Видякин А.И., Боронникова С.В. Подбор праймеров для проведения ISSR-анализа полиморфизма ДНК *Pinus sylvestris* L. // Тезисы научной конференции «Молекулярно-генетические подходы в таксономии и экологии». Ростов-на-Дону, 2013. С. 17–20.

Введение *Paeonia hybrida* Pall. в культуру *in vitro*

Е.Ю. Сомова, Н.Л. Шибанова

ПГНИУ

Аннотация. Представлены результаты по введению в культуру *in vitro* вида *Paeonia hybrida* Pall. В качестве первичного экспланта использовали семена разной степени зрелости. Выход стерильной культуры у изученного вида варьировал от 17 до 60%. Жизнеспособность составила 50%.

Ключевые слова: *Paeonia hybrida* Pall., культура *in vitro*.

Популярный ландшафтный стиль породил спрос на высокоэкономичные неприхотливые корневищные многолетники, к числу которых принадлежат пионы [1]. Применение биотехнологических способов размножения растений позволяет получить посадочный материал, который свободен от вирусов и фитопатогенов, за небольшой период времени и в достаточном количестве [2].

Цель данной работы – введение *Paeonia hybrida* Pall. в культуру *in vitro* с использованием семян в качестве первичных эксплантов.

Исследования проводились в 2021 году в лаборатории микроклонального размножения кафедры ботаники и генетики растений Пермского государственного национального исследовательского университета. Эксплантами для микроклонального размножения выбраны семена *Paeonia hybrida* Pall., собранные на разных сроках зрелости. Для введения в культуру *in vitro* использовались зрелые семена, а также семена, полученные после естественного и искусственного опыления через 7, 14, 21 и 28 дней. Посадка осуществлялась в банки, количество семян в одной емкости варьировало от 5 до 12 шт.

Стерилизация проходила в 3 общепринятых этапа [3]. Режимы стерилизации представлены в таблице.

Для введения в культуру *in vitro* было использовано 2 варианта среды с минеральной основой по Т. Murashige и F. Skoog (MS) [4], с содержанием сахарозы 30 г/л, агар–агара 8 г/л, половинной концентрацией минеральных солей и различным сочетанием витаминов и фитогормонов. 1 вариант среды MS + тиамин 0,1 мг/л + пиридоксин 0,5 мг/л + никотиновая кислота 0,5 мг/л + ИУК 0,5 мг/л + БАП 0,5 мг/л + НУК 0,5 мг/л. 2 вариант среды MS + пиридоксин 0,5 мг/л + никотиновая кислота 0,25 мг/л + НУК 0,5 мг/л + ИУК 1 мг/л.

Посадка эксплантов проводилась в ламинар-боксе в соответствии с правилами работы со стерильным материалом [5]. Всего было высажено 435 эксплантов.

Режимы стерилизации эксплантов

Этапы	Режимы стерилизации		
	I	II	III
Престерилизация	Нейтральный детергент 40 мин, проточная вода 10 мин	Нейтральный детергент 30 мин, проточная вода 10 мин	Нейтральный детергент 35 мин, проточная вода 10 мин
Стерилизация	5% раствор гипохлорита натрия 15 мин, 95% этанол 1 мин	5% раствор перекиси водорода 10 мин, 5% этанол 1 мин	5% раствор гипохлорита натрия 15 мин, раствор фунгицида 20 мин, 70% этанол 10 сек
Постстерилизация	Стерилизованная дистиллированная вода, три смены по 5 мин в каждой		

Выход стерильной культуры определялся как количество эксплантов без признаков контаминации к общему их числу. В результате проведенных исследований было установлено, что самый высокий выход стерильной культуры составил 60% на первом варианте среды MS + тиамин 0,1 мг/л + пиридоксин 0,5 мг/л + никотиновая кислота 0,5 мг/л + ИУК 0,5 мг/л + БАП 0,5 мг/л + НУК 0,5 мг/л, при использовании первого режима стерилизации с основными стерилизующими агентами – 5% раствором гипохлорита натрия 15 мин и 95% этиловым спиртом 1 мин. Жизнеспособными семенами оказались только зрелые семена пиона. Максимальный выход жизнеспособной культуры (посадка 31.03.2021) составил 50% и рассчитывался как соотношение количества эксплантов с признаками регенерации к общему количеству стерильных эксплантов.

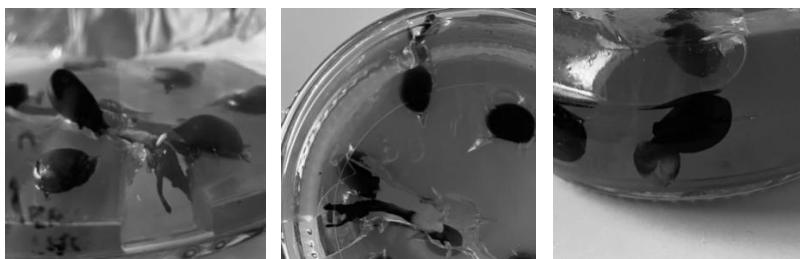


Рис. 1. Развитие семян пиона на питательной среде Мурасиге и Скуга.

Образование корня наблюдалось через 72 дня после посадки у зрелых семян, посеянных на твердую питательную среду MS, с половинной концентрацией минеральных солей, содержанием сахарозы 30 г/л, агара 8 г/л, тиамина 0,1 мг/л, пиридоксина 0,5 мг/л, никотиновой кислоты 0,5 мг/л, ИУК 0,5 мг/л, БАП 0,5 мг/л, НУК 0,5 мг/л. Развитие семян представлено на рисунке.

После образования корня, банки с семенами были убраны в холодильник для холодной стратификации, где хранятся при температуре 4°C. Это необходимо для индукции побегообразования.

Библиографический список

1. Реут А.А., Миронова Л.Н. Пионы. Биология и размножение. М.: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. 200 с.
2. Самарская В.О., Малаева Е.В., Постнова М.В. Аспекты клонального микроразмножения и сохранения растений *in vitro* // Природные системы и ресурсы. Волгоград, 2019. Т. 9. №3. С. 13–22.
3. Бутенко Р.Г. Культура изолированных тканей и физиология морфогенеза растений. М.: Наука, 1964. 272 с.
4. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures // *Physiol. plant.* 1962. Vol. 15. P. 473–497.
5. Цыренов В.Ж. Основы биотехнологии: Культивирование изолированных клеток и тканей растений: Учебно-методическое пособие. Улан-Удэ: ВСГТУ, 2003. 58 с.

Лихенофлора скальных выходов долины р. Чусовая

Е.А. Щипанова^{1, 2}, Л.В. Новоселова¹, А.Е. Селиванов²

¹ ПГНИУ

² ПГГПУ

Аннотация. В статье приведены результаты таксономического анализа лишайниковой флоры в долине р. Чусовая на участке с. Кын – г. Чусовой. Лихенофлора на исследуемой территории представлена 158 видами, относящимся к 72 родам. Анализ семейственно-видового спектра показывает, что 5 ведущих семейств составляет 43% (68 видов). Лидирующими семействами в районе исследования являются Cladoniaceae и Lecanogaseae.

Ключевые слова: лихенофлора, река Чусовая.

Изучение флоры на региональном уровне имеет большое значение и может являться основой для разноуровневого исследования природных комплексов.

Первой полноценной лихенологической сводкой по Среднему и Северному Уралу является работа П.Н. Крылова, датированная 1882 г. В ней для современной территории Пермского края указываются местонахождения 115 видов [1]. Современный этап изучения лишайникового покрова начинается с 1995 г. и характеризуется целенаправленностью и разнообразием направлений. Центр исследований сосредоточен в Пермском государственном гуманитарно-педагогическом университете (ПГГПУ). Первым из развивающихся направлений были исследования биоразнообразия лишайников особо охраняемых природных территорий, в том числе заповедников «Вишерский» и «Басеги» [2, 3]. Параллельно с изучением лишайников естественных экосистем были выполнены работы на урбанизированных территориях. За несколько лет лихенофлористические исследования охватили целый ряд городов Пермского края (Чердынь, Пермь, Кунгур) и прилегающих к ним пригородных лесов [4]. В последние годы ведутся работы по изучению фитоценозов скальных обнажений. Это направление включает в себя исследование скальных останцев и курумников в горах и береговых скальных обнажений в долинах рек [5, 6]. Первые итоги современного этапа изучения биоразнообразия лишайников представлены научному обществу в монографии «Предварительный список лихенофлоры Пермского края» [7].

Полевые работы в долине р. Чусовая проводились в 2017 г. Пробные площади (описания) закладывались на береговых скальных обнажениях на участке от с. Кын до г. Чусового. Камеральный этап работы

проводился в лаборатории биоразнообразия растений и лишенизированных грибов кафедры биологии и географии ПГГПУ. Образцы подвергались видовой идентификации, проводимой по стандартной методике [8]. Информация об образцах внесена в базу данных «Лишайники Урала», образцы хранятся в лихенологическом гербарии кафедры биологии и географии ПГГПУ (PPU).

В проанализированных образцах выявлено 158 видов лишайников. Все лишайники относятся к отделу Ascomycota, 5 классам (Arthoniomycetes, Candelariomycetes, Eurotiomycetes, Lecanoromycetes, Lichinomycetes), 8 подклассам, 16 порядкам, 33 семействам, 72 родам. Основу таксономического состава лишайников составляют представители класса Lecanoromycetes (табл. 1). В таблице 2 представлены ведущие семейства лишенофлоры.

Таблица 1

Соотношение классов лишайниковой флоры

№	Класс	Число видов	% от флоры
1	Arthoniomycetes	2	1,27
2	Candelariomycetes	1	0,63
3	Eurotiomycetes	8	5,06
4	Lecanoromycetes	145	91,77
5	Lichinomycetes	2	1,27
Всего		158	100

Анализ семейственного спектра показал, что 33 семейства содержат от 1 до 9 родов и от 1 до 18 видов. В таблице 2 приведены сведения по пяти ведущим семействам. Самым крупным по числу видов является семейство Cladoniaceae (18 видов, 11,39% от флоры) (табл. 2). Второе место занимает семейство Lecanoraceae (16 видов, 10,13%). Семейство Teloschistaceae является третьим по числу видов (12 видов, 7,59%). Интересно, что некоторые семейства входят в состав ведущих (по числу видов) за счет многовидовых родов, например, Cladoniaceae (род Cladonia – 18 видов), Peltigeraceae (род Peltigera – 10 видов).

Таблица 2

Ведущие семейства во флоре

№	Семейство	Число родов	Число видов	% от флоры
1	Cladoniaceae	1	18	11,39
2	Lecanoraceae	5	16	10,13
3	Teloschistaceae	9	12	7,59
4	Physciaceae	4	11	6,96
5	Peltigeraceae	2	11	6,96
Всего		21	68	43,03

Библиографический список

1. Крылов П.Н. Материал к флоре Пермской губернии. Вып. 3 // Тр. о-ва естествоиспытателей при Казан. ун-те. 1882. Т. 11, вып. 5. С. 6–40.
2. Селиванов А.Е. К изучению биологического разнообразия лишайников заповедника «Вишерский» // Растительный покров Пермской области и его охрана: межвуз. сб. науч. тр. Пермь, 2003. С. 83–98.
3. Селиванов А.Е. Лишайники заповедников «Басеги» и «Вишерский» (Пермская область) // Новости систематики низших растений. 2005. Т. 38. С. 285–302.
4. Гагарина Л.В. Лишайники городов Пермь, Чердынь, Кунгур (Пермский край, Урал) // Вестник СПбГУ. Сер. 3. 2007. Вып. 3. С. 31–39.
5. Селиванов А.Е., Погудина Е.В. Опыт изучения лишайниковых сообществ на различных по физическим свойствам горных породах // II Междунар. конф. «Лихенология в России: актуальные проблемы и перспективы исследований». СПб., 2014. С. 161–166.
6. Селиванов А.Е. Загребина Е.С., Щипанова Е.А., Печенкина К.О. Растительный покров скальных обнажений на хребте Мунин-Тумп (Северный Урал) // Вестник ПГГПУ. Сер. 2: «Физикоматематические и естественные науки». 2017. Вып. 2. С. 40–51.
7. Селиванов А.Е., Урбанавичюс Г.П., Шкараба Е.М., Шаяхметова З.М., Урбанавичене И.Н. Предварительный список лишенофлоры Пермского края. Пермь, 2015. 156 с.
8. Флора лишайников России: Биология, экология, разнообразие, распространение и методы изучения лишайников // под. ред. М.П. Андреев, Д.Е. Гимельбрант. М; СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 2014. 392 с.

Секция «Экофизиология растений и экология почв»

**Фитотестирование поверхностных слоев почв и ТПО отвалов
и изливов с отвалов Кизеловского угольного бассейна**

Т.В. Багина, Н.М. Митракова

ПГНИУ

Аннотация. На отвалах и изливах с отвалов КУБа образуются техногенных почвы. Почвы отвалов: литостраты и эмбриоземы – имеют слабокислую и нейтральную реакцию и характеризуются удовлетворительным экологическим состоянием поверхностных слоев. Почвы изливов с отвалов (хемоземы) имеют очень кислую и кислую реакцию, неудовлетворительное состояние поверхностных слоев. Рекультивационные мероприятия улучшают экологическое состояние почв изливов.

Ключевые слова: фитотестирование, угольные отвалы и изливы, техногенные поверхностные образования

Добыча угля сопровождается значительными изменениями компонентов окружающей среды, поверхностных, подземных вод и почв [6]. Почвы испытывают значительные изменения химических и физических свойств, могут служить источником загрязнения сопредельных сред [5].

Исследование проведено на территории отвалов и изливов с отвалов Кизеловского угольного бассейна. КУБ расположен в восточной части Пермского края, площадь около 1500 км². Добыча угля велась подземным способом, отходы складировались на поверхности в виде отвалов. В настоящее время существует около 100 отвалов, стоки имеют сильнокислую реакцию – рН 2-3, характеризуются высоким содержанием железа, алюминия, марганца и других элементов [1, 4].

Пробы техногенных поверхностных образований и почв отобраны на двух отвалах и на изливе с отвала. На отвале шахты Центральная отобрана проба литострата глинистого (проба 1К), на отвале проведена рекультивация около 15 лет в виде отсыпки глинистого материала мощностью 0,5 м. В 2021 г. на отвале наблюдается разнотравный луг с проктивным покрытием 100%.

На отвале шахты Северная отобран эмбриозем дерновый (проба 2К) в березовом лесу возрастом 10–15 лет, среди травянистых растений отмечены представители рода *Carex* и *Gramineae*; данный отвал рекультивирован около 30 лет назад путем разравнивания и внесения гашеной извести в верхний слой.

На изливе отвала шахты Широковская отобраны пробы хемозема на рекультивированном 15–17 лет назад участке (3К) и непосредственно на изливе (4К, 5К, 6К), также отобрана проба в 2 метрах от излива на лугу (7К). Рекультивация проведена путем внесения отходов содового производства и биологически активного ила с очистных сооружений [5], на данном участке произрастает березовый молодой лес, травы представлены родами *Carex*, *Gramíneae*, *Onagraceae*.

Участок изливов представляет собой узкую полосу шириной около 10–40 м, характеризующуюся отсутствием растительности, присутствуют остатки древесных стволов в виде пней, поверхность ярко-оранжевого цвета тяжелосуглинистого состава, вязкого и липкого.

Фитотестирование проведено согласно [3], в качестве контрольной пробы использован вермикулит с раствором Кнопа, тест-культура – кресс-салат. Реакция почв определена потенциометрическим методом.

На отвалах ТПО имеют слабокислую и нейтральную реакцию, почвы на изливе имеют очень кислую реакцию $pH=2,7$; проба на рекультивированном участке характеризуется кислой реакцией $pH=4,3$.

Для фитотестирования были использованы верхние слои проб (0–10 см), в пробе 3К с глубин 0–10 см и 10–20 см, для оценки экологического состояния корнеобитаемого слоя рекультивированного участка излива.

Обнаружено достоверное снижение высоты растений, выращенных на пробах с излива с отвала – 5К и 6К на 56% и 68% относительно контроля соответственно (рис. 1), на пробе 4К всходы кресс-салата погибли на третий день эксперимента. Достоверное снижение высоты также наблюдается на пробе 3К-2 на 33% относительно контроля. Снижение высоты более чем на 30% на исследованных пробах указывает на не удовлетворительное состояние почв и ТПО.

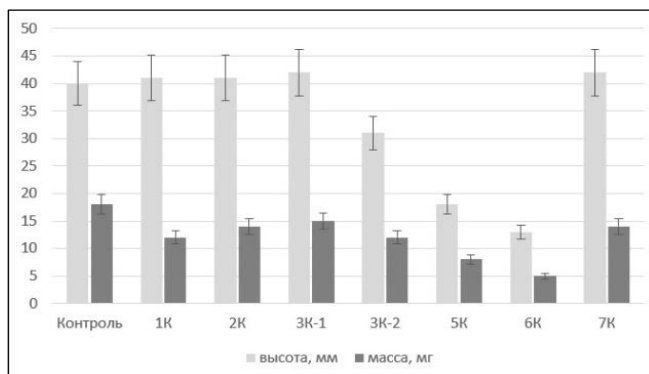


Рис. 1. Высота и масса тест-культуры.

Масса тест-культуры на всех исследуемых пробах достоверно снижена относительно контроля (рис. 1), наибольшее снижение массы характерно для проб 5К и 6К на 56% и 72% относительно контроля соответственно. Для остальных проб характерно снижение массы не более 30%, что указывает на удовлетворительное состояние почв и ТПО отвалов и изливов с отвалов.

Таким образом, результаты фитотестирования показали удовлетворительное состояние литострата и эмбриозема, отобранных на отвалах, а также хемозема, отобранного на рекультивированном участке излива с отвала. Неудовлетворительным экологическим состоянием характеризуются поверхностные слои хемозема, отобранного непосредственно на изливе отвала КУБа. В паре метров от излива почва характеризуется удовлетворительным состоянием.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ, проект №2019-0858.

Библиографический список

1. Белкин П.А., Меньшикова Е.А. Исследование токсичных микроэлементов в отвалах Кизеловского угольного бассейна. Сборник материалов всероссийской школы-семинара «Экологическая безопасность в условиях антропогенной трансформации природной среды». Пермь, 2021. С. 168–172.
2. Блинов С.М., Потапов С.С., Ворончихина Е.А., Доможирова С.А., Батурин Е.Н., Потапов Д.С. Новый метод улучшения экологической ситуации на участках прежнего сброса кислых шахтных вод Кизеловского угольного бассейна // Российская академия наук. Уральское отделение Минералогия техногенеза. 2005. С. 229–237.
3. Еремченко О.З., Митракова Н.В. Способ оценки биологической активности и токсичности почв и техногенных почвогрунтов. Патент РФ №2620555. 2016.
4. Максимович Н.Г., Пьянков С.В. Кизеловский угольный бассейн: экологические проблемы и пути решения. Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т, 2018. 288 с.
5. Шипилова А.М., Семина И.С. Особенности физических свойств почв техногенных ландшафтов лесостепной зоны Кузбасса // Известия УГГУ. 2016. Вып. 3(43). С. 25–28. DOI 10.21440/2307-2091-2016-3-25-28.
6. Bragina P.S., Tsibart A.S., Zavadskaya M.P., Sharapova A.V. Soils on Overburden Dumps in the Forest_Steppe and Mountain Taiga Zones of the Kuzbass // Eurasian Soil Science, 2014. Vol. 47. No. 7. Pp. 723–733. DOI: 10.1134/S1064229314050032.

Накопление пролина и флавоноидов в листьях ржи при адаптации к засоленной почве с разной реакцией среды

А.Р. Баянгулова, О.З. Еремченко

ПГНИУ

Аннотация. Изучено накопление пролина и флавоноидов в листьях ржи посевной при засолении почвы и разной реакции почвенной среды. Отмечено негативное влияние засоления, кислотности и щелочности на массу листьев ржи. Содержание пролина в листьях ржи возросло при засолении почвы на фоне разной реакции среды. На кислой и щелочной почве наблюдалось повышение уровня пролина в листьях ржи, что связано, по-видимому, с участием аминокислоты в регуляции рН клеточной среды. Содержание флавоноидов увеличивалось при засолении почвы с нейтральной реакцией среды, что, возможно, определено осморегулирующей и антиоксидантной функцией флавоноидов.

Ключевые слова: адаптация растений, пролин, флавоноиды.

Одно из основных направлений исследований в современной физиологии растений – устойчивость организмов к неблагоприятным факторам среды [4]. Высокие концентрации солей в почве вызывают серьезное нарушение ионного, осмотического и окислительного статуса растительного организма [5]. Накопление легкорастворимых солей в почве может вызвать значительное увеличение рН до 9–10 единиц. При неблагоприятной реакции почвенной среды у растения появляется дефицит питательных элементов. В кислых (или щелочных) условиях эффективность процессов поддержки рН цитоплазмы может уменьшиться [10].

Одной из стратегии выживания растений при неблагоприятных условиях является аккумуляция низкомолекулярных многофункциональных соединений, выполняющих осмопротекторные, антиоксидантные, рН-регуляторные и др. защитные функции [1, 3, 6, 8]. Цель работы – изучить изменения в содержании пролина и флавоноидов в листьях ржи *Secale cereale* L. при засолении почвы и разной реакции почвенной среды.

Растения выращивали в контейнерах с почвой в различных сочетаниях рН-уровня и засоления NaCl. Исходная реакция дерново-подзолистой почвы – 5,2 рН. Нейтральную среду (рН=7,3) создавали путем добавления CaCO₃, для подщелачивания (до рН=8,48) использовали Na₂CO₃. Хлорид натрия внесли в почву из расчета 0,4%. На 8-й день после появления всходов у растений измеряли сырую массу листьев в 30-кратной повторности. В сухой массе количество пролина изучали

методом Бейтса, флавоноидов – спектрофотометрическим методом. Полученные данные обработаны с применением статистики и дисперсионного анализа.

При проведении эксперимента было выявлено уменьшение массы листьев в вариантах с засолением кислой и щелочной почвы. Кислотный и щелочной стресс усиливают перекисное окисление липидов, которое, в свою очередь, отражается на проницаемости мембран [10]. Эти нарушения мембранных процессов дополнительно усиливают осмотическое и токсическое воздействие солей.

В вариантах с засоленной почвой при разных значениях pH наблюдалось увеличение содержания пролина в листьях ржи (рис. 1). Ряд неорганических ионов могут подавлять активность пирролин-5-карбоксилатдегидрогеназы, что сопровождается накоплением пролина в растениях [2]. В вариантах с кислой и щелочной незасоленной почвой растения также накапливали пролин, способный обеспечивать защиту от окислительного повреждения и поддерживать pH-регуляцию клеточной среды [9].

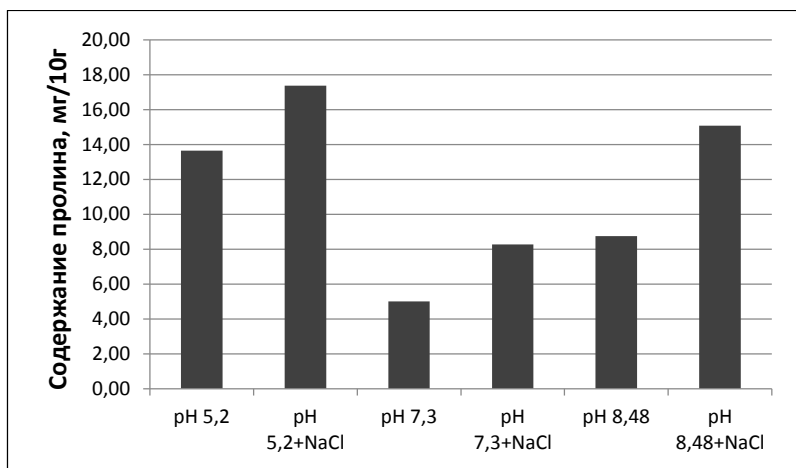


Рис. 1. Содержание пролина в надземной части ржи, мг/10г.

Результаты исследований показали, что на фоне засоления почвы с нейтральной реакцией среды уровень флавоноидов значительно выше, чем в варианте с незасоленной почвой. Флавоноиды защищают мембраны клеток от повреждений, предотвращают автолиз лизосом, митохондрий, различных структур ядра, оказывая в целом цитозащитный эффект [3, 5]. В вариантах с засоленной кислой и засоленной щелочной почвой в листьях ржи флавоноиды не накапливались.

Библиографический список

1. Боталова К.И., Еремченко О.З., Шестаков И.Е. Стратегии выживания растений в зоне солеотвалов в г. Соликамска // Современные проблемы науки и образования. 2015. №3. С. 601.
2. Кафи М., Стюарт В.С., Борланд А.М. Содержание углеводов и пролина в листьях, корнях и апексах сортов пшеницы устойчивых к засолению // Физиология растений. 2003. Т. 50. №2. С. 174–182.
3. Прусакова Л.Д., Кефели В.И., Белонухов С.Л., Вакуленко В.В., Кузнецова С.А. Роль фенольных соединений в растениях // Агрохимия. 2008. №7. С. 86–96.
4. Радюкина Н.Л., Карташов А.В., Иванов Ю.В., Шевякова Н.И., Кузнецов Вл.В. Сравнительный анализ функционирования защитных систем у представителей галофитной и гликофитной флоры в условиях засоления // Физиология растений. 2007. Т. 54. №6. С. 902–912.
5. Рахманкулова З.Ф., Шуйская Е.В., Щербаков А.В., Федяев В.В., Биктимерова Г.Я., Хафизова Р.Р., Усманов И.Ю. Содержание пролина и флавоноидов в побегах галофитов, произрастающих на территории Южного Урала // Физиология растений. 2015. Т. 62. №1. С. 79–88.
6. Тараховский Ю.С., Музафаров Е.Н., Ким Ю.А. Взаимодействие флавоноидов с мембранами // Фенольные соединения: фундаментальные и прикладные аспекты. 2010. С. 108–116.
7. Франко О.Л., Мело Ф.Р. Осмопротекторы: ответ растений на осмотический стресс // Физиология растений. 2000. Т. 47. №1. С. 152–159.
8. Четина О.А., Боталова К.И., Кайгородов Р.В. Влияние щелочности и кислотности корневой среды на состояние защитных систем *Triticum aestivum* L. и *Secale cereale* L. // Физиология растений. 2020. Т. 67. №2. С. 177–187.
9. Четина О.А., Устинова К.И. Некоторые морфометрические параметры *Avena Sativa* и содержание в нем пролина при засолении NaCl на фоне кислой и щелочной реакции почвенной среды // Вестник Пермского университета. 2019. Вып. 3. С. 345–352.
10. Bhuyan M.H.M.B., Hasanuzzaman M., Mahmud J.A., Hossain M., Bhuiyan T.F., Fujita M. Morphophysiological and biochemical responses of *Triticum aestivum* L. to extreme pH: Coordinated actions of antioxidant defense and glyoxalase systems // Plants. 2019. P. 24.

Содержание фенольных соединений в биологически активных кормовых растениях

Ю.П. Болотова, Р.В. Кайгородов

ПГНИУ

Анотация. В данной работе проводится изучение содержания фенольных соединений в кормовых растениях из группы биологически активных трав. Биологически активные травы используются в сельском хозяйстве для повышения устойчивости с/х животных к неблагоприятным факторам, а также повышения качества и количества продукции. В составе биологических активных кормов важнейшую роль играют фенольные соединения. Фенольные соединения обладают рядом функциональных свойств: антиоксидантные, антибактериальные, противовоспалительные и другие.

Ключевые слова: биологически активные растения, фенольные соединения.

Фенольные соединения - вещества ароматической природы, содержащие одну или несколько гидроксильных групп. [5] Отличительной чертой фенольных соединений является наличие ароматического кольца (колец) и одной или нескольких ОН-групп, связанных с атомами углерода этого кольца. Максимум поглощения у всех фенолов 263 нм. Фенольные соединения в растениях выполняют множество разнообразных функций. Многие из них участвуют в основном обмене: например, играют важную роль в процессах фотосинтеза и дыхания. Однако большинство фенольных соединений – типичные представители вторичного метаболизма.

Галловая кислота – орешковая или 3,4,5-триоксibenзойная кислота ($C_7H_6O_5$). Получают щелочным и ферментативным гидролизом танинов. Образует бесцветные кристаллогидраты с 1 молекулой воды, хорошо растворима в кипящей воде, спирте, хуже – в эфире.

Кверцетин. Вещество (3,3',4',5,7-пентагидроксифлавоон или $C_{15}H_{10}O_7$) относится к флаваноидам (растительные полифенолы). Является антиоксидантом, ингибирует ферменты, выброс гистамина, используется как лекарственное средство при различных заболеваниях.

Катехины – органические вещества из группы флавоноидов. Однако редокс-превращения катехинов играют важную роль в технологии многих пищевых производств, таких как ферментация чая, виноделие, изготовление какао.

Фенилаланин: 2-амино-3-фенилпропановая кислота ($C_9H_{11}NO_2$) является ароматической альфа-аминокислотой. Существует в двух оптически изомерных формах D и L и в виде рацемата (DL). L-форма входит в состав белков всех известных живых организмов, играет роль в стабилизации белковых структур [6].

Флавоноиды – крупнейший класс растительных полифенолов. Многие флавоноиды – пигменты, придающие разнообразную окраску растительным тканям. Так, антоцианы определяют красную, синюю, фиолетовую окраску цветов, а флавоны, флавонолы, ауруны, халконы – жёлтую и оранжевую. Они принимают участие в фотосинтезе, образовании лигнина и суберина [1].

Таблица 1

Суммарное содержание фенольных соединений и флавоноидов

Вид растения	Сумма фенольных соединений, %	Сумма флавоноидов, %
Астрагал датский	2,12±0,04	0,39±0,01
Левзея сафлоровидная	4,21±0,08	1,02±0,02
Люцерна посевная	1,61±0,12	0,31±0,01
Клевер открытозевый	7,65±0,21	0,62±0,01
Козлятник восточный	2,16±0,03	0,68±0,02
Экспарцет песчаный	3,92±0,06	0,97±0,03

В качестве лекарственных средств применяются флавоноиды рутин и кверцетин, называемые Р-витаминами. Они обладают способностью, особенно выраженной в сочетании с аскорбиновой кислотой, уменьшать проницаемость и ломкость капилляров, тормозят свёртывание крови и повышают эластичность эритроцитов.

В качестве объекта исследования было использовано 6 видов растений: левзея сафлоровидная, эспарцет песчаный, козлятник восточный, астрагал датский, клевер открытозевый, люцерна посевная, данные растения были взяты на базе Пермского научно-исследовательского института сельского хозяйства.

В таблице 1 приведены данные по содержанию суммы фенольных соединений в целом и их класса флавоноидов в надземных частях исследуемых биологически активных кормовых трав. Исследование проводилось методом спектрофотометрии.

Таблица 2

**Содержание индивидуальных фенольных соединений,
мг/100 г сухого веса**

Вид растения	Фенольные соединения					
	Галловая кислота	Кофейная кислота	Феруловая кислота	Рутин	Дигидро-кверцетин	Кверцетин
Астрагал датский	529	351,5	315,5	88	336,5	н.о.
Левзея сафлоровидная	н.о.	677,25	586,75	115,5	548,75	105
Люцерна посевная	56,75	62,25	249,25	142,25	737	96,75
Клевер открытозевый	114,25	298	504	123,75	933,25	511,25
Козлятник восточный	123	65,25	238	32	415	н.о.
Экспарцет песчаный	191,25	486,5	1144	196	473,25	104,5

Как показали результаты, исследованные виды кормовых трав достоверно отличались по суммарному содержанию фенольных соединений в целом, с максимальной концентрацией у клевера открытозевового. По сумме флавоноидов максимальным содержанием отличалась левзея сафлоровидная. Минимальное содержание фенольных соединений и флавоноидов установлено в надземной биомассе люцерны посевной.

Методом ВЭЖК было исследовано содержание индивидуальных фенольных соединений в собранных растениях. В ходе анализа было выяснено, что в исследуемых видах кормовых содержание индивидуальных фенольных веществ достоверно отличается, что необходимо учитывать при составлении рациона кормления животных.

Библиографический список

1. Борисова Г.Г., Ермошин А.А., Малаева М.Г., Чукина Н.В. Основы биохимии вторичного обмена растений / учеб. пособие. М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. Екатеринбург: изд-во Урал. ун-та, 2014. 128 с.

2. Кайгородов Р.В., Чудинова Л.А., Москвина Н.В. Спецглавы физических и химических наук: инструментальные методы исследований [Электронный ресурс]: учеб. пособие. Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2015.
3. Коробов П.П., Киселев А.И. Бобовые культуры – резерв производства белка. Тула: Приокское кн. изд., 1979. 121 с.
4. Сафин Х.М., Зотов А.А. Сенокосы и пастбища Урала. Уфа: Гилем, 2009. 359 с.
5. Kouakou T.H., Waffo-Te'guo P., Kouadio Y.J., Valls J., Richard T., Decendit A., Me'rillon J.-M. Phenolic compounds and somatic embryogenesis in cotton (*Gossypiumhirsutum* L.) // *Plant Cell Tiss Organ Cult.* 2007. V. 90. P. 25–29.
6. Reis E., Batista M.T., Canhoto J.M. Effect and analysis of phenolic compounds during somatic embryogenesis induction in *Feijoa sellowiana* Berg // *Protoplasma.* 2008, V. 232. P. 193–202.

Содержание радона в почвах Тобольского и Вагайского района Тюменской области

Ю.К. Бояршинова¹, В.Ю. Ушаков¹, Г.С. Алимова²

¹ ПГНИУ

² Тобольская научная комплексная станция УрО РАН

Аннотация. Проводилось исследование почв Тобольского и Вагайского района Тюменской области на содержание радона. Полученные данные свидетельствуют о некотором превышении потока радона вблизи города Тобольск.

Ключевые слова: радиоактивность, радон, почвы Тюменской области.

На сегодняшний день, радиоактивное загрязнение почв и окружающей среды в целом приобретает всё более глобальное значение. Данная экологическая проблема связана с увеличением концентрации радиоактивных веществ в почвенной толще вследствие антропогенной деятельности. Так, интенсивное извлечение из недр земли нефти, руды, угля, газа, а также развитие атомной промышленности неизбежно способствует увеличению количества искусственных радионуклидов в почве, в том числе и исследуемого нами радона.

Радон ($Rn-222$) является самым тяжёлым газом из инертных, не имеет запаха и вкуса, прозрачный и бесцветный, измеряется, как правило, в беккерелях на 1 м^3 воздуха ($Бк/м^3$). Образуется в процессе радиоактивного распада урана ($U-238$), а точнее радия ($Ra-226$) [1]. По санитарным правилам и нормативам, допустимые значения плотности потока радона с поверхности почв и грунтов составляют: не более $80\text{ мБк/м}^2\text{с}$, предназначенных для строительства жилых зданий; не более $250\text{ мБк/м}^2\text{с}$ для строительства зданий производственного назначения [4].

Период полураспада радона составляет 3,8 суток, что позволяет ему проникать в жилые дома, где дальнейшая дезинтеграция элемента приводит к образованию химически и радиологически активных дочерних атомов [5]. Последние, к которым относится 4 изотопа с периодом полураспада менее 30 минут, представляют максимальную опасность для человека, поскольку испускают альфа-частицы, состоящие из 2 протонов и 2 нейтронов, а также имеют большую массу и энергию. Подобное альфа-излучение способно вызвать клеточную трансформацию в респираторном тракте и привести к развитию рака лёгких, то есть рака, фактически индуцированного радоном [2].

Описываемое исследование началось ещё в 2019 году, за его период было заложено и описано около 25 почвенных разрезов, 5 из которых будут представлены в данной статье. Ранее на территории Тюменской области работы, посвящённые исследованию радиоактивности почв довольно малочисленны и проводились лишь на севере региона. Поэтому подобное исследование имеет особую значимость и перспективность.

Целью исследования было изучение отобранных почвенных проб на предмет содержания в них радона и проведение необходимых физико-химических анализов. Основной методикой было использование измерительного комплекса «Камера-01» [3], при помощи которого фиксировалось содержание Rn-222 в почвах.

Так, среди 5 исследуемых почвенных разрезов Тюменской области: в двух из них фиксируется сильное превышение содержания радона (>250 мБк/м²с); в одной незначительное превышение (>80 мБк/м²с), а в двух оставшихся превышение не наблюдается (<80 мБк/м²с) Более подробные показатели представлены в таблице 1.

Исходя из данных, представленных в таблице 1, сильное превышение Rn-222 фиксируется в нижних горизонтах (на глубине 40 и 60 см) двух почвенных разрезов: дерново-карбонатная (№4), расположенная на территории г. Тобольск (на глубине 60 см – 267 мБк/м²с); и дерново-луговая почва (№5), расположенная недалеко от села Абалак (на глубине 40 см – 273; а на глубине 60 см – 431 мБк/м²с). Незначительное превышение (103 мБк/м²с) наблюдается на 20 сантиметровой глубине в разрезе дерново-луговой оглеенной почвы (№3). Нормальное содержание Rn-222 наблюдается в двух почвенных разрезах, расположенных в зоне смешанного леса, это: серая оглеенная со вторым гумусовым горизонтом (№1); и дерново-подзолистая со вторым гумусовым горизонтом (№2).

Таблица 1

Оценка плотности потока радона в исследуемых почвах

№	Географические координаты	Глубина почвенного разреза			
		0 см	20 см	40 см	60 см
1	N 58.5325° E 68.692233°	26	10	21	53
2	N 58.470417° E 68.671283°	23	43	40	79
3	N 58.077217° E 68.791933°	16	103	41	32
4	N 58.266867° E 68.263717°	54	104	139	267
5	N 58.174767° E 68.6322670°	14	166	283	431

Таким образом, анализируя все полученные результаты, можно предположить, что загрязнение Rn-222 имеет место быть на всей исследуемой территории. Превышение радона в основном фиксируется в

нижних горизонтах почвенного слоя, что указывает на загрязнение в области грунтовых вод, которое, в свою очередь, может быть связано с близким расположением исследуемых разрезов к речным террасам. Также следует отметить, что сильное превышение радона наблюдается в почвах, расположенных сравнительно близко от промышленного города Тобольск – мощного источника радоновых выбросов.

Библиографический список:

1) Левин М.Н., Негробов О.П., Гитлин В.Р., Селиванова О.В., Иванова О.А. Радон: учеб. пособие. Воронеж: Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2008. 42 с.

2) МедУнивер // Облучение радоном и его последствия: сайт. URL: <https://meduniver.com/Medical/toksikologia/> (дата обращения: 10.03.2022).

3) Паспорт №136132.134: Комплекс измерительный для мониторинга радона «Камера-01» // Научно-технический центр «НИТОН». М., 2003.

4) Приложение. СП 2.6.1.2612-10 // Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010): сайт. URL: <https://base.garant.ru/> (дата обращения: 13.02.2022).

5) Ярмоненко С.П., Вайнсон А.А. Радиобиология человека и животных: учебное пособие для студентов медицинских и биологических специальностей вузов. М.: Высшая школа, 2004. 549 с.

Содержание аминокислот в биологически активных кормовых растениях

К.В. Васильева, Р.В. Кайгородов

ПГНИУ

Аннотация. Состояние здоровья животного, его продуктивность и воспроизводительные качества зависят от его рациона. Важно чтобы питание было сбалансированным, богатым питательными веществами. Дисбаланс приводит к нарушению работы всего организма и к снижению продуктивности животного. Все это влечет за собой существенный ущерб животноводству.

В основе рациона животных лежат корма растительного происхождения. На данный момент известно много кормовых растений, изучены их свойства и влияние на организм животного.

В данной работе проводится изучение содержания аминокислот в кормовых растениях из группы биологических активных трав [5].

Цель работы – оценить свойства кормовых растений из группы биологически активных трав, изучить содержание аминокислот в некоторых видах кормовых растений.

Ключевые слова: биологически активные травы.

Корма – это продукты растительного, животного, минерального и искусственного происхождения, которые обеспечивают нормальное функционирование организма животного и способствуют получению из них продукции высокого качества. Кормов, удовлетворяющих потребности животных всеми питательными веществами нет, поэтому в рацион животного включаются соответствующие кормовые добавки. Кормовые добавки – дополняют рацион животного, регулируя количество питательных и биологически активных веществ, обеспечивающие здоровье и высокую продуктивность животного [5].

Растения, в которых накапливается достаточное количество разнообразных биологически активных веществ, называются биологически активными травами. Биологически активные кормовые растения применяются с целью профилактики заболеваемости животных, и, следовательно, ведет к получению продуктивности высокого качества [1].

Все жизненно важные процессы связаны с белковым обменом. Белки состоят из аминокислот (заменимых и незаменимых). Чем больше аминокислот в белке, тем полноценнее он по биологической питательности. В рационе животных должны присутствовать 10 незаменимых аминокислот. Недостаток или дисбаланс незаменимых

аминокислот в рационе животного сопровождается ухудшением использования протеина, нарушением метаболизма, снижением продуктивности [5].

Растения синтезируют все протеиногенные аминокислоты, среди них наиболее важные для животных – фенилаланин, триптофан, тирозин, валин, лейцин и изолейцин. Вероятно, что аминокислоты синтезируются в хлоропластах, митохондриях, пероксисомах и в других компартментах клетки. Перевод органического азота в органические соединения происходит через аммиак и после включаются в состав органических соединений.

Также в растениях имеются непротеиногенные аминокислоты, которые синтезируются из протеиногенных. Они служат в качестве транспортных и запасных метаболитов для восстановления азота. К ним относятся, например, триптамин, гистамин.

Биосинтез белка – процесс реализации генетической информации ДНК в определенную последовательность аминокислот в белковые молекулы, осуществляется в несколько этапов: транскрипция, процессинг, трансляция [3].

Объектами исследования были выбраны левзея сафлоровидная (*Rhaponticum carthamoides*), эспарцет песчаный (*Onobrychis arenaria*), клевер раскрытозевый (*Trifolium apertum*), астрагал датский (*Astragalus danicus*), козлятник восточный (*Galega orientalis*) и люцерна посевная (*Medicago sativa*), собранные на базе НИИ Сельского хозяйства «Пермский» (с. Лобаново, Пермский край).

Содержание аминокислот определяли в надземной массе кормовых растений в воздушно-сухом состоянии методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на приборе Ultimate 3000, Dionex с ультрафиолетовым детектором и колонкой C₁₈ 2,1×150 мм [4]. Для разделения аминокислот применяли градиентный режим, определение проводили при длине волны 252 нм [2].

В ходе работы было изучено содержание аминокислот в сельскохозяйственных кормовых культурах: левзее сафлоровидной, эспарцете песчаном, козлятнике восточном (фазы цветения и бутонизации), астрагале датском, люцерне посевной и клевере раскрытозевом. Результаты представлены в таблице 1. Из изученных аминокислот максимальное содержание было характерно для гистидина.

Установлено, что максимальным содержанием исследуемых аминокислот отличалась левзея сафлоровидная. У козлятника восточного содержание аминокислоты гистидин существенно повышается в фазу бутонизации.

Таким образом, полученные первичные данные показали существенную видовую специфику содержания аминокислот в кормовых

растениях, а также изменение концентрации аминокислот в зависимости от фенологической фазы растения.

Таблица 1

Содержание аминокислот в кормовых растениях, мг/100 г

Аминокислота	Левзея сафлоровидная	Эспарцет песчаный	Козлятник Восточный (фаза цветения)	Козлятник Восточный (фаза бутонизации)	Астрагал датский	Люцерна посевная	Клевер открытый
Гистидин	3973	1112	573	1799	1164	753	1259
Фенилаланин	520	452	169	177	483	159	350
Триптофан	83	49	13	13	54	18	32

Библиографический список

1. Базанов Г.А. Лекарственные формы, сырье и препараты из растений Верхнего Поволжья. М., 1998. 122 с.
2. Борисова Г.Г., Ермошин А.А. и др. Основы биохимии вторичного обмена растений. Екатеринбург, 2014. 128 с.
3. Зитте П., Вайлер Э.В., Кадерайт Й.В. и др. Ботаника: учебник для вузов: в 4 т.; на основе учебника Страсбургера Э. и др., 2 т., 35-е издание. М., 2008. 496 с.
4. Кайгородов Р.В., Чудинова Л.А., Москвина Н.В. Спецглавы физических и химических наук: инструментальные методы исследования. Пермь, 2015. 129 с.
5. Мухина Н.В., Смирнова А.В., Черкай З.Н., Талалаева И.В. Корма и биологически активные кормовые добавки для животных. М., 2008. 271 с.

Вторично засоленные аллювиальные почвы и ТПО

в долине реки Толыч

С.А. Зотова, Д.В. Яценко, Н.В. Москвина

ПГНИУ

Аннотация. Аллювиальные почвы долины р. Толыч трансформируются под воздействием сбросов промышленных предприятий Березниковско-Соликамского промышленного узла (далее БСПУ) в солончаки с разным химизмом и степенью засоления. Химизм засоления определяется составом сточных вод. Процессы гумусообразования и гумусоаккумуляции не идут, растительность угнетена.

Ключевые слова: вторичное засоление, минерализованные воды, аллювиальные почвы.

Проблема техногенного засоления остро стоит на территории БСПУ в связи с разработкой Верхнекамского месторождения калийных солей. Накоплен значительный объем данных о физико-химических свойствах почв и ТПО, функционирующих в зоне солеотвалов [1]. Однако в настоящее время недостаточно данных по трансформации и устойчивости почвенного покрова, связанной с работой других крупных предприятий химической промышленности БСПУ. Технологические процессы предприятий неорганического синтеза характеризуются высоким водопотреблением и образованием большого объема сточных вод с высоким содержанием взвешенных веществ и минеральных примесей [2]. Промышленные сточные воды предприятий г. Березники очищаются от взвешенных веществ главным образом в шламонакопителях и прудах-отстойниках. Осветленные стоки сбрасываются в Промышленный канал (ПК) – гидротехническое сооружение с частично искусственным руслом; был создан для сбора и транспортировки стока рек Толыч и Зырянка в Камское водохранилище через защитную дамбу, созданную при строительстве Камского водохранилища и отрезавшую возможность естественного стока рек. Функцию переброски вод в Камское водохранилище через дамбу выполняет станция перекачки.

Целью работы была оценка экологического состояния почв долины реки Толыч (ПК) в зоне воздействия сбросов крупных промышленных предприятий г. Березники.

Исследования были проведены на 6 участках: контрольный участок заложен на берегу залива р. Затолыч, участки 2, 3 и 4 были заложены ниже по течению от места разгрузки сточных вод ОАО «Березниковский содовый завод», ОАО «Сода-Хлорат» и Филиал «Азот»

АО «ОХК «УРАЛХИМ» соответственно, участок 5 был заложен на берегу р. Толыч поблизости от места ее впадения в ковш-отстойник, участок 6 был заложен на берегу ковша-отстойника. На каждом из участков пробы поверхностных горизонтов почв и ТПО отбирались в 5 точках на расстоянии 0–4 м от воды (за исключением участка 6, где пробы были отобраны в двух точках в силу труднодоступности), а также на расстоянии порядка 10 м от воды на участке 3. В образцах почв и ТПО определили pH, содержание легкорастворимых солей и органического углерода. Статистическая обработка полученных данных была проведена в программе PAST.

Аллювиальная иловато-гумусовая глеевая почва контрольного участка Затолыч по величине сухого остатка является незасоленной (0,19%); pH в среднем 7,55; среди анионов преобладают сульфаты (0,94–1,37 мг-экв/100 г), среди катионов – кальций.

Участок 2 заложен ниже по течению от места разгрузки сточных вод ОАО «БСЗ». Растительность на расстоянии 0–4 м у воды отсутствует либо очень скудная с признаками угнетения. Почва в низкой пойме – солончак соровый, с рыхлой влажной коркой солей на поверхности и черным гелеобразным сульфидным горизонтом под ним. Солончаки имеют резкощелочную реакцию среды (pH вод >10). Величина сухого остатка в верхних слоях в среднем составляет более 2%. Тип засоления хлоридный с участием соды, по катионному составу – натриево-магниевый. Содовые солончаки являются очень токсичными для растений почвами. Предварительное фитотестирование показало крайнюю токсичность почвы, что проявилось в отсутствии даже всходов растений.

Участок 3 заложен в низкой пойме на левом берегу р. Толыч. На расстоянии 0–4 м у воды также сформировались солончаки соровые. Были взяты пробы почвы на относительной возвышенности местности по отношению к реке, расстояние от воды около 10 м. Обнаружено, что влияние сбросов БСЗ прослеживается даже на удалении от воды. Реакция среды на этом участке сильнощелочная (pH вод. в среднем 9,05). Величина сухого остатка в среднем составляет 0,9%; почвы средnezасоленные. По типу засоления почвы на участке сильно варьируют. В целом можно отметить возрастание доли сульфатов и достоверное снижение pH, сухого остатка и содержания хлоридов по мере удаления от воды, что объясняется, по-видимому, меньшей растворимостью сульфатов и вымыванием легкорастворимых хлоридов.

На участке 4 возле выхода коллекторов 1 и 4 ОАО «Азот» наблюдается резкое увеличение величины сухого остатка – до 8,4%, в среднем она составляет 3%. Снижение pH и увеличение сухого остатка в месте выхода коллекторов «Азота» может происходить по причине: а) оседа-

ния загрязняющих веществ от сбросов БСЗ в русле реки; б) нейтрализации сбросов ОАО «БСЗ» сбросами ОАО «Азот», что увеличивает показатель сухого остатка.

Участок 5 был исследован возле автомобильного моста, недалеко от места впадения р. Толыч в ковш-отстойник. Между участками 4 и 5 расположены солеотвал и шламохранилище БПКРУ-1. На участке сформированы ТПО (шло разравнивание поверхности бульдозером), на берегу реки – солончак по аллювиальной глееватой почве. Поверхность почвы и ТПО покрыта коркой солей, растительность изрежена, галофитная. Величина сухого остатка в поверхностном слое почвы и ТПО достигала 4%. Тип засоления – хлоридный (отношение $\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{2-}$ – от 8 до 19 в корке солей), содержание ионов HCO_3^- и SO_4^{2-} в среднем в 10 раз ниже, чем хлоридов. Среди катионов в поверхностных слоях преобладают кальций и натрий в разных соотношениях. Отмечено достоверное уменьшение содержания сульфатов и магния по сравнению с участком 4, расположенным выше по течению.

Участок 6 был описан в самой крайней правой части ковша-отстойника. Отбор проб из основной части правого рукава был затруднителен в силу ограниченного доступа к воде. Реакция среды на участке сильно-щелочная (рН вод от 8,50 до 8,79). Величина сухого остатка в среднем составляет 0,7%, ТПО относится к средnezасоленным. В составе анионов преобладают сульфаты, их содержание в среднем в 10 раз выше, чем содержание хлоридов, по-видимому, в силу меньшей растворимости и подвижности. Содержание катионов кальция выше в 1,5–5 раз, чем содержание катионов натрия. Содержание катионов магния минимально. По-видимому, при отсутствии поступления засоляющих ионов с водой на окраину отстойника в прибрежных почвах (ТПО) в условиях промывного водного режима происходит вымывание в первую очередь легко растворимых хлоридов.

Содержание органического углерода в почвах отражает уровень их плодородия. Исследованные почвы отличаются крайне низким содержанием $\text{C}_{\text{орг}}$ – менее 1%. Исключение составляет только контрольный участок Затолыч, где содержание органического углерода составляет порядка 2% в поверхностном слое. Влияние сбросов промышленных предприятий вызывает засоление аллювиальных почв долины р. Толыч токсичными для растений солями. Растительность на исследованных участках изрежена, имеет признаки угнетения (невысокий рост, красноватая окраска листьев). Из-за токсичности почв не происходит гумусообразования и гумусонакопления даже на расстоянии порядка 10 м от реки.

Таким образом, в долине р. Толыч под воздействием сточных вод промышленных предприятий формируются вторично засоленные аллювиальные почвы с разным химизмом и типом засоления.

Библиографический список

1. Техногенные поверхностные образования зоны солеотвалов и адаптация к ним растений: монография / О.З. Ерёмченко, О.А.Четина, М.Г. Кусакина, И.Е. Шестаков. Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2013. 148 с.

2. Коробова Н.Е. Комплексное решение проблемы очистки сточных вод предприятий неорганического синтеза г. Березники Пермского края / Н.Е. Коробова, И.С. Глушанкова, Л.В. Рудакова // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Урбанистика. 2011. №2(2). С. 85–96.

Динамика остаточного содержания нефтепродуктов после технической рекультивации темно-бурой почвы

Е.А. Ложкина, Р.В. Сапцын, О.З. Еремченко

ПГНИУ

Аннотация. После проведения технической рекультивации верхний слой темно-бурой почвы характеризовался остаточным нефтезагрязнением. В течение последующего года процессы самоочищения почвы привели к снижению содержания остаточной нефти в 3,5 раза, однако, региональный норматив допустимого содержания нефтепродуктов остается превышенным в 1,9 раза.

Ключевые слова: нефтезагрязнение, рекультивация, самоочищение.

Нефть и нефтепродукты имеют сложный многокомпонентный состав, общую токсичность и токсичность отдельных компонентов, высокую миграционную способность в ландшафтах. С ростом добычи нефти, подготовки, переработки и транспортировки углеводородного сырья нефтяной промысел превращается в источник загрязнения окружающей среды токсичными, химически стойкими, высокоподвижными компонентами [1, 2, 3, 4]. Цель данной работы – оценить эффективность технического этапа рекультивации нефтезагрязненной почвы и способность почвы к самоочищению.

После аварийного разлива нефти верхний загрязненный слой темно-бурой почвы был вывезен для санации. На рекультивированном участке отбирали смешанные пробы из слоя почвы 0–20 см на содержание остаточной нефти после проведения рекультивационных работ – осенью, через полгода – в весенний период, еще через полгода – в осенний период.

После удаления верхнего загрязненного слоя содержание остаточных нефтепродуктов составляло 17073 мг/кг почвы и превышало региональный норматив допустимого остаточного содержания нефтепродуктов (ДОСНП=2500 мг/кг почвы) [5] в несколько раз. Фоновые значения (содержание в незагрязненной почве) были превышены более чем в 200 раз.

В течение последующих 6 месяцев зимне-весеннего периода развивались процессы самоочищения верхнего слоя почвы, которые могли быть связаны с вымыванием водорастворимых фракций нефтепродуктов, деградацией нефти под влиянием физико-химических факторов среды [2]. Содержание остаточной нефти в верхнем слое

рекультивированной почвы весной снизилось до 8447 мг/кг почвы, т.е. стало в 2 раза ниже, по сравнению с предыдущим сроком наблюдений. Однако норматив ДОСНП оставался превышенным в 3,4 раза.

В последующий весенне-летне-осенний период разрушение нефтепродуктов развивалось при участии углеводородокисляющей микрофлоры, которая активизируется в нефтезагрязненной почве [1]. Количество остаточной нефти в верхнем слое рекультивированной почвы снизилось до 4820 мг/кг почвы, однако норматив ДОСНП остался превышенным в 1,9 раза.

Библиографический список

1. Баландина А.В., Еремченко О.З. Микробная ремедиация нефтезагрязненных агродерново-карбонатных почв и техногенных поверхностных образований в подзоне южной тайги. Пермь, 2016. 100 с.
2. Оборин А.А. Хмурчик, В.Т., Иларионов С.А., Макарова М.Ю., Назаров А.В. Нефтезагрязненные биогеоценозы. Пермь, 2008. 511 с.
3. Салангинас Л.А. Изменение свойств почвы под воздействием нефти и разработка системы мер по их реабилитации. Екатеринбург, 2003. 411 с.
4. Черняховский Э.Р. и др. Применение различных технологий при ликвидации последствий аварийных разливов нефти, нефтепродуктов и продуктов переработки нефтесодержащих отходов // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2004. №6. С. 27–29.
5. Постановление Правительства Пермского края №813-п от 20.12.2018 (с изменениями на 23 декабря 2020 года) «Об утверждении региональных нормативов допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах Пермского края и Порядка их применения».

**Свойства аллювиальных почв долины р. Чёрная,
находящихся под воздействием солеотвала
Е.Е. Малышкина, И.В. Пахоруков
ПГНИУ**

Аннотация. Исследованы почвы долины реки Чёрной, находящиеся под влиянием минерализованных подземных вод от складированных отходов производства солей калия. Анализ водных вытяжек аллювиальных солончаковых почв позволили определить химизм засоления.

Ключевые слова: засоление, аллювиальные почвы.

Одной из причин вторичного засоления почв является техногенное галохимическое загрязнение, которое может быть вызвано растворением галитовых отходов с солеотвалов [1,2]. В процессе миграции минерализованных подземных вод происходит дифференциация солей, связанная с подвижностью ионов. В результате ландшафтной дифференциации может происходить смена химизма засоления вод, а в последующем и химизма засоления почв. Наши данные по соотношению ионов в водных вытяжках из аллювиальных почв, расположенных на разном расстоянии от солеотвала, показали изменение в соотношении катионов и анионов.

Цель настоящего исследования – сравнить свойства аллювиальных почв в долине р. Чёрная, находящихся под воздействием минерализованных вод от солеотвала БКПРУ-3.

В долине реки Чёрной (Пермский край) были заложены два почвенных разреза до глубины водонасыщенных грунтов и собраны материалы для дальнейшего анализа. Разрез №1 был заложен на расстоянии 500 м западнее солеотвала, а разрез №2 – ниже по течению реки 1330 м юго-западнее солеотвала. Расстояние между разрезами составило 1510 м. В соответствии с Классификацией и диагностикой почв России (2004) [4] исследованные почвы были диагностированы как: аллювиальная серогумусовая глеевая сульфатная натриевая солончаковая почва (разрез №1) и аллювиальная серогумусовая глеевая хлоридная натриевая солончаковая почва (разрез №2). Ионно-солевой состав изучали в водной вытяжке (в соотношении 1:5): HCO_3^- – титрованием раствором серной кислоты, SO_4^{2-} – весовым методом, Cl^- – аргентометрическим методом по Мору, Ca^{2+} и Mg^{2+} – комплексонометрическим методом, Na^+ и K^+ – пламенно-фотометрическим методом [5].

В профиле аллювиальной серогумусовой глеевой сульфатной натриевой солончаковой почвы (разрез №1) наблюдалось высокое

содержание сульфатов: в срединных горизонтах концентрация SO_4^{2-} превышала концентрацию Cl^- в 7–8 раз, а в верхних горизонтах концентрация сульфатов была в 1,6–2 раза меньше концентрации хлоридов (рис. 1). Среди катионов в исследуемых образцах в верхних горизонтах значительно преобладали ионы Na^+ над ионами K^+ . С 33 см и глубже ионы калия преобладают над ионами натрия в 1,5–2 раза.

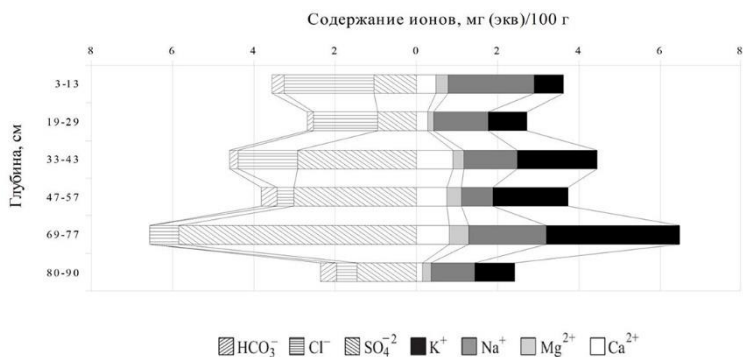


Рис. 1. Солевой профиль аллювиальной серогумусовой глеевой сульфатной натриевой солончаковой почвы (Разрез №1).

В аллювиальной серогумусовой глеевой хлоридной натриевой солончаковой почве (разрез №2) по всему профилю среди анионов ионы Cl^- доминировали над ионами SO_4^{2-} , а среди катионов содержание Na^+ превышало K^+ в 2,7–3,6 раз (рис. 2).

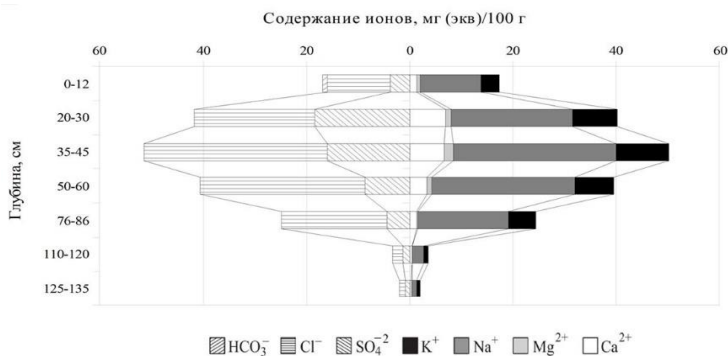


Рис. 2. Солевой профиль аллювиальной серогумусовой глеевой хлоридной натриевой солончаковой почвы (Разрез №2).

При сравнении двух исследованных разрезов наблюдается изменение химизма засоления, связанное с подвижностью анионов по рельефу – хлориды более подвижны, чем сульфаты [5]. Поэтому в разрезе №1 наблюдается накопление ионов SO_4^{2-} , так как они задерживались в почве, а хлориды мигрировали с подземными водами по руслу р. Чёрной. Высокие концентрации хлоридов наблюдались в образцах разреза №2. Таким образом, изменение химизма засоления почвы зависит, в том числе от подвижности ионов.

Библиографический список

1. Пахоруков И.В., Еремченко О.З. Свойства вторично засоленных аллювиальных почв в таежно-лесной зоне Прикамья // Сибирский лесной журнал. 2021. №3. С. 76–86.
2. Еремченко О.З., Пахоруков И.В., Шестаков И.Е. Развитие солончакового процесса в почвах долин малых рек таежно-лесной зоны в связи с производством калийных солей // Почвоведение. 2020. №4. С. 483–494.
3. Классификация и диагностика почв России / Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева, М.И. Герасимова. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
4. Унифицированные методы анализа вод / Ю.Ю. Лурье. Изд. 2-е, испр. М.: Химия, 1973. 376 с.
5. Бармин А.Н., Валов М.В., Иолин М.М. Геохимические особенности миграции легкорастворимых солей в почвах лугов низкого уровня дельты реки Волги // Российский журнал прикладной экологии. 2015. №1(1). С. 39–43.

Некоторые химические свойства корнеобитаемого слоя почв при техногенном засолении

А.Д. Мальцева, Е.Е. Малышкина, А.Д. Шилова, С.В. Щербёнок, О.А. Четина

ПГНИУ

Аннотация. Представлены результаты исследований некоторых химических свойств корнеобитаемого слоя вторично засоленных почв. Установлено, что аллювиальные почвы в пойме р. Лёнва, формирующиеся под воздействием техногенных солей, характеризовались нейтральной и кислой реакцией среды, повышенным содержанием подвижного калия и натрия в поверхностных слоях. Содержание органического вещества в почвах варьировало от среднего и до очень высокого уровня.

Ключевые слова: техногенное засоление, подвижный натрий, подвижный калий, органический углерод.

Антропогенная деятельность приводит к повышению концентрации солей в почве до уровней, которые влияют на ее качество и, соответственно, на жизнедеятельность организмов. Если оставить без внимания эту проблему, то к 2050 году засоление может распространиться более чем на 50% земель, подверженным влиянию человека [1]. Избыточное накопление солей в почве угнетает растительность. Повышенное осмотическое давление почвенного раствора, вызванное накоплением солей, затрудняет поступление воды в клетки растений. Избыток соли, попадающий в цитоплазму клеток растений, оказывает токсическое действие, вызывая нарушения метаболизма [2].

Целью нашего исследования явилось изучение некоторых химических свойств корнеобитаемого слоя почв, подверженных техногенному засолению.

Образцы аллювиальных почв отобраны в пойме р. Лёнва, куда мигрируют рассолы с объектов отвально-шламового хозяйства БКПРУ-3 (г. Березники Пермского края), всего 13 образцов из корнеобитаемого слоя почв (0–20 см). Исследования проведены в связи с изучением адаптации растений к условиям техногенного засоления.

В отобранных образцах почв определяли $pH_{\text{вод}}$, $pH_{\text{сол}}$ – потенциометрическим методом (ГОСТ 26423-85); содержание органического углерода по Тюрину в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-91); подвижные Na^+ и K^+ , извлеченные 0,2 н раствором HCl при соотношении почва: раствор 1:5 – методом пламенной фотометрии.

В ходе исследования было выявлено, что в корнеобитаемом слое реакция почвенной среды колебалась от резкокислой до нейтральной (табл. 1). Почти половина образцов имели нейтральную реакцию среды, треть образцов – слабокислую, остальные характеризовались резкокислой реакцией почвенной среды (рис. 1).

Таблица 1

**Изучаемые показатели корнеобитаемого слоя почв (0–20 см)
при техногенном засолении**

Показатели	Диапазон	Среднее	Ошибка средней	Стандартное отклонение
pH _{вод}	3,13-7,02	5,79	0,41	1,48
pH _{KCl}	2,78-6,68	5,42	0,38	1,38
Органическое вещество, %	3,56-7,51	4,90	0,35	1,27
Na ⁺ подвижный, мг/кг	1320-11100	4568	769,20	2773
K ⁺ подвижный, мг/кг	36-5900	2265	549,30	1981

В природных почвах накопление солей обычно сопровождается увеличением щелочности, но техногенное засоление в Пермском крае развивается и на фоне кислой реакции среды [3]. Кислую реакцию почв связывают с вытеснением из почвенного поглощающего комплекса ионов H⁺ и Al³⁺, это подтверждают и данные по изучению pH_{KCl} (табл. 1). Подкисление почвенной среды может вызывать образование серной кислоты в результате окисления сульфидов [4].

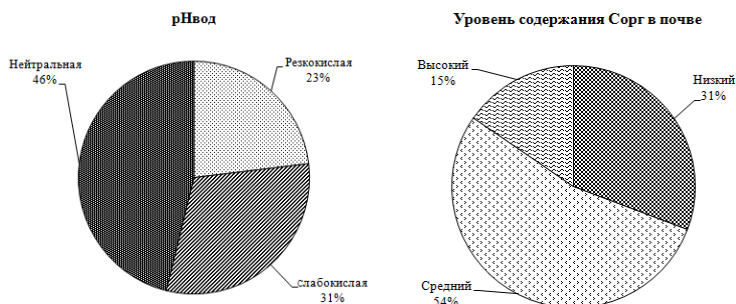


Рис. 1. Соотношение количества почвенных образцов по уровню pH_{вод} и обеспеченности органическим веществом, %.

Регулярное поступление обменных оснований с техногенными водами, способствующее вытеснению H⁺ и Al³⁺ из почвенного поглощаю-

щего комплекса, приводит к нейтрализации кислотности. Идет постепенная замена водорода одновалентными катионами, прежде всего Na^+ [4]. Это подтверждают и полученные регрессионные зависимости уровня рН от количества ионов Na^+ и K^+ в почве (табл. 2).

Уровень обеспеченности почв органическим веществом варьировал от низкого до высокого (рис. 1). Более половины почвенных образцов имели средний уровень обеспеченности $\text{C}_{\text{орг}}$ (4–6%), треть образцов – низкий уровень (2–4%) и два образца – высокий. Некоторое увеличение количества органического углерода связано по большей мере с накоплением перегнойного вещества в глеевых почвах, а также с аккумуляцией органических остатков в илистых отложениях водоема [4].

Содержания натрия в исследуемых образцах изменялось в пределах 1320 – 11100 мг/кг (табл. 1). Высокий уровень Na^+ можно связать с его регулярным поступлением с объектов отвально-шламового хозяйства [5].

Степень обеспеченности почвенных образцов калием варьировала в диапазоне от 36 до 5900 мг/кг, от очень низкой до очень высокой (табл. 1). Высокую обеспеченность этим элементом в соответствии с градацией по Кирсанову (>250 мг/кг) имели 10 из 13 образцов [6]. Калиевые соли техногенного происхождения из грунтовых вод поступают в аллювиальные почвы и увеличивают сверх всех природных пределов долю обменного калия [4].

Калий выступает в роли засоляющего иона, поскольку он содержится в солевых отходах, и между содержанием Na^+ и K^+ в корнеобитаемом слое существует достоверная регрессионная зависимость, подтверждающая общий источник их поступления в почвы (табл. 2).

Таблица 2

**Регрессионные зависимости между показателями
в исследуемых почвенных образцах**

Уравнение регрессии
$y_1 = 4,741 + 0,00023x_1$, $R=0,43$; $F=2,49$; $P=0,029$
$y_1 = 4,821 + 0,00043x_2$, $R=0,57$; $F=5,35$; $P=0,000042$
$y_2 = 4,507 + 0,0004x_2$, $R=0,58$; $F=5,46$; $P=0,0004$
$y_3 = -645,4 + 0,64x_1$, $R=0,89$; $F=42,88$; $P=2,96 \cdot 10^{-7}$

Примечание: y_1 – рН; y_2 – рН_{КС1}; y_3 – содержание подвижного калия в почве, мг/кг; x_1 – содержание подвижного натрия в почве, мг/кг; x_2 – содержание подвижного калия в почве, мг/кг; R – множественный коэффициент корреляции; F – критерий Фишера; P – уровень значимости (при $P \leq 0,05$ регрессионная модель адекватна экспериментальным данным).

Таким образом, корнеобитаемые слои почвы в пойме р. Лёнва, подверженные техногенному засолению, характеризуются повышенным

содержанием натрия и калия (исключение составляют 3 почвенных образца с резкокислой реакцией среды). Содержание органического вещества в них заметно варьирует. Большинство почвенных образцов имеют нейтральную и слабोकислую реакцию среды.

Библиографический список

1. Singh A. Soil salinization management for sustainable development: A review // *Journal of Environmental Management*. 2021. Vol. 277. P. 1–15.
2. Иванищев В.В., Евграшкина Т.Н., Бойкова О.И., Жуков Н.Н. Засоление почвы и его влияние на растения // *Известия Тульского государственного университета. Науки о земле*. 2020. №3. С. 28–42.
3. Еремченко О.З., Митракова Н.В., Шестаков И.Е. Природно-техногенная организация почвенного покрова территории воздействия солеотвалов и шламохранилищ в Соликамско-Березниковском экономическом районе // *Вестник Пермского университета. Сер. Биология*. 2017. Вып. 3. С. 311–320.
4. Еремченко О.З., Пахоруков И.В., Шестаков И.Е. Развитие солончакового процесса в почвах долин малых рек таежно-лесной зоны в связи с производством калийных солей // *Почвоведение*, 2020. №4. С. 483–494
5. Техногенные поверхностные образования зоны солеотвалов и адаптация к ним растений: монография / О.З. Ерёмченко, О.А. Четина, М.Г. Кусакина, И.Е. Шестаков. Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т., 2013. 148 с.
6. Мудрых Н.М., Алешин М.А. Пособие к лабораторным занятиям по агрохимии. Пермь: Изд-во ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, 2011. 51 с.

**Динамика содержания органического вещества
в урбостратоземах и квазиземах жилых районов г. Перми
Н.В. Москвина, П.С. Кошкина, А.З. Фаткуллина
ПГНИУ**

Аннотация. В городской среде формируются почвы и ТПО, различные по морфологии и свойствам. В поверхностных органогенных слоях разных типов городских почв и ТПО преобладают разнонаправленные процессы: гумусообразование и гумусонакопление в урбостратоземах, минерализация органики – в квазиземах торфяных.

Ключевые слова: городские почвы, органическое вещество, почвообразовательные процессы.

Городские почвы очень «молоды» по сравнению с зональными почвами, особенно в многоэтажных жилых районах. Морфология и свойства разных типов почв и ТПО в городской среде зависят от их функционального назначения. Основой для почвообразования в современных многоэтажных районах г. Перми являются, как правило, почвогрунты, сформированные из природных почв путем перемешивания естественных горизонтов с включением антропогенных компонентов [1]. При запечатывании почвогрунтов слоем асфальта формируются литостраты со своеобразным водным и воздушным режимом. При благоустройстве территории после строительства поверхность почвогрунтов покрывается слоем торфа или торфо-компостной смеси, формируются квазиземы торфяные. При естественном зарастании поверхности почвогрунтов, преимущественно травянистой рудеральной растительностью, в верхней части горизонта «урбик» урбостратоземов формируется маломощный гумусовый горизонт. Таким образом, с момента создания городских почв и ТПО (за нуль-момент можно принять окончание строительства) в них идут разнонаправленные почвообразовательные процессы. Выявление закономерностей развития почв в городской среде позволит спрогнозировать их устойчивость к антропогенным факторам.

Целью работы было изучение динамики содержания органического вещества в урбостратоземах и торфяных квазиземах [2]. Исследования были проведены на территории Индустриального района г. Перми. Основной массив многоэтажной жилой застройки на территории района имеет возраст 60–70 лет. В последнее десятилетие активизировались процессы точечной застройки района современными многоэтажными жилыми комплексами.

Были заложены прикопки и разрезы, описано морфологическое строение профиля, взяты пробы почвы из поверхностных и подповерхностных горизонтов урбостратоземов и квазиземов разного «возраста». Урботрансформированные почвы были названы в соответствии с подходами, предложенными для почв и ТПО городских территорий в рамках классификации почв 2004 г. [3].

Для изучения направленности почвообразовательных процессов в урбостратоземах техногенных мы постарались заложить прикопки и разрезы в местах, исключающих активное посещение и агрессивное антропогенное воздействие – вдали от дорог, тропинок, детских площадок. В пробах определили pH вод и содержание органического углерода по Тюрину [4].

Для изучения динамики содержания органического вещества в торфяных квазиземах различного «возраста» объектами исследования послужили газоны жилых комплексов и торговых центров, имеющих «возраст» от 0 до 10 лет. Отбирали образцы поверхностных (RT, RAT) и подповерхностных (ТСН) горизонтов торфяных квазиземов с газонов на территориях ТК и ЖК. В образцах определили pH вод, содержание органического углерода по Тюрину и методом определения потери при прокаливании. Статистическая обработка результатов проведена в программе PAST.

В почвенном покрове района на не запечатанных асфальтовым покрытием участках, свободных от застройки, преобладали урбостратозёмы техногенные. В кварталах с возрастом застройки более 50–60 лет на их поверхности формируется гумусированный горизонт мощностью 7–12 см с непрочной комковатой или зернистой структурой. В верхних горизонтах заметны следы деятельности мезофауны: встречаются ходы червей, копролиты. В средней и нижней частях профиля урбостратоземов не заметно образования морфологически выраженных горизонтов. Поверхностные горизонты исследованных урбостратоземов имеют реакцию среды от слабокислой до слабощелочной. Содержание органического углерода варьирует от 2 до 3,5%. Основные запасы углерода сосредоточены в верхнем горизонте; в подповерхностных слоях содержание органического углерода не превышает 1%. Ведущими элементарными почвообразовательными процессами в урбостратоземах техногенных являются дерновый процесс, гумусообразование и гумусонакопление.

На благоустроенных участках, в особенности в зоне относительно новой застройки, формируются квазиземы, у которых минеральные грунты покрыты слоем низинного торфа. Формула профиля типичного квазизёма – RT(RAT)-ТСН-С. Описанные торфяные горизонты имели чёрный или темно-бурый цвет, мощность от 10 до 20 см, кислую реакцию среды; заметна резкая граница между торфяным и минеральным слоем. Свежий торф поверхностных слоев квазиземов практически не

содержит карбонатов, имеет очень высокое содержание общего органического углерода (более 15% при определении содержания С орг по Тюрину). С возрастом содержание общего органического углерода в поверхностных слоях квазиземов остается значительным (в среднем от 7%), но имеет тенденцию к уменьшению. Получена достоверная регрессионная зависимость. Идет минерализация органики, что может сопровождаться эмиссией CO_2 .

Метод Тюрина не всегда информативен для определения содержания органического углерода в торфяных почвах, т.к. при высоком содержании С орг в пробе требуется взять очень маленькую навеску для полного окисления органики определенным объемом хромовой смеси, что отражается на точности результатов анализа. Поэтому для определения содержания органического вещества в торфяных слоях квазиземов был применен метод определения потери при прокаливании. При сжигании навески торфа в муфельной печи при температуре 900°C в течение 1 часа полностью сгорает органика и идет разрушение карбонатов. Как показали исследования, в свежих торфяных слоях карбонаты практически отсутствуют, поэтому применение метода для исследования квазиземов торфяных вполне оправдано.

Определение содержания органического углерода методами Тюрина и потери при прокаливании в торфяных слоях квазиземов разного возраста показало сходные результаты: с возрастом идет минерализация торфа, содержание С орг уменьшается (С орг по Тюрину, %: $y=0,831x-1664,7$; $p=0,025$; $R=0,77$; потери при прокаливании, %: $y=3,46x-6913,4$; $p=0,016$; $R=0,63$).

Библиографический список

1. Еремченко О.З., Шестаков И.Е., Москвина Н.В. Почвы и техногенные поверхностные образования урбанизированных территорий Пермского Прикамья: монография. Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т, 2016. 252 с.
2. Прокофьева Т.В., Герасимова М.И. и др. Введение почв и почвоподобных образований городских территорий в классификацию почв России // Почвоведение. 2014. №10. С. 1155–1164.
3. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 341 с.
4. Мякина Н.Б., Аринушкина Е.В. Методическое пособие для чтения результатов химических анализов почв. М.: Изд-во Моск ун-та, 1979. 62 с.

Антиоксидантные свойства некоторых видов биологически активных кормовых растений

Т.А. Соломенникова, Р.В. Кайгородов

ПГНИУ

Аннотация. Биологически активные травы занимают важную роль в сельском хозяйстве. Рассмотрена антиоксидантная активность 6 видов биологически активных кормовых растений с помощью липосомной модели. Наблюдалась широкая вариабельность результатов, связанная, по-видимому, с разным составом и количеством фенольных соединений у растений. По результатам исследования эспарцет песчаный и астрагал датский проявили наиболее низкую антиоксидантную активность, а люцерна посевная, наоборот, наибольшую.

Ключевые слова: антиоксидантная система, биологически активные кормовые растения, липосомная модель.

Высшие растения в силу прикрепленного образа жизни в большей степени подвержены различным загрязнениям и неблагоприятным условиям среды [3]. Но благодаря специфическим особенностям в строении, они обладают определенной устойчивостью. В растениях под действием стресс-фактора происходит индукция антиоксидантной защитной системы, представляющая собой множество взаимосвязанных окислительно-восстановительных реакций, осуществляющихся с помощью антиоксидантных веществ [1]. Для стимулирования иммунной системы животных и улучшения обмена веществ в сельском хозяйстве применяют корма, значительная доля которых состоит из биологически активных трав, обладающих более мягким и продолжительным действием, безвредностью, эффективностью на фоне воздействия на организм стресс-факторов [5].

Целью работы являлось изучение работы антиоксидантной системы некоторых видов биологически активных кормовых растений.

Изучение активности антиоксидантной системы было основано на оценке устойчивости липосомной модели к окислительному разрушению в присутствии экстрактов *Trifolium apertum* Bobr., *Onobrychis arenaria* Kit., *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin, *Galega orientalis* Lam., *Astragalus danicus* Retz., и *Medicago sativa* L. Липосомная модель готовилась из лецитина соевого в 0,9% растворе NaCl. В качестве стрессового фактора в суспензию 0,5% липосом вводили 10%-ную серную кислоту (Контроль 3). Концентрации исследуемых экстрактов растений составляли 0,2%. Также отдельно в суспензию липосом вводили по 0,3 мл

экстракта растения с добавлением 0,1 мл 10% раствора серной кислоты. Измерение оптической плотности производили на спектрофотометре СФ-2000 при длине волны 460 нм [4]. Различия в антиоксидантных свойствах, а точнее повышение устойчивости липосомной модели у исследованных экстрактов растений, могут объясняться разным составом и количеством фенольных соединений, которые проявляют антиоксидантную активность за счет взаимодействия с активными продуктами окисления липидов и способны предотвращать разрушение мембран. При высоких концентрациях фенольных соединений может наблюдаться обратная реакция, а точнее развиваться прооксидантная активность (усиление перекисного окисления) за счет изменения термодинамических свойств фосфолипидов [2]. В связи с этим были проведены исследования антиоксидантной активности при разных концентрациях.

На рисунке 1 отображена динамика оптической плотности суспензии липосом в различных вариантах эксперимента.

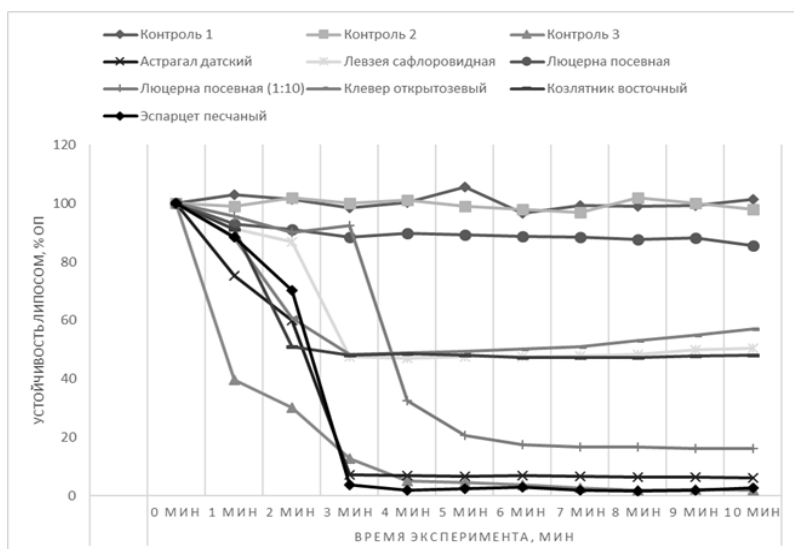


Рис. 1. Динамика деградации липосомной модели в течение 10 минут.

По результатам исследования оптическая плотность суспензии липосом без дополнительных воздействий (Контроль 1) в течение эксперимента практически не изменялась, что свидетельствовало о стабильности полученной липосомной модели. При добавлении 70% этилового спирта (Контроль 2) в суспензию липосом ситуация также не изменилась, что показало нам то, что содержание этилового спирта

в экстрактах растений не влияло на ход эксперимента. При добавлении в суспензию липосом 10%-го раствора серной кислоты (Контроль 3) наблюдалось разрушение липосом, снижение оптической плотности, связанное с разрушением фосфолипидов и деградацией липосом, которое в течение 10 мин эксперимента составило 98,2%.

В присутствии экстрактов исследуемых растений картина наблюдалась различная. При добавлении экстракта эспарцета песчаного и астрагала датского деградация суспензии липосом составила 97,3% и 93,9% соответственно. Намного лучше показатели наблюдались у таких растений, как козлятник восточный, левзея сафлоровидная и клевер открытозевый. Деградация липосом с добавлением вытяжек данных растений составила 52%, 49,6% и 42,8% соответственно. Наилучший результат в ходе эксперимента показала люцерна посевная, деградация липосом при добавлении ее экстракта составила всего 14,5%. Причем, при разбавлении вытяжки люцерны посевной в 10 раз, картина изменилась в противоположную сторону – в течение 10 минут эксперимента деградация суспензии липосом составила 84%. Это свидетельствовало о том, что вытяжки растений, подготовленные для эксперимента, были взяты в нужных пропорциях.

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод о том, что антиоксидантная система растений работает у каждого вида индивидуально. Растения, относящиеся даже к одному семейству, показывают широкую вариабельность антиоксидантных свойств.

Библиографический список

1. Емельянова А.В., Щербаков Р.А., Аверина Н.Г. Состояние антиоксидантной системы растений озимого рапса при действии экзогенной 5-аминолевулиновой кислоты // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. Биология и Биофизика. 2017. Вып. 3, №13. С. 148–150.
2. Кулинский В.И. Активные формы кислорода и оксидантная модификация макромолекул: польза, вред, защита // Соросовский образоват. журн. 1999. №1. С. 2–7.
3. Майстренко В.Н., Ключев Н.А. Эколого-аналитический мониторинг стойких органических загрязнителей. [Электронный ресурс]. Изд. 3-е. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. 326 с.
4. Руководство по методам контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище. М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России. 2004. 240 с.
5. Тухфатуллов М.З. Фармако-токсикологическая оценка апифитопрепарата «Вита-Форце М»: дис. ... д-ра ветеринар. наук: 06.02.03 / Тухфатуллов М.З. Казань, 2019. 153 с.

Содержание витаминов и фитоэкдизонов в биологически активных кормовых растениях

В.В. Фирсова, Р.В. Кайгородов

ПГНИУ

Аннотация. Биологически активные травы используются в сельском хозяйстве для повышения устойчивости сельскохозяйственных животных к неблагоприятным факторам, а также повышения качества и количества продукции. В данной статье проводится анализ содержания витаминов В₃, В₆, С в некоторых видах кормовых растений, обладающих биологической активностью. Рассматривается роль витаминов в жизнедеятельности животных организмов. Исследуется содержание биологически активного соединения – 20-гидроксиэкдизона у левзеи сафлоровидной.

Ключевые слова: витамины, биологически активные растения, фитоэкдистероиды.

В составе биологических активных кормов важнейшую роль играют витамины. Витамины – биологически активные органические вещества, необходимые для жизнедеятельности организма. Они играют важную роль в обмене веществ, в процессах усвоения и использования организмом всех питательных веществ, в защитных функциях различных органов и других жизненно важных процессах. Большинство витаминов в организме не синтезируются, а поступают с кормами, главным образом, растительными. Недостаток поступления витаминов с кормом приводит к нарушению обмена веществ, ухудшению состояния нервной системы, вызывает другие патологические явления. Наступает гиповитаминоз [1].

Важными компонентами некоторых видов биологически активных трав являются экдизоны. Фитоэкдизонами (фитоэкдистероидами) называют группу полигидроксилированных стероидных соединений, обладающих активностью гормонов линьки и метаморфоза насекомых [5]. Фармакологические свойства экдизонов изучены недостаточно. Они оказывают выраженное психостимулирующее и адаптогенное действие. Кроме того, экдизоны усиливают процессы белкового синтеза в организме и могут быть использованы как анаболические средства [3]. При исследовании их в эксперименте повышалась работоспособность животных и обнаружен отчетливый адаптогенный эффект. Например, в экспериментах В.Н. Сырова и А.Г. Куркумова в 1976 году было установлено, что экдистерон увеличивал массу тела и общее количество белка в печени, сердце, почках [4].

Были выбраны 6 видов растений для исследования: левзея сафлоровидная, эспарцет песчаный, козлятник восточный, астрагал датский, клевер открытозевый, люцерна посевная, взятые на базе Пермского научно-исследовательского института сельского хозяйства.

Определение витаминов проводилось методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. 20-гидроксиэкдизон исследован в левзее сафлоровидной в различные фенологические фазы методом, предложенным авторами А.А. Карусевич, Д.В. Моисеевым и Г.Н. Бузук [2].

В результате анализа исследуемых биологически активных веществ были получены данные, приведенные в табл. 1 и табл. 2.

Таблица 1

Содержание витаминов С, В₃, В₆ в кормовых растениях (мг/100 г)

Витамины	Вид растения						
	Астрагал датский	Эспарцет песчаный	Клевер открытозевый	Левзея сафлоровидная	Люцерна посевная	Козлятник Восточный (цветение)	Козлятник Восточный (буτονизация)
С	85,8±4,1	54,5±3,7	95,3±5,2	97,8±6,3	84,5±3,9	21,5±3,4	99,5±6,4
В ₃	2,1±0,2	1,1±0,1	1,5±0,3	3,3±0,7	1,4±0,3	менее 1	3,0±0,9
В ₆	29,4±2,1	16,9±1,4	32,9±2,7	48,9±2,8	55,9±1,7	4,7±0,5	68,5±4,7

Таблица 2

Содержание 20-гидроксиэкдизона в левзее сафлоровидной

Фаза развития/Часть растения	Содержание 20-гидроксиэкдизона, мг/100 г
Буτονизация/Надземная часть	200,35±5,62
Цветение/Надземная часть	100,25±2,54
Цветение/Листья	193,04±4,52
Цветение/Соцветия	55,67±1,75

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что максимальное количество витамина С содержится в козлятнике восточном во время буτονизации, максимальный показатель витамина В₃ у левзеи сафлоровидной и у козлятника восточного в фазу буτονизации, а витамин В₆ больше всего содержится в астрагале датском. Содержание 20-гидроксиэкдизона достигает своего максимума в фазу буτονизации в надземной части левзеи сафлоровидной и во время цветения в листьях. Наименьшее содержание зафиксировано в фазу цветения в соцветиях.

Данные, полученные в ходе нашего исследования, могут быть использованы в кормопроизводстве для составления наиболее сбалансированного рациона.

Библиографический список

1. Данилевский В.М. Справочник по ветеринарной терапии. М.: Колос, 1983. 192 с.
2. Карусевич А.А., Моисеев Д.В., Бузук Г.Н. Идентификация и количественное определение 20-гидроксиэкдизона в листьях левзеи сафлоровидной методом ВЭЖХ // Вестник фармации. №3(37). 2007. С. 1–5.
3. Сыров В.Н. Фитоэкдистероиды: биологические эффекты в организме высших животных и перспективы использования в медицине / В.Н. Сыров // Эксперим. и клинич. фармакология. 1994. №5. С. 61–66.
4. Сыров В.Н., Куркумов А.Г. Об анаболической активности фитоэкдизона-экдистерона, выделенного из *Rhaponticumcarthamoides* (Willd) Ijin // Фармакология и токсикология. 1976. №6. С. 690–693.
5. Lafont R. Practical uses for ecdysteroids in mammals including humans: an update / R. Lafont, L. Dinan // J. Insect. Sci. 2003. Vol. 3, Is. 7. P. 30.

**Физико-химические свойства и содержание
некоторых радионуклидов (^{137}Cs , ^{232}Th , ^{226}Ra , ^{40}K)
в почвах Тюменской области**

С.В. Федотов¹, Р.И. Халилов¹, Г.С. Алимова², В.Ю. Ушаков¹

¹ПГНИУ

²Тобольская комплексная научная станция УРО РАН

Аннотация. Изучены физико-химические свойства и содержание некоторых радионуклидов (^{137}Cs , ^{232}Th , ^{226}Ra , ^{40}K) в почвах Тюменской области в условиях техногенеза. В данной работе проанализированы почвы Тюменской области, которые располагались в лесных и луговых растительных формациях. Был проведен сравнительный анализ содержания радионуклидов в органогенных и литогенных частях почвенного профиля, а также физико-химический анализ (содержания гумуса и обменной кислотности).

Ключевые слова: почва; радионуклиды; загрязнение.

С каждым годом, промышленный и транспортный комплекс увеличивают свои темпы развития и представляют собой серьезную угрозу загрязнения почв вредными соединениями и примесями [1]. В качестве источников техногенных веществ, включающиеся в миграционные циклы, выступают города России и зарубежья [2].

Процесс техногенеза увеличивает содержание в биосфере, как тяжелых металлов, так и долгоживущих радионуклидов искусственного и естественного происхождения. [3] Аккумуляция основной части загрязняющих веществ наблюдается преимущественно в гумусово-аккумулятивном почвенном горизонте. Состав и количество удерживаемых в почве элементов зависят от содержания в почве гумуса, кислотно-основных и окислительно-восстановительных условий [4].

Загрязнение почв радионуклидами связано не только с близлежащими объектами радиоактивного загрязнения, но и с переносами воздушных масс, водной миграцией, материнскими породами и т.д. [5].

Скорость поглощения радионуклидов твердой фазой почвы зависит от гранулометрического состава, содержания органического вещества, поглонительной способности почв. Особое внимание к изучению содержания радиоактивных элементов вызвано их способностью накапливаться в почвенном покрове как долговременной депонирующей среде и возможностью их поступления по трофическим цепям в организм человека. [6]

В работе представлены результаты исследований особенности распределения естественных радионуклидов в почвах Тюменской области

от зависимости физико-химических свойств почв (содержания гумуса и обменной кислотности).

Объектами исследования являлись почвы Тюменской области.

Для отбора и подготовки почвенных проб использовались стандартные методики. (ГОСТ Р 58595-2019).

Удельную активность радионуклидов в почвенных образцах определяли на спектрометрической установке СКС-99. Погрешность определения удельной активности радионуклидов – не более 15%.

Определение обменной кислотности проводилось методом извлечения обменных ионов водорода и алюминия из почвы раствором хлористого калия концентрации 1 моль/дм³ и последующем потенциометрическим титрованием фильтрата гидроокисью натрия. (ГОСТ Р 58594-2019).

Удельная активность естественных радионуклидов в почвах Тюменской области по данным экспедиции 2019 года составляет: для ²²⁶Ra – [0...39,25] Бк/кг (ср. 10,87 Бк/кг), для ⁴⁰K – [148,6...496,3] Бк/кг (ср. 327,25 Бк/кг), для ²³²Th – [0...42,12] Бк/кг (ср. 20,64 Бк/кг). Для ¹³⁷Cs – [0...92,34] Бк/кг (ср. 3,41 Бк/кг).

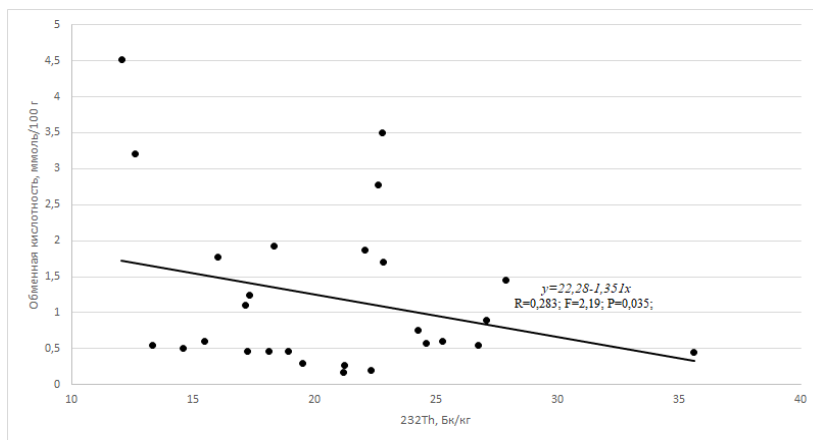


Рис. 1. Регрессионная зависимость между накоплением ²³²Th (x) и обменной кислотностью (y) в почвах Тюменской области (R – множественный коэффициент корреляции, F – критерий Фишера, P – уровень значимости).

Содержание ²³²Th увеличивается по направлению от органогенной к литогенной части почвенного профиля, содержание ²²⁶Ra напротив, максимально в гумусовых горизонтах и уменьшается к нижней части профиля.

Содержание ^{137}Cs во всех исследованных почвах было максимальным в органогенных горизонтах почвенного профиля.

Содержание ^{40}K держалось на уровне фоновых значений во всех исследованных почвах.

При проведении регрессионного анализа нами обнаружена зависимость между накоплением ^{232}Th и обменной кислотностью почвы (рис. 1).

Регрессионный анализ не показал достоверного результата зависимости между содержанием естественных радионуклидов и содержанием гумуса в почве ($P > 0,05$).

Библиографический список

1. Дедю И.И. Экологический энциклопедический словарь. Кишинев: Главная редакция Молдавской Советской Энциклопедии, 1990. 408 с.
2. Латушкина Е.Н., Станис Е.В. Состояние снежного покрова по результатам экогеохимических исследований // Геохимия. 2002. №1. С. 109–113.
3. Матвеев Т.И., Крупская Л.Т., Дербенцева А.М. Оценка радиационного состояния почв и растительности в зоне влияния теплоэлектростанции. Хабаровск: изд-во ИГД ДВО РАН, 2006. 114 с.
4. Мотузова Г.В., Безуглова О.С. Экологический мониторинг почв: учебник. М.: Академический проект: Гаудеамус, 2007. 237 с.
5. Пивоваров Ю.П. Радиационная экология: учеб. пособие студ. вузов по спец. «Экология». М.: Академия, 2004. 240 с.
6. Егорова И.А., Кислицина Ю.В., Пузанов А.В. Радионуклиды в почвах северо-западного Алтая // География и природные ресурсы. 2012. №3. С. 31–35.

**Содержание аскорбиновой кислоты в листьях *Avena sativa*
при раздельном и комбинированном воздействии
NaCl-засоления и pH-уровня почвы**

О.А. Четина, А.А. Салимова

ПГНИУ

Аннотация. Представлены результаты исследований по содержанию аскорбиновой кислоты в листьях *Avena sativa* при различном сочетании факторов засоления и pH почвы. Отмечено, что засоление на кислой и нейтральной почве сопровождалось накоплением аскорбиновой кислоты, что, по-видимому, является проявлением адаптивной реакции. На почве со щелочным уровнем pH аскорбиновая кислота, вероятно, не играла значительной роли в адаптации растений.

Ключевые слова: засоление, pH уровень почвы, аскорбиновая кислота.

Засоление почв является одним из важнейших стресс факторов в жизнедеятельности растений. Адаптация растений к засолению состоит не только в регуляции механизмов поддержания ионного и осмотического гомеостаза, но и в сохранении определенного безопасного уровня АФК. Важную роль в этом играют антиоксидантные ферменты и ферменты аскорбат-глутатионового цикла. Альтернативным защитным механизмом у растений является стресс-зависимое накопление низкомолекулярных органических антиоксидантов, в частности, аскорбиновой кислоты [1, 2].

Накопление солей в почвах часто сопровождается изменением pH почв в щелочную сторону, тогда как для большинства сельскохозяйственных культур, в особенности для молодых растений, требуется благоприятная среда близкая к 6,5 единицам. Техногенное засоление может сопровождаться кислой реакцией почвы, что обусловлено наличием свободных ионов водорода и алюминия [3].

В современной физиологии растений недостаточно изучена ответная реакция растений на комбинированное воздействие этих факторов состояния корневой среды. Целью нашей работы явилось изучение содержания аскорбиновой кислоты в листьях *Avena sativa* при раздельном и комбинированном воздействии NaCl-засоления и pH-уровня почвы.

В качестве объекта исследования был использован овес посевной *Avena sativa* L., сорт Стайер. Растения выращивали в контейнерах с дерново-подзолистой почвой (элювиальный горизонт) с pH 5,2. Нейтральная среда (pH 7,3) достигалась путём внесения в почву карбоната

кальция. Щелочная среда (рН 8,48) создавалась внесением карбоната натрия. Засоление почвы формировалось хлоридом натрия в концентрации 0,5% от сухого веса почвы. Количество вносимых CaCO_3 и Na_2CO_3 определялось из расчета гидролитической кислотности. Контролем являлся вариант без засоления с рН 7,3.

Материал снимали на 10 день после посева. Аскорбиновую кислоту в листьях овса определяли колориметрическим методом по Чупахиной Г.Н. [4], Cl^- – меркурометрически, Na^+ – методом пламенной фотометрии [5]. Длину надземной части фиксировали на 6 и 10 день после посева. Данные обработаны с применением пакета статистических программ Stadia 6.0 и использованием методов описательной статистики и критериев сдвига/положения.

В опытных вариантах с кислой и щелочной почвой без засоления на 6 день после посева растения были на 26% меньше относительно контрольного варианта (рН 7,3). Засоление на нейтральной среде вызывало снижение высоты растений на 40%, а засоление в сочетании со щелочной и кислой средой – на 62–64% относительно соответствующих вариантов рН без засоления. На 10 день после посева разница в высоте растений стала менее значительной. Вариант опыта рН 5,2 отличался от контрольного варианта на 12%, а вариант рН 8,48 не имел значимых различий с контролем. Высота растений при засолении на нейтральной среде была меньше на 16%, а засоление в сочетании со щелочной и кислой средой – на 38–39% относительно соответствующих вариантов рН без засоления.

При изучении содержания Na^+ в листьях овса минимальный уровень был зафиксирован в вариантах опыта рН 5,2 и рН 7,3 без засоления (5 и 23 мг/100 г сух. массы соответственно). В варианте рН 8,48 без засоления количество Na^+ было значительно выше (647 мг/100 г сух. массы), что, вероятно, связано с добавлением в почву Na_2CO_3 при создании щелочных условий. В вариантах опыта с комбинированным воздействием засоления и разных уровней рН содержание натрия в листьях изменялось в диапазоне 758–992 мг/100 г сух. массы. В состоянии гипертонического шока растения пытаются поддерживать осмотическое давление клеток путем поглощения ионов, в частности катионов натрия [6]. При этом в засоленных вариантах с кислым и щелочным уровнями рН количество натрия было достоверно больше варианта рН 7,3+NaCl (на 30% и 15% соответственно), что, скорее всего, связано с изменением проницаемости мембран [7].

Содержание Cl^- в листьях овса варьировало в диапазоне 1698–2976 мг/100 г сух. массы. В варианте опыта рН 7,3+NaCl количество ионов хлора было в 1,8 раз больше относительно нейтрального варианта

без засоления. Варианты с засолением в сочетании с кислым и щелочным уровнями pH не имели достоверных различий с соответствующими вариантами pH без засоления.

В результате воздействия засоления при нейтральном уровне pH нами зафиксировано увеличение содержания аскорбиновой кислоты на 32% относительно нейтрального варианта без засоления (рис. 1). Накопление аскорбата связано с протеканием реакций, направленных на защиту клеток растений от токсического действия свободных радикалов, возникающих в условиях засоления [8].

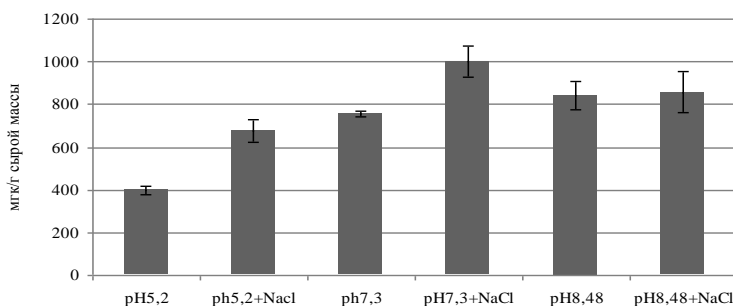


Рис. 1. Содержание аскорбиновой кислоты в листьях овса посевного при раздельном и комбинированном воздействии NaCl-засоления и pH-уровня почвы.

На кислой почве без засоления уровень аскорбиновой кислоты в листьях был в 2 раза ниже, чем в контрольном варианте (pH 7,3), а в варианте опыта pH 5,2+NaCl увеличивался до значений контрольного. Уменьшение количества аскорбата при действии стрессовых факторов может указывать на его использование в реакциях восстановления пероксида водорода при участии аскорбатпероксидазы и/или прямым взаимодействием с активными формами кислорода [1, 9–11]. Варианты опыта pH 8,48 и pH 8,48+NaCl не имели статистически достоверных различий с контрольным вариантом (pH 7,3), что, вероятно, обусловлено работой других механизмов адаптации.

Таким образом, засоление на кислой и нейтральной почве сопровождалось накоплением аскорбиновой кислоты. Скорее всего, данная реакция имеет адаптивный характер, т.к. аккумуляция аскорбиновой кислоты служит показателем восстановительной и общей физиологической активности растений. На почве со щелочным уровнем pH аскорбиновая кислота, вероятно, не играла значительной роли в адаптации растений.

Библиографический список

1. Гарифзянов А.Р., Жуков Н.Н. Влияние натрий-хлоридного засоления на содержание компонентов аскорбат-глутатионового цикла в органах тритикале // Известия Тульского государственного университета. Естественные науки. 2012. №3. С. 165–176.
2. Радюкина Н.Л. Функционирование компонентов антиоксидантной системы дикорастущих видов растений при кратковременном действии стрессоров: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 2015. 48 с.
3. Жученко А.А. Адаптивный потенциал культурных растений (эколого-генетические основы). Кишинев: Штиинца, 1988. 303 с.
4. Чупахина Г.Н. Физиологические и биохимические методы анализа растений: Практикум. Калининград, 2000. 59 с.
5. Кусакина М.Г., Суворов В.И., Чудинова Л.А. Большой практикум «Биохимия». Лабораторные работы: учеб. пособие. Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т, 2012. 148 с.
6. Палладина Т.А. Роль протонных насосов плазмалеммы и тонопласта в устойчивости растений к солевому стрессу // Успехи современной биологии. 1999. Т. 119. №5. С. 451–461.
7. Hasanuzzaman M., Bhuyan M.H.M.B., Parvin K., Bhuiyan T.F., Anee T.I., Nahar K., Hossen M.S., Zulfiqar F., Alam M.M., Fujita M. Regulation of ROS Metabolism in Plants under Environmental Stress: A Review of Recent Experimental Evidence // International Journal of Molecular Sciences. 2020. V. 21. N22. P. 1–44. URL: <https://doi.org/10.3390/ijms21228695/>.
8. Siess H., Stahl W. Antioxidant Function of Vitamins – Vitamin E and Vitamin C, β -Carotene and other Carotenoids and Intercellular Communication via Gap Junctions // International Journal for Vitamin and Nutrition Research. 1997. V. 67. P. 364–367.
9. Маевская С.Н., Николаева М.К. Реакция антиоксидантной и осмопротекторной систем проростков пшеницы на засуху и регидратацию // Физиология растений. 2013. Т. 60. №3. С. 351–359.
10. Демидова М.И., Лихарева Ю.Е., Лапшина В.К. Влияние галитовых отходов ОАО «Уралкалий» города Березники на почву и растительность // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. 2014. №2. С. 154–166.
11. Nakano Y., Asada K. Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate-specific peroxidase in spinach chloroplasts // Plant Cell Physiol. 1981. V. 22. P. 867–880.

**Содержание глицин бетаина в листьях растений
при раздельном и комбинированном действии
NaCl-засоления и разного уровня pH корневой среды**

О.А. Четина, Д.Н. Трясцына

ПГНИУ

Аннотация. Представлены результаты исследований по содержанию глицин бетаина в листьях растений при различном сочетании факторов засоления и pH корневой среды. Отмечено повышение уровня глицин бетаина во всех опытных вариантах со щелочной средой, а также в некоторых вариантах, сочетающих засоление с кислой и нейтральной средой.

Ключевые слова: глицин бетаин, засоление, pH-уровень корневой среды.

Адаптация растений к действию негативных факторов среды включает накопление в цитоплазме некоторых органических соединений с низкой молекулярной массой – совместимых осмолитов. Результаты ряда исследований свидетельствуют, что глицин бетаин (далее ГБ), амфотерный четвертичный амин, играет важную роль в растениях при различных типах стресса [1–4]. ГБ играет важную роль в осморегуляции, это один из основных азотсодержащих совместимых осмолитов, обнаруженных у *Poaceae*. Он может взаимодействовать с макромолекулами, сохраняя их активность, поддерживает целостность мембран в стрессовых условиях, обезвреживает АФК, поддерживать редокс-статус клетки [4, 5, 6].

Ранее было установлено, что растения при действии засоления в сочетании с разным уровнем pH корневой среды испытывают осмотический и окислительный стрессы [7, 8]. Целью нашей работы было изучение содержания глицин бетаина в листьях растений при раздельном и комбинированном действии NaCl-засоления и разного уровня pH корневой среды.

В качестве объектов исследования использовали овес посевной *Avena sativa* L. (сорт Стайер), пшеницу мягкую яровую *Triticum aestivum* L. (сорт Горноуральская), рожь посевную озимую *Secale cereale* L. (сорт Фаленская 4). Растения выращивали в контейнерах на вермикулите, в течение 7 дней, а далее добавляли стресс-факторы, в качестве которых использовали растворы, сочетающие засоление хлоридом натрия (150 мМ) и разные уровни pH (pH 3, pH 6,5, pH 10). Щелочная среда создавалась гидроксидом калия, кислая – уксусной кислотой.

Контролем являлся вариант без засоления с pH 6,5. После добавления стресс-факторов растения снимали через 24 часа и сушили при 80°C до полного высыхания. В полученных образцах определяли глицин бетаин спектрофотометрически по методу Grieve и Grattan [9]. Данные обработаны с применением пакета статистических программ Stadia 6.0 и использованием методов описательной статистики и критериев сдвига/положения.

Результаты наших исследований показали увеличение содержания ГБ в листьях овса во всех опытных вариантах (рис. 1) относительно контрольного (pH 6,5). При действии кислой реакции корневой среды количество ГБ возрастало в 1,6 раза, при сочетании pH 3 с засолением – в 2,5 раза. Засоление на нейтральной среде повышало уровень ГБ в 2 раза. Максимальное содержание отмечено при щелочной реакции корневой среды, как с засолением, так и без него (в 3,3 и 2,8 раза больше контроля соответственно).

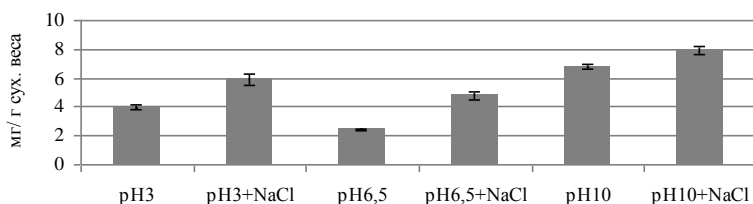


Рис. 1. Содержание глицин бетаина в листьях овса при отдельном и комбинированном воздействии засоления и разных уровней pH корневой среды.

Содержание ГБ в листьях пшеницы на кислой среде, как с засолением, так и без него, не имеет статистически достоверных отличий от контрольного варианта (рис. 2). При действии засоления на нейтральной среде количество ГБ достоверно возрастало на 16%. Максимальный уровень отмечен на щелочной среде и при комбинированном действии pH 10 с засолением (в 1,7 и 2 раза выше контроля соответственно).

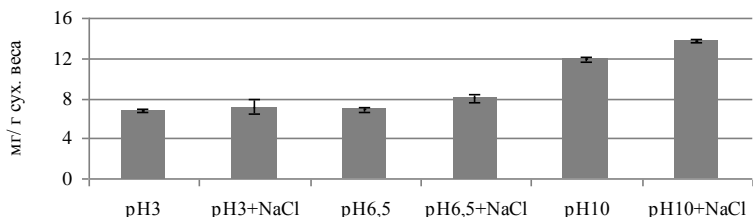


Рис. 2. Содержание глицин бетаина в листьях пшеницы при отдельном и комбинированном воздействии засоления и разных уровней pH корневой среды.

В листьях ржи увеличение уровня ГБ отмечено в вариантах опыта рН3+NaCl в 1,6 раза, рН 10 и рН 10+ NaCl в 2 раза относительно контроля (рис. 3).

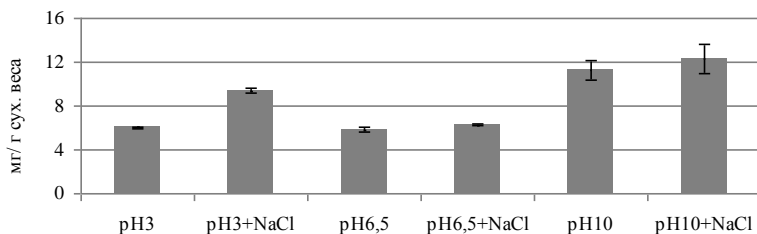


Рис. 3. Содержание глицин бетаина в листьях ржи при отдельном и комбинированном воздействии засоления и разных уровней рН корневой среды.

У всех растений более высокий уровень ГБ наблюдался в вариантах со щелочной реакцией среды, как отдельно действующего фактора, так и в сочетании с засолением. Повышенный уровень ГБ отмечали также в отдельных вариантах засоления в сочетании с кислым и нейтральными уровнями рН. Это может быть связано со снижением количества воды в листьях и затрудненным водопотреблением [10]. Синтез ГБ в данном случае может быть направлен на адаптацию растений к недостатку влаги, а также сопутствующему окислительному стрессу.

Среди изученных видов растений овес посевной отличался более низким уровнем ГБ, чем пшеница и рожь, как в контрольном варианте, так и в опытных. Виды растений могут различаться по своей способности синтезировать ГБ. Так, в исследованиях Sakamoto и Murata [2] некоторые растения накапливают относительно высокие уровни ГБ, в то время как другие не синтезируют это соединение.

Таким образом, глицин бетаин принимает активное участие в адаптации исследуемых растений к раздельному и комбинированному действию засоления и разного уровня рН корневой среды, особенно в условиях щелочного стресса.

Библиографический список

1. Holmstrom K.O., Somersalo S., Mandal A., Palva T.E., Welin B. Improved tolerance to salinity and low temperature in transgenic tobacco producing glycine betaine // *Journal of Experimental Botany*. 2000. V. 51. P. 177–185.
2. Sakamoto A., Murata N. The role of glycine betaine in the protection of plants from stress: Clues from transgenic plants // *Plant, Cell and Environment*. 2002. V. 25. N2. P. 163–171.

3. Rady M.O., Semida W.M., El-Mageed T.A.A., Hemida K.A., Rady M.M. Up-regulation of antioxidative defense systems by glycine betaine foliar application in onion plants confer tolerance to salinity stress // *Scientia Horticulturae*. 2018. V. 240. P. 614–622.

4. Hasanuzzaman M., Bhuyan M.H.M.B., Parvin K., Bhuiyan T.F., Anee T.I., Nahar K., Hossen M.S., Zulfiqar F., Alam M.M., Fujita M. Regulation of ROS Metabolism in Plants under Environmental Stress: A Review of Recent Experimental Evidence // *International Journal of Molecular Sciences*. 2020. V. 21. N22. P. 1–44. URL: <https://doi.org/10.3390/ijms21228695>.

5. Weretilnyk E.A., Bednarek S., McCue K.F., Rhodes D., Hanson A.D. Comparative biochemical and immunological studies of the glycine betaine synthesis pathway in diverse families of dicotyledons // *Planta*. 1989. V. 178. P. 342–352. URL: <https://doi.org/10.1007/bf00391862>.

6. Annunziata M.G., Ciarmiello L.F., Woodrow P., Dell'Aversana E., Carillo P. Spatial and temporal profile of glycine betaine accumulation in plants under abiotic stresses // *Frontiers in Plant Science*. 2019. V. 10. P. 230. URL: <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00230>.

7. Четина О.А., Боталова К.И., Мошева В.А., Лучникова К.И. Изменение активности каталазы и пероксидаз в листьях овса посевного под влиянием отдельного и комбинированного воздействия засоления и pH-уровня корневой среды // *Вестник Пермского университета. Сер. Биология*. 2018. Вып. 4. С. 423–429.

8. Четина О.А., Боталова К.И., Кайгородов Р.В. Влияние щелочности и кислотности корневой среды на состояние защитных систем *Triticum aestivum* L. и *Secale cereale* L. // *Физиология растений*. 2020. Т. 67. №2. С. 177–187.

9. Grieve C.M.; Grattan S.R. Rapid assay for determination of water soluble quaternary ammonium compounds // *Plant Soil*. 1983. V. 70. P. 303–307. URL: <https://doi.org/10.1007/BF02374789>.

10. Четина О.А., Еремченко О.З. Влияние NaCl-засоления на содержание катионов Na⁺, K⁺, Ca²⁺ в листьях злаков при разной реакции почвенной среды // *АгроЭкоИнфо*. 2022. №1(49).

**Влияние резкого и постепенного хлоридного засоления
на активность протеолитических ферментов
в побегах проростков ржи**

Д.Р. Юсупов, Л.А. Чудинова

ПГНИУ

Аннотация. Изучали динамику активности кислых и щелочных протеиназ в побегах ржи в процессе адаптации к резкому (300 мМ NaCl одноразово, время экспозиции 9 сут.) и постепенному (по 100 мМ NaCl через 2 сут. до конечной концентрации 400 мМ) засолению хлоридом натрия. Установили тенденцию снижения уровня протеолиза в данных условиях.

Ключевые слова: рожь; засоление; протеиназы.

Хорошо известно, что под влиянием неблагоприятных, но не повреждающих факторов, в клетках растений происходят многочисленные физиолого-биохимические изменения, большая часть из которых прямо или косвенно вовлечена в процесс формирования повышенной устойчивости [1]. Однако имеющиеся данные касаются, главным образом, анаболических процессов и, прежде всего, синтеза стрессовых белков [2], в то время как роль катаболических процессов изучена недостаточно. Между тем, важную роль в обмене веществ растительного организма и защите его от повреждения играют протеолитические ферменты, участвуя не только в деградации белковых молекул, но и в регуляции различных физиолого-биохимических процессов посредством реакций ограниченного протеолиза [1].

В связи с этим, целью нашей работы стало изучение активности протеиназ проростков ржи посевной в процессе повышения устойчивости к действию резкого и постепенного хлоридного засоления.

Проростки выращивали в условиях водной культуры. В возрасте 8 суток их делили на следующие варианты: 1 – контроль, 2 – шоковое засоление 300 мМ NaCl, 3 – постепенное засоление (увеличение концентрации NaCl на 100 мМ каждые двое суток до достижения конечной концентрации 400 мМ). Активность протеолитических ферментов определяли по модифицированному методу Ансона [4].

Основной причиной повреждения растений при засолении является накопление солей, которые оказывают осмотическое и токсическое действие. При этом нарушается нормальный ход физиологических процессов, что ведет к торможению роста, сокращению темпов нарастания биомассы растений [2]. Маркером изменения метаболизма клеток

в целом часто рассматривают белковый обмен, поскольку он является центральным звеном метаболизма и очень чувствителен к внешним условиям роста растений [1]. Известно, что в распаде растительных белков участвуют различные типы протеиназ. В кислой области pH работают аспаратные и цистеиновые протеиназы. Последние представлены несколькими изоформами. В нейтральной и щелочной областях pH – цистеиновые, сериновые и металлопротеиназы. Предполагается, что активность различных протеиназ и их изоформ может по-разному изменяться под влиянием стресса. Так, увеличение активности различных классов протеиназ отмечено при воздействии теплового стресса [5], засоления, водного дефицита тяжелых металлов (Домаш и др., 2008).

Полученные нами результаты (рис. 1, 2) показали тенденцию к уменьшению активности как щелочных, так и кислых протеиназ в побегах ржи в условиях постепенного и резкого засоления относительно контроля, которая усиливалась по мере солевой экспозиции.

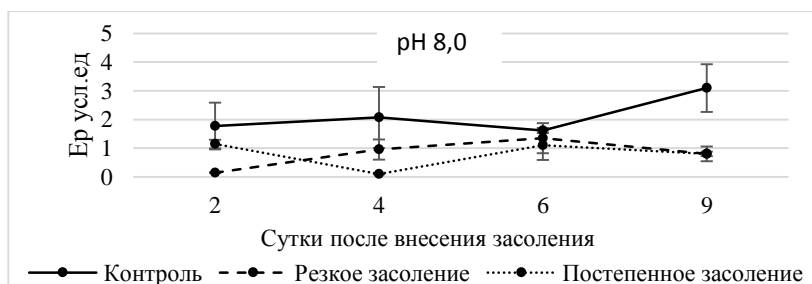


Рис. 1. Влияние засоления на активность щелочных протеиназ побегов ржи.

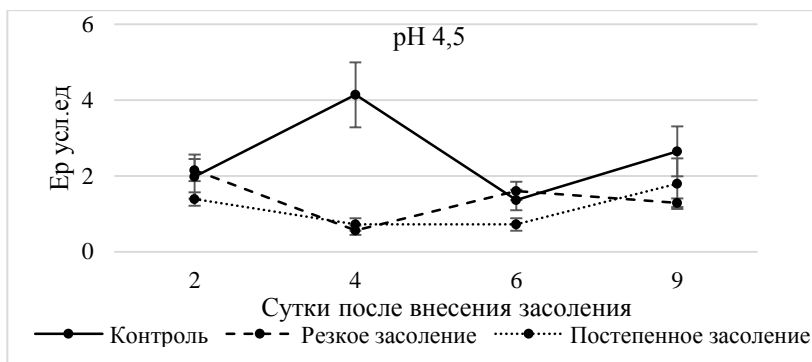


Рис. 2. Влияние засоления на активность кислых протеиназ побегов ржи.

В литературе также имеются указания на снижение активности некоторых протеиназ при достижении максимума холодоустойчивости растений по сравнению с исходным уровнем [7]. Можно предположить, что в стрессовых условиях протеиназы контролируют концентрацию белков путем участия в модификации и устранении биополимеров, уже не выполняющих (или выполняющих не в полной мере) необходимые организму функции, а также обеспечивают клетку аминокислотами для синтеза стрессовых (шоковых) белков. На это указывают данные об усилении активности ингибиторов протеиназ, регулирующих их активность, что в свою очередь, предотвращает преждевременный распад белков, синтезированных *de novo*, тем самым способствуя поддержанию повышенного уровня устойчивости [7].

Таким образом, полученные нами результаты и анализ литературы позволяют заключить, что изменение протеолитической активности является одним из механизмов, участвующих в процессе адаптации растений к неблагоприятным факторам среды.

Библиографический список

1. Тарчевский И.А. Метаболизм растений при стрессе. Казань: Фэн. 2001. 448 с.
2. Чиркова Т.В. Физиологические основы устойчивости растений. СПб.: Изд-во СПбГУ. 2002. 244 с.
3. Гильманов М.К., Фурсов О.В., Францев А.П. Методы очистки и изучения ферментов растений. Алма-ата: Наука. 1981. 92с.
4. Александрова И.Ф., Николаева Т.И., Веселова А.А. Влияние гипертермии на соотношение протеиназ различных типов в прорастающих зерновках пшеницы // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Биология. 2001. №1. С. 172–175.
5. Домаш В.И., Шарпио Т.П., Забрёйко С.А., Сосновская Т.Ф. Протеолитические ферменты и ингибиторы трипсина высших растений в условиях стресса // Биоорганическая химия. 2008. 34(3). С. 353–357.
6. Фролова С.А., Титов А.Ф., Таланова В.В. Влияние низкотемпературного закаливания на активность протеолитических ферментов и их ингибиторов в листьях проростков пшеницы и огурца // Физиология растений. 2011. Т. 58. №5. С. 673–680.

Влияние засоления и разной реакции почвенной среды на содержание фотосинтетических пигментов в листьях ржи

Т.А. Якина, О.З. Еремченко

ПГНИУ

Аннотация. На площадь листа *Secale cereale* L. отрицательное воздействие оказывает засоление на фоне кислой и, особенно, щелочной реакции почвенной среды. Снижение содержания хлорофиллов и каротиноидов наблюдалось в листьях ржи при засолении почвы с нейтральной реакцией среды. Количество хлорофилла *b* было пониженным в растениях на кислой почве. Засоление кислой и щелочной почвы не оказало воздействия на содержание фотосинтетических пигментов в листьях ржи.

Ключевые слова: засоление, pH, фотосинтетические пигменты.

Одним из важнейших природных стрессоров, оказывающих негативное влияние на рост и развитие растений, являются засоление и неблагоприятная реакция почвенной среды. Засоление почв снижает активность фотосинтетического аппарата [1], угнетает механизм циклического фотофосфорилирования, вызывает нарушение ультраструктурной организации хлоропластов [2]. Установлено неблагоприятное воздействие кислой и щелочной реакции почвенной среды на фотосинтетические пигменты [3]. В тоже время повышенное содержание фотосинтетических пигментов в листьях способствует адаптации растений к действию неблагоприятных факторов среды [4].

Цель данной работы заключалась в изучении совместного влияния засоления и неблагоприятной реакции почвенной среды на содержание фотосинтетических пигментов в листьях ржи.

Ответную реакцию растений ржи изучали в модельном эксперименте. Количество фотосинтетических пигментов определяли при длинах волн 665, 649 и 440 нм спектрофотометрическим методом с расчетом по формулам Вернона и Веттштейна [5]. Значимость различий между вариантами опыта оценивали дисперсионным методом с применением критерия Краскела-Уоллиса.

Основной показатель, характеризующий состояние растений с точки зрения их фотосинтетической деятельности, это развитие поверхности листьев. В площади листа ржи, выращенной на почвах с разной реакцией среды, не выявлено значимых различий (рис. 1). Засоление кислой почвы отрицательно повлияло на площадь листа, по сравнению с растениями на незасоленной кислой почве она уменьшилась на 43%. Засоление щелочной почвы в наибольшей степени воздействовало на площадь листа ржи, которая понижена на 62% по сравнению с площадью листа на незасоленной щелочной почве.

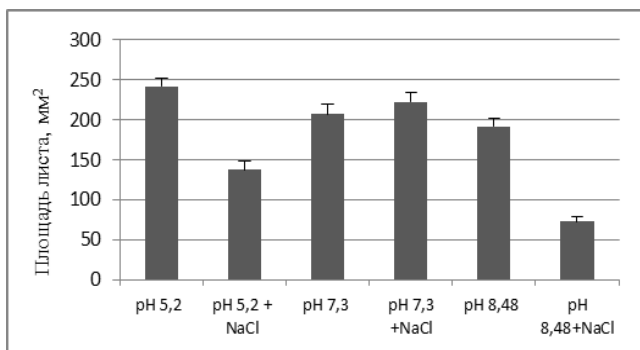


Рис. 1. Влияние засоления и разной реакции почвенной среды на площадь листа ржи, мм².

Содержание и соотношение разных форм пигментов в хлоропластах может служить одним из показателей их фотохимической активности [4]. Среднее содержание хлорофилла *a* в растениях на кислой незасоленной почве было несколько ниже, а в растениях на щелочной незасоленной почве, напротив, несколько выше, чем у растений на нейтральной незасоленной почве (рис. 2). Однако при данном объеме выборки (трехкратная повторность) эти различия в количестве пигмента по вариантам опыта были незначимыми.

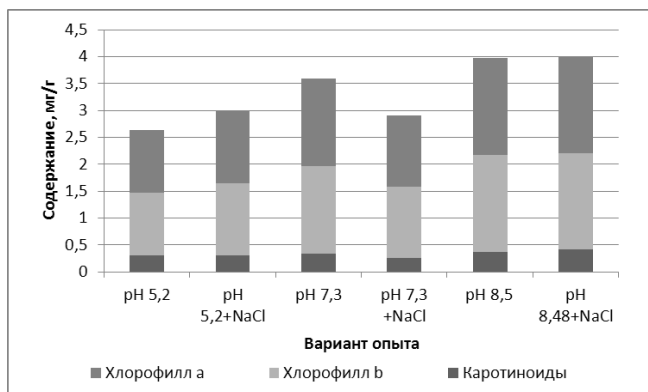


Рис. 2. Влияние засоления и разной реакции почвенной среды на содержание фотосинтетических пигментов в листьях ржи, мг/г сырой массы.

Внесение соли в почвы с нейтральной реакцией среды способствовало снижению содержания хлорофилла *a* в растениях, по сравнению с растениями на незасоленной нейтральной почве. В вариантах с кислой

и щелочной почвой не наблюдали значимого влияния засоления на этот показатель.

На кислой почве растения характеризовались снижением количества хлорофилла *b* по сравнению с растениями на нейтральной почве (рис. 2). Растения на щелочной почве по содержанию хлорофилла *b* не отличались от растений на нейтральной почве. Засоление нейтральной почвы способствовало снижению содержания хлорофилла *b* в листьях ржи. Засоление кислой и щелочной почвы не оказало воздействия на содержание хлорофилла *b*.

В вариантах опыта с разной реакцией почвенной среды растения не имели значимых различий в содержании каротиноидов. При засолении почвы с нейтральной реакцией среды в листьях ржи содержание каротиноидов снизилось на 25%. В тоже время в вариантах со щелочной и кислой почвой засоление не оказало значимого воздействия на содержание каротиноидов в листьях ржи.

Таким образом, при наименьшей площади листа ржи в вариантах с засоленной кислой и засоленной щелочной почвой в растениях не снижалось количество фотосинтетических пигментов, что, по-видимому, имеет определенного значение в устойчивости растений к неблагоприятным условиям.

Библиографический список

1. Кузнецова С.А., Климачев Д.А., Карташов С.Н., Старикова В.Т. Влияние засоления на показатели фотосинтетической активности растений // Вестник Московского государственного областного университета. 2014. №1. С. 63–68.
2. Чудинова Л.А., Орлова Н.В. Физиология устойчивости растений: учеб. пособие к спецкурсу / Перм. ун-т. Пермь, 2006. С. 79–80.
3. Боталова К.И., Еремченко О.З. Содержание органических кислот в *Triticum aestivum* L., *Secale cereale* и *Pisum sativum* L. при выращивании на кислой и щелочной почвах // Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2020. №4. С. 35–42.
4. Еремченко О.З., Кусакина М.Г., Лузина Е.В. Содержание пигментов в растениях *Lepidium sativum* в условиях хлоридно-натриевого засоления и ощелачивания // Вестник ПГУ. 2014. №1. С. 30–35.
5. Гавриленко В.Ф., Жигалова Т.В. Большой практикум по фотосинтезу. М.: Академия, 2003. 51 с.

Секция
«Микробиология, биотехнология,
фундаментальная и прикладная медицина,
физиология человека, иммунология»

**Биодеградация углеводов штаммом *Rhodococcus qingshengii*
ИЭГМ 1359**

И.Р. Ахунзянова¹, А.А. Елькин^{1, 2}

¹ ПГНИУ

² ИЭГМ УрО РАН – филиал ПФИЦ УрО РАН

Аннотация. Представители рода *Rhodococcus* распространены в природе, обладают широким спектром катаболических путей и способны выживать в чрезвычайно суровых условиях, что делает их потенциально полезными в экологической и промышленной биотехнологии [1]. В работе была установлена эффективность биодеградации нефти, дизельного топлива и додекана коллекционным штаммом *Rhodococcus qingshengii* ИЭГМ 1359 (http://www.iegmc.ru/strains/rhodoc/qingsh/r_qingsh1359.html).

Ключевые слова: биодеградация, *Rhodococcus qingshengii*, нефть, дизельное топливо, додекан.

Отрицательное воздействие разливов нефти и нефтепродуктов на окружающую среду общеизвестно. Наиболее действенными методами устранения признаны биологические методы, подразумевающие использование для рекультивации различных микроорганизмов [2]. В биотехнологии очистки объектов, загрязненных углеводородами, применяются нефтеокисляющие бактерии разных систематических групп [3]. Считается, что одними из наиболее распространенных бактерий в загрязненных углеводородами местах являются *Rhodococcus* [4]. Эти микроорганизмы способны к окислительной трансформации и деструкции природных и антропогенных углеводородов разных классов в широком диапазоне температур [5]. Способность *Rhodococcus* к деструкции и трансформации углеводородов позволяет использовать их для биодеградации.

Эксперименты по биодеградации проводили в 100 мл колбах Эрленмейера с 30 мл минеральной среды «К» следующего состава (г/л): K_2HPO_4 – 1,0; KH_2PO_4 – 1,0; KNO_3 – 1,0; $NaCl$ – 1,0; $MgSO_4$ – 0,2; $CaCl_2$ – 0,02 с добавлением дрожжевого экстракта (0,9 мл) и микроэлементов по Постгейту. В качестве источников углеводов и энергии использовались (3 об. %): нефть (26 г/л), дизельное топливо (26 г/л), додекан (21 г/л). Культивирование бактериальных клеток проводили на орбитальном

шейкере при температуре 4, 16 и 28°C и скоростью вращения 160 оборотов в минуту.

Все эксперименты проводили в трехкратной повторности. Вычисление средних величин и стандартного отклонения осуществляли с использованием программы MS Excel 2013.

В процессе эксперимента была установлена высокая эффективность биodeградации нефти, дизельного топлива и додекана штаммом *Rhodococcus qingshengii* ИЭГМ 1359. Так, за 7 суток культивирования родококков концентрация нефти (рис. 1) снижается с 27 г/л до 6 г/л при 4 и 16°C, с 27 г/л до 11 г/л при 28°C.

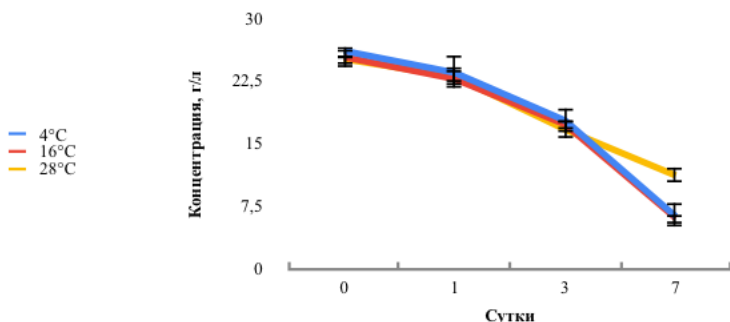


Рис. 1. Динамика биodeградации нефти штаммом *Rhodococcus qingshengii* ИЭГМ 1359.

Дeградация дизельного топлива родококками (рис. 2) наиболее эффективна при температуре 28°C. При этом на 7 суток культивирования бактериальных клеток в питательной среде регистрируется 2 г/л дизельного топлива.

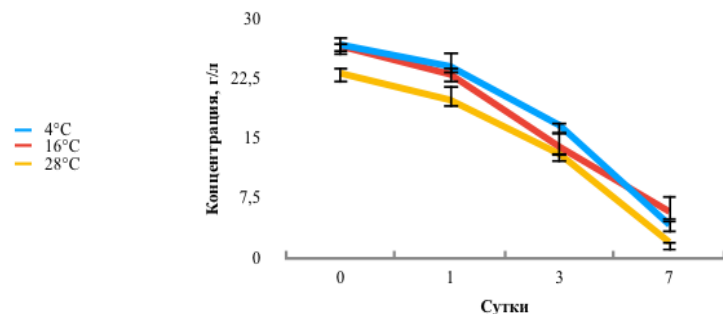


Рис. 2. Динамика биodeградации дизеля штаммом *Rhodococcus qingshengii* ИЭГМ 1359.

Rhodococcus qingshengii ИЭГМ 1359 деградировал додекан с 21 г/л (рис. 3) при температуре 4°C до 6 г/л, при температуре 16°C до 4 г/л, при температуре 28°C до 3 г/л.

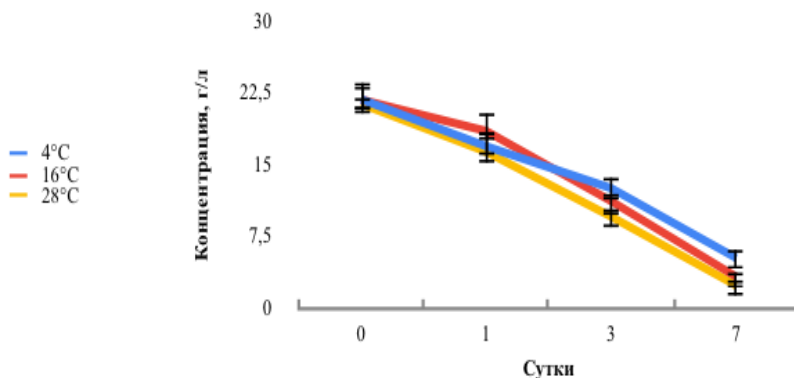


Рис. 3. Динамика биodeградации додекана штаммом *Rhodococcus qingshengii* ИЭГМ 1359.

Библиографический список

1. Laczi K., Kis A., Horváth B., Maróti G., Hegedüs B. Metabolic responses of *Rhodococcus erythropolis* PR4 grown on diesel oil and various hydrocarbons // Appl Microbiol Biotechnol. 2015. N 99 (22). P. 9745–9759.
2. Шубенко Д.Ю. Опыты и перспективы использования биопрепаратов для ремедиации нефтезагрязненных почв // Неразрушающий контроль: сборник трудов VI Всероссийской научно-практической конференции «Неразрушающий контроль: электронное приборостроение, технологии, безопасность». Томск, 2016. Т. 3. С. 390–393.
3. Мельников Д.А. Распределение признаков биodeградации углеводородов и оценка технологически важных свойств нефтеокисляющих бактерий // автореф. дис. ... к.б.н. Краснодар, 2005.
4. Ившина И.Б., Куюкина М.С., Каменских Т.Н., Криворучко А.В., Тюмина Е.А., Елькин А.А. Углеводородокисляющие родококки: особенности биологической организации под воздействием экополлютантов. Атлас-монография / под ред. И.Б. Ившиной. УрО РАН. 2021. 140 с.
5. Сопрунова О.Б. Микробные биотехнологии ремедиации (очистка) почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами на территории Атырауской области // Молодой ученый. 2014. №20(79). С. 41–43.

Влияние источника углерода на формирование биопленки родококков

Е.А. Баяндина¹, Г.Г. Глебов^{1, 2}, М.С. Куюкина^{1, 2}

¹ ПГНИУ

² ИЭГМ УрО РАН – филиал ПФИЦ УрО РАН

Аннотация. Изучено влияние углеродных субстратов на формирование биопленок родококков с помощью конфокальной лазерной сканирующей микроскопии. Выявлена динамика роста биопленок на стекле в МПБ и минеральной среде с *n*-гексадеканом.

Ключевые слова: биопленки, *Rhodococcus*, КЛСМ, адгезия.

Преобладающей формой существования микроорганизмов в природе являются биопленки – бактериальные сообщества, растущие на границе раздела фаз. Экзополимерный матрикс обеспечивает структурную целостность биопленки, защищает клетки и действует как внешняя пищеварительная система, удерживая внеклеточные ферменты близко к клеткам, позволяя им метаболизировать различные биополимеры [1, 2]. На формирование биопленок влияет питательный субстрат и материал подложки, на которой происходит адгезия бактерий [3]. Бактерии рода *Rhodococcus* перспективны для биоремедиации загрязненных экосистем из-за способности деградировать сложные органические загрязнители, такие как углеводороды нефти, пестициды и другие ксенобиотики [4]. Цель работы – изучение влияния источника углерода на формирование биопленок родококков.

В работе использовали штаммы *Rhodococcus ruber* ИЭГМ 231 и *Rhodococcus rhodochrous* ИЭГМ 1363 из Региональной профилированной коллекции алканотрофных микроорганизмов (акроним ИЭГМ; WFCC/WDCM #768; www.iegmc.ru). Культивирование биопленок на покровных стеклах осуществляли параллельно в МПБ (ООО «Биотехнология», Россия) и жидкой минеральной среде К [5] с 1.0 об.% *n*-гексадекана, в колбах Эрленмейера объемом 150 мл при постоянном перемешивании (130 об/мин), 28°C в течение 24–72 ч. Стекло с выращенной биоплёнкой подсушивали на воздухе в течение 10–15 мин, затем добавляли флуоресцентный краситель LIVE/DEAD® BacLight™ Bacterial Viability Kit (Invitrogen, США) и оставляли в темном месте на 15–20 мин. Препарат промывали деионизированной водой для удаления остатков красителя, среды и планктонных клеток. КЛСМ-сканирование проводили на микроскопе FluoView 1000 (Olympus, Япония) с использованием иммерсионного объектива (×100, числовая апертура 1,4). Количественное значение

адгезии оценивали по среднему числу прикрепленных клеток на 1 мм². Измерение параметров каждого образца проводили параллельно на 5 полях зрения.

Анализ стадий развития биопленки родококков при культивировании на различных источниках углерода показал (рис. 1) равномерное увеличение числа прикрепленных к стеклу клеток на начальной (24–48 ч) стадии, а также процесс превращения монослойной биопленки в многослойную после 48 ч, при котором наблюдалось изменение рельефа поверхности, образование каналов и пор. Зрелые многослойные биопленки (более выраженные при росте на *n*-гексадекане, чем в МПБ) образованы большим скоплением клеток, около 80-90% из которых были жизнеспособны.

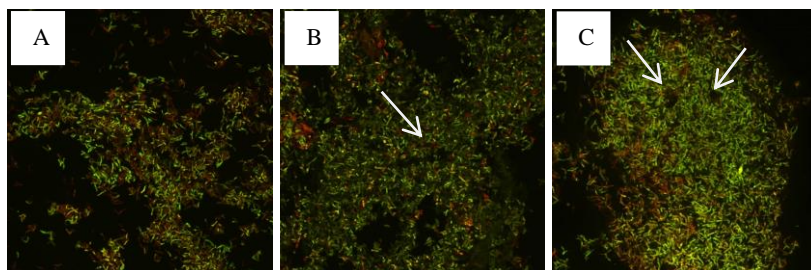


Рис. 1. КЛСМ-изображения биопленок *R. ruber* ИЭГМ 231, выращенных в минеральной среде с *n*-гексадеканом и окрашенных LIVE/DEAD для выявления живых (зеленые) и мертвых (красные) клеток: А – после 24, В – 48, С – 72 ч. Стрелками обозначены поры.

Коадгезия (коагрегация) клеток необходима для защиты бактерий от воздействия неблагоприятных факторов. По данным [5], родококки активно коадгезируют при росте на гидрофобном субстрате, что обусловлено повышенным содержанием липидов (в частности предельных жирных кислот и нейтральных фосфолипидов) в клетках, выращенных в присутствии *n*-гексадекана, по сравнению с растущими в МПБ [6]. При росте на углеводородах родококки синтезируют биосурфактанты, способствующие адгезии клеток к подложке [7]. Как видно из табл. 1, численность родококков в формирующихся биопленках была в 2–5 раз выше при культивировании в присутствии *n*-гексадекана, чем в полноценной питательной среде (МПБ), содержащей легко усваиваемые углеводы. При этом жизнеспособность клеток обоих штаммов была сопоставимой и практически не зависела от используемого источника углерода в среде и времени культивирования (рис. 2). По-видимому, повы-

шение коагрегации и адгезивной активности бактерий в присутствии углеводов позволяет им колонизировать твердые поверхности, наращивая биопленки.

Таблица 1

Динамика численности (кл/мм²) родококков в биопленках, выращенных на разных средах

Время, ч	<i>R. ruber</i> ИЭГМ 231		<i>R. rhodochrous</i> ИЭГМ 1363	
	МПБ	1% <i>n</i> -гексадекан	МПБ	1% <i>n</i> -гексадекан
24	$(2.28 \pm 0.19) \times 10^4$	$(4.24 \pm 0.33) \times 10^4$	$(0.84 \pm 0.26) \times 10^4$	$(4.54 \pm 0.29) \times 10^4$
48	$(3.45 \pm 0.21) \times 10^4$	$(7.43 \pm 1.04) \times 10^4$	$(1.95 \pm 0.18) \times 10^4$	$(8.33 \pm 0.26) \times 10^4$
72	$(5.42 \pm 0.32) \times 10^4$	$>11 \times 10^4$	$(5.76 \pm 0.36) \times 10^4$	$>12 \times 10^4$

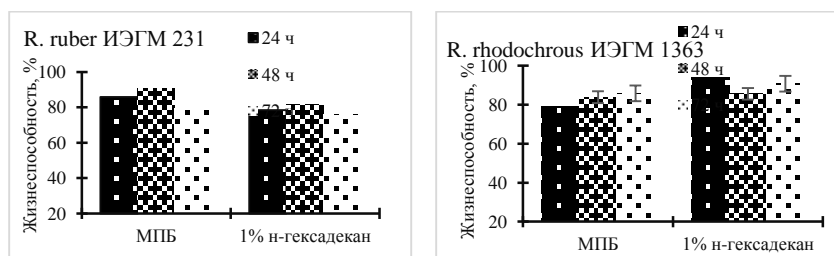


Рис. 2. Жизнеспособность родококков в биопленках, выращенных на разных средах.

Таким образом, выращивание родококков на углеводородном субстрате способствует их адгезии и более интенсивному формированию биопленок по сравнению с традиционным культивированием в МПБ. Полученные результаты могут использоваться при создании иммобилизованных биокатализаторов на основе родококков.

Исследование выполнено в рамках госзаданий АААА-А20-120081990069-3, АААА-А19-119112290008-4 и поддержано грантом РНФ 18-14-00140.

Библиографический список

1. Zhang Q. *et al.* Cultivation of algal biofilm using different lignocellulosic materials as carriers // *Biotechnol. Biofuels*. 2017. V. 10. Iss. 115.
2. Xiao X. *et al.* Impairment of biofilm formation by TiO₂ photocatalysis through quorum quenching // *Environ. Sci. Technol.* 2016. V. 50. P. 11895–11902.

3. Buhmann M. *et al.* *In vitro* biofilm models for device-related infections // Science & Society. 2014. V. 1. P. 1–4.
4. Martinková L. *et al.* Biodegradation potential of the genus *Rhodococcus* // Environment International. 2009. V. 5. P. 162–177.
5. Углеводородокисляющие родококки: особенности биологической организации под воздействием экополлютантов. Атлас-монография / под ред. И.Б. Ившиной. УрО РАН, 2021. С. 140.
6. Куюкина М.С. и др. Влияние липидного состава клеток на формирование неспецифической антибиотикорезистентности у алканотрофных родококков // Микробиология. 2000. Т. 69. С. 62–69.
7. Ivshina I.B. *et al.* Biosurfactant-enhanced immobilization of hydrocarbon-oxidizing *Rhodococcus ruber* on sawdust // Appl. Microbiol. Biotechnol. 2013. V. 97. P. 5315–5327.

Влияние углеродных нанотрубок на физиологическое состояние бактериальных клеток в составе биопленок

Я.Е. Быкова^{1, 2}, Ю.Г. Максимова^{1, 2}

¹ ПГНИУ

² ИЭГМ УрО РАН – филиал ПФИЦ УрО РАН

Аннотация. Исследовано влияние одностенных (ОУНТ) и многостенных углеродных нанотрубок (МУНТ) на метаболическую активность биопленок бактерий разных систематических групп. Показано, что явное снижение метаболической активности наблюдается при воздействии немодифицированных «Таунит-М», а также гидрофильных и карбоксилированных МУНТ.

Ключевые слова: бактериальные биопленки, углеродные нанотрубки, метаболизм.

Углеродные нанотрубки (УНТ) представляют собой аллотропную модификацию углерода в виде цилиндрической структуры диаметром от одного до нескольких десятков нанометров [1]. Они подразделяются на одно- и многостенные в зависимости от количества слоев графена [2].

На сегодняшний день наноматериалы, в частности УНТ, синтезируются в больших объемах и активно используются в разных отраслях промышленности, вследствие чего происходит их неизбежное попадание в окружающую среду. В результате становится актуальным вопрос о влиянии УНТ на микробиоценозы естественной среды [3, 4]. Бактерицидное действие УНТ на клетки микроорганизмов активно изучается, однако согласно современным представлениям, 95–99% микроорганизмов в природе существуют в виде биопленок [5]. Устойчивость клеток в биопленках к различным биоцидам отличается от резистентности планктонных клеток. Следовательно, актуально изучить действие углеродных наноматериалов на биопленки.

Целью исследования явилось оценка влияния УНТ на метаболическую активность клеток бактериальных биопленок разных систематических групп.

Объектами исследования являлись штаммы бактерий: *Rhodococcus ruber* gt1, *R. erythropolis* 11-2, *R. erythropolis* 4-1, *R. erythropolis* ИЛ БИО, *Acinetobacter guillouiae* 11h, *Alcaligenes faecalis* 2, *Pseudomonas fluorescens* C2, *Burkholderia dolosa* БОС, *Achromobacter pulmonis* ПНОС. В работе использовали МУНТ серии «Таунит» (ООО «НаноТехЦентр», Россия), а именно «Таунит» олеофильные, «Таунит» карбоксилированные, «Таунит-М», «Таунит-М» гидрофильные, а ОУНТ «TUBALL» (OCSiAl, Россия).

Метаболическую активность клеток биопленок оценивали по восстановлению красителя резазурина с использованием реактива PrestoBlue™ Cell Viability Reagent. Биопленки выращивали в черном полистироловом плоскодонном 96-луночном планшете «Nunc» (Дания) на среде LB («Sigma-Aldrich», США) в течение 7-ми суток, далее отмывали фосфатным буфером дважды, затем вносили 0,9% NaCl с УНТ (200 мкг/мл), инкубировали при 30°C. Через 1 час биопленки отмывали, в лунки вносили 0,9% NaCl и реактив PrestoBlue™ Cell Viability Reagent. После 10 мин инкубации при температуре 37°C измеряли уровень флуоресценции при λ возбуждения/испускания 560/590 нм.

Таблица 1

**Оценка метаболической активности клеток биопленок
методом окраски реактивом PrestoBlue™ Viability Reagent, %**

Штамм	УНТ	ОУНТ	Таунит-М	Таунит олео- филь- ные	Таунит-М гидро- фильные	Таунит карбо- ксилиро- ванные
<i>R. ruber</i> gt1		110,6	37,3	75,6	58,3	29,9
<i>R. erythropolis</i> ИЛ БИО		109,1	30,3	84,4	29,0	58,2
<i>R. erythropolis</i> 11-2		91,0	8,9	77,2	25,8	60,1
<i>R. erythropolis</i> 4-1		81,4	45,6	116,5	26,8	49,8
<i>Ac. guillouiae</i> 11h		216,9	87,3	142,1	38,6	58,2
<i>Al. faecalis</i> 2		113,8	90,8	123,5	61,1	72,5
<i>Ps. fluorescens</i> C2		98,4	15,7	127,7	19,9	19,7
<i>A. pulmonis</i> ПНОС		44,6	23,8	64,6	33,8	33,8
<i>B. dolosa</i> БОС		20,2	4,8	49,3	44,7	14,5

Примечание: 100% – метаболическая активность клеток без воздействия УНТ.

После окрашивания биопленок реактивом PrestoBlue™ Viability Reagent происходит восстановление резазурина до флуоресцирующего резорурфина в активно метаболизирующих клетках. Показано, что явное снижение метаболической активности наблюдается при воздействии многостенных гидрофильных, карбоксилированных и «Таунит-М» УНТ (табл. 1). При воздействии ОУНТ отмечено снижение флуоресценции только у биопленок *A. pulmonis* ПНОС и *B. dolosa* БОС. В остальных случаях значительного снижения метаболической активности не наблюдалось. Воздействие олеофильных МУНТ у *R. erythropolis* 4-1,

Ac. guillouiae 11h, *Al. faecalis* 2 и *Ps. fluorescens* C2 приводило к возрастанию метаболической активности клеток биопленок. Таким образом, воздействие УНТ на клетки биопленок было штаммоспецифичным. Полного подавления метаболической активности бактериальных клеток в составе биопленок под воздействием ОУНТ и МУНТ не наблюдали.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Пермского края в рамках научного проекта №20-44-596002.

Библиографический список

1. Lam C.W., James J.T., McCluskey R., Arepalli S., Hunter R.L. A review of carbon nanotube toxicity and assessment of potential occupational and environmental health risks // *Crit Rev Toxicol.* 2006. V. 36(3). P. 189–217.
2. Шебанов С.М., Стребков Д.С., Кожевников Ю.А., Шебанов М.С. Структура, технология и свойства углеродных нанотрубок // *Достижения науки и техники АПК.* 2011. С. 63–65.
3. Kerfahi D., Tripathi B.M., Singh D., Kim H., Lee S., Lee J., Adams J.M. Effects of functionalized and raw multi-walled carbon nanotubes on soil bacterial community composition // *PLoS ONE.* 2015. V. 10(3): e0123042.
4. Shrestha B., Acosta-Martinez V., Cox S.B., Green M.J., Li S., Cañas-Carrell J.E. An evaluation of the impact of multiwalled carbon nanotubes on soil microbial community structure and functioning // *J. Hazard. Mater.* 2013. V. 261. P. 188–197.
5. Николаев Ю.А., Плакунов В.К. Биопленка – «Город микробов» или аналог многоклеточного организма? // *Микробиология.* 2007. Т. 76. №2. С. 149–163.

Изучение биокаталитической активности почвенных бактерий, метаболизирующих амиды и нитрилы карбоновых кислот

В.О. Васильев¹, А.Ю. Максимов^{1, 2}

¹ ПГНИУ

² ИЭГМ УрО РАН – филиал ПФИЦ УрО РАН

Аннотация. С целью поиска и изучения микроорганизмов, способных трансформировать нитрилы до карбоновых кислот, проанализировано 5 образцов естественной дерново-луговой почвы, из которых были выделены штаммы, обладающие высокой нитрилгидролизующей активностью. Установлены максимумы активности и роста культур. Выявлено стимулирующее рост модельных растений влияние добавления культуры – продуцента нитрилгидролизующих ферментов по морфометрическим показателям.

Ключевые слова: продуцент нитрилгидролизующих ферментов, *Rhodococcus erythropolis*, нитрилаза.

Биокатализаторы считаются важной альтернативой химическим катализаторам из-за растущих экологических проблем и нехватки ресурсов. Важным направлением использования биокатализаторов в последнее время является биоремедиация почв и очистка сточных вод, загрязненных техногенными токсикантами, такими, как нитрилы [1, 2].

Микроорганизмы, обладающие амидазой и нитрилазой активностью, являются могут использоваться как биокатализаторы в органическом синтезе, а также в экологической биотехнологии для детоксикации отходов, содержащих нитрильные и амидные группы. Штаммы, способные к гидролизу нитрилов и амидов, обнаружены в самых разных таксономических группах, однако наиболее активные биодеструкторы этих соединений часто встречаются среди изолятов, принадлежащих к роду *Rhodococcus* [3–5].

Целью работы является поиск и изучение микроорганизмов, обладающих высокой нитрилазной и амидазной активностью, а также исследование влияния добавления в почву бактерий, обладающих ферментами метаболизма нитрилов, на рост растений.

Бактериальные культуры, способные трансформировать нитрилы, выделяли из дерново-подзолистой почвы, методом накопительной культуры на среде N с ацетонитрилом в качестве единственного источника углерода и азота, с последующим высевом на агаризованную аналогичную среду и чистой культур на богатой среде РПА (рыбопептонный агар). Получены 3 изолята, обладающие нитрилгидролизующей активностью

ДЛ1 и ДЛ2. Из них один, ДЛ1, гидролизует акрилонитрил и ацетонитрил до уксусной и акриловой кислот, соответственно. При трансформации нитрилов биомассой культуры ДЛ2 накапливались амиды.

По морфологическим и хемотаксономическим признакам было установлено, что выделенные изоляты схожи между собой и относятся к актинобактериям рода *Rhodococcus*. Для видовой идентификации изолятов проведено выделение геномной ДНК из селекционированных образцов и амплификация генов 16S рРНК с видоспецифичными праймерами. Результаты анализа последовательностей показали, что селекционированные культуры относятся к виду *Rhodococcus erythropolis*.

Известно, что нитрилтрансформирующие бактерии при внесении в почвенную среду в ряде случаев способны стимулировать рост растений. Это свойство основано на трансформации ферментами метаболизма нитрилов индол-3-ацетонитрила, выделяемого растениями с эксудатом корней, до индолил-3-ацетата (ауксина), являющегося фитогормоном.

Для анализа влияния изолята, трансформирующего нитрилы до карбоновых кислот, в качестве модельного растения был взят ультраскороспелый низкорослый сорт томатов для закрытого грунта «Балконное чудо». Был поставлен эксперимент с различными вариантами (табл. 1).

Выявлено значительное увеличение морфометрических показателей при внесении в почву культуры *Rhodococcus erythropolis* ДП1, активно трансформирующей нитрилы. Таким образом, селекционированная культура оказывает стимулирующее влияние, на рост модельных растений и представляется перспективной для получения микробного препарата для растениеводства.

Таблица 1

Средние морфометрические параметры томатов на 40-ые сутки роста

Вариант	Длина, см		Сырая масса, г		Сухая масса, г	
	Корня	Побега	Корня	Побега	Корня	Побега
1	4.2±1.6	13.8±1.2	1.02±0.12	7.32±0.37	0.12±0.03	0.60±0.09
2	4.5±1.6	12.5±2.2	1.10±0.11	6.95±1.32	0.14±0.02	0.59±0.11
3	7.1±2.3	15.1±2.3	1.63±0.2	8.1±0.6	0.29±0.03	0.82±0.12

1 – Контроль, без внесения живых бактериальных культур (внесена инактивированная биомасса бактерий *Rhodococcus erythropolis* А1 без нитрилгидролизующей активности).

2 – Штамм *Rhodococcus erythropolis* А1 без нитрилгидролизующей активности.

3 – Штамм *Rhodococcus erythropolis* ДП1, обладающий нитрилгидролизующей активностью.

Библиографический список

1. Евтушенков А.Н. Введение в биотехнологию / А.Н. Евтушенков, Ю.К. Фомичев // Курс лекций. БГУ. Минск, 2002. С. 183–189.
2. Нетрусов Ф.И. Экология микроорганизмов / Ф.И. Нетрусов, Е.А. Бонч-Осмоловская, В.М. Горленко. М.: Изд. центр «Академия», 2004. 272 с.
3. Kozhemyakov A.P., Laktionov Yu.V., Popova T.A., Orlova A.G., Kokorina A.L., Vaishlya O.B., Agafonov E.V., Guzhvin S.A., Churakov A.A., Yakovleva M.T. The scientific basis for the creation of new forms of microbial biochemicals // *Agricultural Biol.* 2015. V. 50(3). P. 369–376. DOI:10.15389/agrobiology.2015.3.369rus.
4. Martínková L. Nitrile- and amide-converting microbial enzymes: stereo-, regio- and chemoselectivity / L. Martínková, V. Krěň // *Biocat. Biotrans.* 2002. V. 20. P. 73–93.
5. Максимова Ю.Г. Гидролиз акрило нитрила клетками нитрилконвертирующих бактерий, иммобилизованными на волокнистых углеродных адсорбентах / Ю.Г. Максимова, А.Ю. Максимов, В.А. Демаков, С.В. Козлов, Г.В. Овечкина, В.Ф. Олонцев // *Биотехнология.* 2010. №4. С. 51–58.

Биотрансформация холестана родококками

А.В. Верёвкина¹, М.С. Куюкина^{1, 236}

¹ ПГНИУ

² ИЭГМ УрО РАН – филиал ПФИЦ УрО РАН

Аннотация. Исследована способность актинобактерий рода *Rhodococcus* к биотрансформации 5 α -холестана. Установлено, что родококки устойчивы к воздействию повышенной (7.5 об. %) концентрации холестана и используют его в качестве единственного источника углерода и энергии. Отобраны штаммы *Rhodococcus erythropolis* и *Rhodococcus ruber*, проявляющие наибольшую биотрансформирующую активность в отношении холестана, выполнен качественный анализ полученных метаболитов.

Ключевые слова: актинобактерии, *Rhodococcus*, 5 α -холестан, биотрансформация.

Бактерии рода *Rhodococcus* обладают широким разнообразием катаболических путей. Гибкость их центрального метаболизма, окислительный потенциал и конкурентоспособность делает представителей этого рода перспективными кандидатами для биоремедиации загрязненных участков, биотрансформации и биodeградации широкого спектра загрязнителей, таких как нефтяные углеводороды, хлорированные, N-замещенные и другие сложные гетероциклы [1, 2]. 5 α -холестан (рис. 1) представляет собой органическое соединение, тетрациклический тритерпен с углеродным скелетом C₂₇-C₂₉ (или стеран), который является типичным компонентом сырой нефти. Существуют данные о возможности бактерий модифицировать производные стерина с образованием физиологически активных соединений стероидной структуры [3]. Способность же микроорганизмов к биотрансформации 5 α -холестана практически не изучена. Описан лишь единственный пример трансформации 2 α ,3 α -дигидрокси-5-холестан-6-она *Mycobacterium vaccae* Zimet 11094 с образованием андростановых соединений [4]. Биогенное происхождение 5 α -холестана и его производных обуславливает актуальность изучения бактериальной трансформации и возможности их биодеструкции в ходе очистки нефтезагрязнённых воды и почвы, а также биоконверсии данного соединения в практически ценные окисленные продукты с возможной биологической активностью.

Цель работы – исследование способности актинобактерий рода *Rhodococcus* к биотрансформации 5 α -холестана.

В работе использовали штаммы: *Rhodococcus erythropolis* ИЭГМ 10, ИЭГМ 267, ИЭГМ 487, ИЭГМ 769, ИЭГМ 1167, ИЭГМ 1179, *R. ruber*

ИЭГМ 72, ИЭГМ 85, ИЭГМ 86, ИЭГМ 172, ИЭГМ 220, ИЭГМ 1140, ИЭГМ 1214 из Региональной профилированной коллекции алканотрофных микроорганизмов (акроним ИЭГМ, номер во Всемирной федерации коллекций культур 768; <http://www.iegm.ru/iegmcol>).

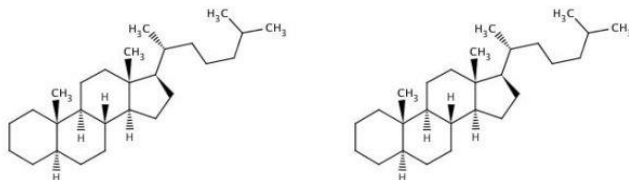


Рис. 1. Структура 5α-холестана (слева), 5α-холестан-3β-ола (справа).

Клетки выращивали на мясопептонном агаре (МПА) при температуре 28 °С и отбирали в стационарной фазе роста (на 3 сут.). Суспензию готовили в пробирках (по стандарту мутности БАК 10) в 9 мл минеральной среды RS следующего состава (г/л): $\text{CaCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$ – 0.02; MgSO_4 – 0.2; NaCl – 1.0; KNO_3 – 1.0; K_2HPO_4 – 1.0; KH_2PO_4 – 1.0 (Catalogue of strains <http://iegmcol.ru/medium/med11.html>). Смешивали в отдельных ёмкостях подогретый на водяной бане раствор Tween 80 в минеральной среде RS и раствор 5α-холестана в метил-трет-бутиловом эфире, а потом соединяли полученные растворы. Полученную смесь диспергировали с помощью ультразвукового гомогенизатора Soniprep 150 (MSE, Великобритания) в течение 4–5 мин. Определение чувствительности родококков к 5α-холестану осуществляли в 96-луночных планшетах, в которых готовили ряд последовательных двукратных разведений ингибитора в среде RS: $7.5 \rightarrow 3.75 \rightarrow 1.875 \rightarrow 0.938 \rightarrow 0.469 \rightarrow 0.234 \rightarrow 0.117 \rightarrow 0.059 \rightarrow 0.029 \rightarrow 0.015$ об. %. Суспензию исследуемых культур вносили по 50 мкл в лунки, кроме абиотического контроля. Планшеты инкубировали в течение 7 сут при 28 °С, после чего окрашивали йод-нитротетразолия фиолетовым (ИНТ) в течение часа при комнатной температуре. Жизнеспособность родококков рассчитывали по разнице оптической плотности (OP_{660}) окрашенной суспензии с биотическим контролем и выражали в процентах. Биотрансформацию 5α-холестана клетками отобранных штаммов родококков проводили по методике [4]. Для этого в пластмассовые центрифужные пробирки объёмом 50 мл вносили среду RS и предварительно растворённый холестеран (7.5 об. %). После испарения растворителя под УФ в течение суток в среду вносили

клеточную культуру. Культивирование проводили при перемешивании (160 об/мин.) и 28 °С. На 3 и 6 сут. отбирали пробы для проведения качественного анализа полученных метаболитов. Эксперимент сопровождался постановкой биотического и абиотического контроля.

Качественный анализ продуктов бактериального окисления холестерина проводили методом тонкослойной хроматографии (ТСХ) [5]. В микропробирки отбирали пробу культуральной жидкости (пробирка №1) и биотического контроля (пробирка №4) для каждого штамма. Затем продукты бактериального окисления 5 α -холестана экстрагировали этиловым эфиром уксусной кислоты. Этилацетатные вытяжки промывали насыщенным водным раствором NaCl и сушили с помощью обезвоженного Na₂SO₄. Качественный анализ полученных смесей проводили на пластинках с флуоресцентной добавкой («Merck», Германия). Метчиками служили 5 α -холестан и 5 α -холестан-3 β -ол. Наличие продуктов биотрансформации определяли с помощью ультрафиолетового облучателя LG/58 (Россия) и опрыскиванием пластин 5%-ной H₂SO₄ с последующим прогреванием при 95–100 °С в течение 2–3 минут.

Определение численности родококков в среде биотрансформации 5 α -холестана проводили методом микровысева на МПА из нескольких разведений (4-го и 5-го) исходной культуральной среды. Посев производили в 20-ти кратной повторности. Затем чашки Петри помещали в термостат и через 4 сут. инкубации подсчитывали число выросших колоний. Рассчитывали численность родококков (КОЕ/мл) в исходной суспензии.

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили с использованием компьютерной программы Excel (Microsoft Inc., 2013), рассчитывая среднее арифметическое значение и стандартное отклонение. Достоверность различий между средними величинами оценивали с помощью t-критерия Стьюдента.

В результате проведенных исследований установлено влияние 5 α -холестана на жизнеспособность клеток микроорганизмов, принадлежащих к видам *R. erythropolis* (6 штаммов) и *R. ruber* (7 штаммов). По нашим данным, представители вида *R. erythropolis* более устойчивы к воздействию высоких концентраций 5 α -холестана по сравнению с *R. ruber* (рис. 2). Так в присутствии 7.5 об. % холестерина средний показатель выживаемости культур *R. erythropolis* достоверно отличался от такового для *R. ruber*. При содержании холестерина от 0.059 до 3.75 об. % также наблюдалась концентрационная зависимость показателя жизнеспособности родококков разных видов. При этом среднее число жизнеспособных клеток составило 106.5–722.4% для *R. erythropolis* и 79.4–119.6% для *R. ruber*. Однако при снижении концентрации холестерина до 0.015–0.029 об. % средние показатели выживаемости для исследуемых видов

становились практически равны (*R. erythropolis* – 92.9 %, *R. ruber* – 90.2–96.6%).

Для дальнейшего исследования по биотрансформации родококками 5 α -холестана были выбраны четыре штамма *R. erythropolis* ИЭГМ 267, ИЭГМ 487, ИЭГМ 769, ИЭГМ 1179, характеризующиеся наибольшей устойчивостью и увеличением жизнеспособности при повышении концентрации ингибитора. Качественный анализ продуктов бактериального окисления 5 α -холестана, проведенный методом ТСХ, выявил образование 5 α -холестан-3 β -ола (рис. 3) клетками *R. erythropolis* ИЭГМ 1179. Также в ряде случаев обнаружены другие, по-видимому окисленные соединения, не совпадающие по значению Rf с 5 α -холестаном.

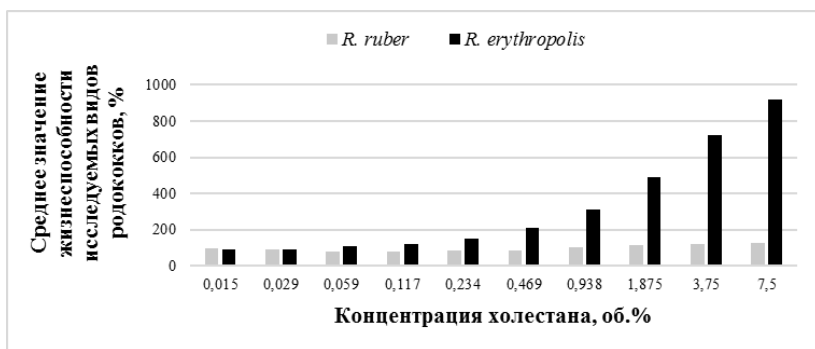


Рис. 2. Сравнительная выживаемость представителей *R. erythropolis* и *R. Ruber* в присутствии 5 α -холестана. Представлены средние данные по жизнеспособности клеток для 13 коллекционных штаммов (*R. erythropolis* – 6, *R. ruber* – 7).

С помощью метода микровысева была исследована интенсивность роста клеток *R. erythropolis* ИЭГМ 267, ИЭГМ 487, ИЭГМ 769, ИЭГМ 1179 в минеральной среде RS с добавлением в качестве единственного источника углерода и энергии 7.5 об. % 5 α -холестана. Поскольку исходная плотность клеточной суспензии исследуемых штаммов составляла в среднем $5 \cdot 10^6$ кл/мл, а полученные результаты отличались от исходных в 13.6 раз (в среднем число колонеобразующих единиц для четырёх исследуемых штаммов из $1:10^5$ разведения составило 0.68×10^8 кл/мл), можно утверждать, что в процессе биотрансформации 5 α -холестана происходит интенсивный рост родококков. Отобраны наиболее устойчивые штаммы *Rhodococcus erythropolis* ИЭГМ 10, 267, 487, 769, 1167, 1179 и *Rhodococcus ruber* ИЭГМ 86, 172, 220, 85, 1140, 1214, 72, проявляющие биотрансформирующую активность в отношении 5 α -холестана.

Таким образом, установлена способность актинобактерий рода *Rhodococcus* к биотрансформации 5 α -холестана при его использовании

в качестве единственного источника углерода и энергии. Выявлено образование клетками *R. erythropolis* 5 α -холестан-3 β -ола (рис. 1) и других неидентифицированных окисленных продуктов. Зарегистрирован интенсивный рост исследуемых культур родококков в процессе биоокисления холестерина.

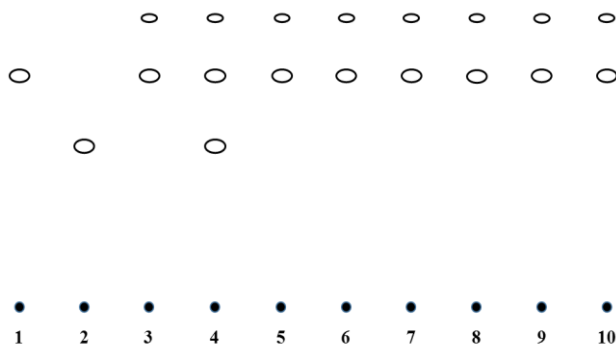


Рис. 3. Схема ТСХ экстрактов продуктов трансформации 5 α -холестана клетками *R. erythropolis*: 1 – 5 α -холестан (маркер), 2 – 5 α -холестан-3 β -ол (маркер). Образцы культуральной жидкости *R. erythropolis*: 3 – ИЭГМ 487, 4 – ИЭГМ 1179, 5 – ИЭГМ 769, 6 – ИЭГМ 267. Биотические контроли *R. erythropolis*: 7 – ИЭГМ 487, 8 – ИЭГМ 1179, 9 – ИЭГМ 769, 10 – ИЭГМ 267.

Исследование выполнено в рамках госзаданий АААА-А20-120081990069-3, 122010800029-1 и поддержано грантом РФФИ 20-44-596001-р_НОЦ-Пермский край.

Библиографический список

1. Alexander M. Biodegradation and bioremediation, 2nd ed. Academic, London. 1999. P. 10–11.
2. Kuyukina M.S., Ivshina I.B. Bioremediation of contaminated environments using *Rhodococcus* // *Biology of Rhodococcus*. Microbiology Monographs. Ed. A. Steinbüchel. Springer. 2019. V. 16. P. 231–270.
3. Malaviya Gomes. Androstenedione production by biotransformation of phytosterols // *Bioresource Technology*. 2008. V. 99. P. 6725–6737.
4. Бажутин Г.А., Ноговицина Е.М., Гришко В.В., Ившина И.Б. Биотрансформирующая активность родококков в отношении насыщенных стероидов // *Вестник пермского университета*. 2015. №3. С. 228–232.
5. Ноговицина Е. М. Биокаталитическое окисление β -ситостирола и его 3 β -ацил производных актинобактериями рода *Rhodococcus* // автореф. ... канд. биол. наук. 2007. С. 1–27.

**Особенности контаминации биосред
канцерогенными соединениями и маркеры их эффекта
(на примере населения Красноярска)**

М.Н. Вершинин¹, О.В. Долгих^{1, 2}

¹ ПГНИУ

² ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»

Аннотация. Были осуществлены замеры концентраций значимых контаминантов в биосредах взрослого населения Красноярска. Проведён анализ сывороточных иммуноглобулинов А, G, М и уровня фагоцитоза. Оценка гиперчувствительности к бенз(а)пирену, марганцу, формальдегиду и алюминию производилась путём измерения содержания специфических антител класса G. Измерены уровни онкомаркеров: карциноэмбрионального антигена (КЭА), нейроспецифической энолазы (НСЭ). Выявлена преимущественная гиперпродукция сывороточных антител А, G, М в группе наблюдения по отношению к группе сравнения. Установлено достоверное повышение концентрации IgG при повышении количества формальдегида в крови. Достоверно превышен уровень специфической сенсибилизации к бенз(а)пирену и формальдегиду по отношению к группе сравнения. Уровни онкомаркеров КЭА и НСЭ оставались в пределах нормы, однако были выше таковых в группе сравнения.

Ключевые слова: взрослое население, канцерогенез, техногенная нагрузка, химические факторы риска.

Введение. Проживание на территории современного мегаполиса обуславливает повышенные риски здоровью населения, связанные с постоянной экспозицией химическими веществами, в том числе канцерогенами. Учитывая свойство биоаккумуляции многих ксенобиотиков, нельзя не заметить рост риска канцерогенеза, особенно среди представителей взрослого населения, чей организм подвергается нагрузке в течение десятилетий, что находит подтверждение во многих исследованиях [1, 2, 3]. Анализ данных рисков является основой для дальнейшего изучения проблемы [4].

Цель исследования – оценка риска канцерогенеза среди взрослого населения, проживающего в условиях техногенной нагрузки.

Материалы и методы. Анализ проводился на группе наблюдения из 129 человек (7 мужчин, 122 женщины), проживающих в зоне постоянной экспозиции ксенобиотиками (г. Красноярск), группу сравнения

составили 60 человек (2 мужчин, 58 женщин), проживающих в пределах условно чистой территории (г. Дивногорск). Различие выборок по одному критерию – степени экспозиции химическими веществами, обосновывает адекватность результатов. Анализ проводился только при получении информированного согласия пациента, что удовлетворяет требованиям к этическим аспектам исследования.

Количество общих иммуноглобулинов классов А, G, М в сыворотке крови определялось путём постановки реакции радиальной иммунодиффузии (по Манчини). Исследование фагоцитарной активности клеток проводилось с использованием формализированных эритроцитов барана в качестве объектов фагоцитоза. Измерение содержания специфических к поллютантам (бенз(а)пирен, формальдегид) иммуноглобулинов производилось методом иммуноферментного анализа. Статистическая обработка результатов исследования выполнена с помощью критерия t Стьюдента. Достоверность отличий между группами считалась значимой при $p \leq 0,05$.

Результаты. Результаты сравнительного анализа содержания контаминантов в биосредах представлены в табл. 1. Среднегрупповые концентрации бенз(а)пирена, формальдегида и хрома в крови группы наблюдения превышают таковые в группе сравнения в 1,8 ($p=0,01$), 1,5 ($p=0,00$) и 1,2 ($p=0,00$) раза соответственно.

Таблица 1

Сравнительный анализ химического состава крови

Вещество	Группа наблюдения	Группа сравнения	Анализ частот по отношению к группе сравнения			Межгрупповое различие по средним
	M \pm m, мкг/см ³	M \pm m, мкг/см ³	n (%) выше группы сравнения	n (%) на уровне группы сравнения	n (%) ниже группы сравнения	p1
Бенз(а)пирен	0,0094 \pm 0,0022	0,0052 \pm 0,0020	80 (53)	0	72 (47)	0,01
Формальдегид	0,0511 \pm 0,0067	0,0330 \pm 0,0050	84 (53)	26 (17)	47 (30)	0,00
Хром	0,0078 \pm 0,0008	0,0063 \pm 0,0005	70 (44)	26 (16)	63 (40)	0,00

Выявлена преобладающая гиперпродукция иммуноглобулинов А, G, М в сыворотке. Содержание IgG по отношению к группе сравнения было достоверно повышено в 1,44 раза, частота отклонения составила 40,3% в группе наблюдения (3,3% в группе сравнения). Зафиксирована

достоверно более высокая степень сенсibilизации к бенз(а)пирену, формальдегиду, по отношению к группе сравнения в 2,26 и 1,88 раза соответственно. Распространенность гиперпродукции в группе наблюдения достигала 27,1% (по критерию IgG к бенз(а)пирену). Содержание КЭА не выходило за пределы референтного уровня, однако превышало значения в группе сравнения. Выявлено не достигающее уровня достоверности повышение экспрессии НСЭ в 1,21 раза. Оценка отношения шансов изменения теста при возрастании концентрации контаминантов в биологических средах позволила установить повышение содержания НСЭ ($R^2=0,46$ при $p<0,05$) и КЭА ($R^2=0,58$ при $p<0,05$) при увеличении концентрации формальдегида в крови.

Заклучение. Установлен избыточный уровень контаминации крови канцерогенными соединениями, а также наличие достоверного иммунного ответа специфичного к этим веществам в группе наблюдения, что наряду с повышенной экспрессией онкомаркеров и полученными достоверными зависимостями в системе «маркер-экспозиции-маркер эффекта» свидетельствует о повышенном риске канцерогенеза у населения г.Красноярск, проживающего в зоне постоянной экспозиции ксенобиотиками.

Библиографический список

1. Ben Armstrong, Emma Hutchinson, John Unwin, Tony Fletcher. Lung Cancer Risk after Exposure to Polycyclic Aromatic Hydrocarbons: A Review and Meta-Analysis. Doi:10.1289/ehp.6895.
2. Linyu Xu, Huimin Song, Yan Wang, Hao Yin. Assessment of Industry Induced Urban Human Health Risks Related to Benzo[a]pyrene based on a Multimedia Fugacity Model: Case Study of Nanjing, China // Int. J. Environ. Res. Public Health 2015, 12, 6162–6178.
3. Долгих О.В., Кривцов А.В., Бубнова О.А., Предеина Р.А., Дианова Д.Г., Синецына О.О., Малютин Н.Н., Тараненко Л.А. Иммуногенетические особенности апоптоза у работающих, занятых в производстве метанола // Медицина труда и промышленная экология. №11. 2013.
4. Долгих О.В., Кривцов А.В., Гузович А.М., Харахорина Р.А., Ланин Д.В., Лыхина Т.С., Сафонова М.А. Иммунологические и генетические маркеры воздействия ароматических углеводородов на работающих // Медицина труда и промышленная экология УДК. №12. 2012.

Культуральные свойства и фитостимулирующая активность почвенных бактерий – продуцентов гидролитических ферментов

А.М. Глазырина¹, А.Ю. Максимов^{1, 2}

¹ ПГНИУ

² ИЭГМ УрО РАН – филиал ПФИЦ УрО РАН

Аннотация. С целью поиска и изучения микроорганизмов, способных трансформировать нитрилы до карбоновых кислот, из естественной дерново-луговой почвы был выделен штамм протеобактерии, идентифицированный как *Pseudomonas fluorescens*, способный трансформировать ацетонитрил и акрилонитрил до карбоновых кислот, обладающий нитрилазной активностью. По анализу морфометрических показателей выявлено стимулирующее влияние культуры – продуцента нитрилазы на рост модельных растений.

Ключевые слова: продуцент нитрилгидролизующих ферментов, *Pseudomonas fluorescens* N14, стимулирование роста растений.

В течение последнего десятилетия был выделен и охарактеризован ряд микроорганизмов, участвующих в деградации нитрилов / амидов, и выявлен их потенциал для целого ряда биотехнологических применений, включая синтез мономеров для полимерной химии, стимулирование роста растений, биоремедиацию и борьбу с болезнями [1, 2]. Известно, что богатые органикой естественные почвы за счёт уникального биоразнообразия являются источником микроорганизмов – продуцентов ферментов с высокой активностью [3,4,5].

Целью работы является поиск и изучение микроорганизмов, способных трансформировать нитрилы до карбоновых кислот, а также исследование влияния на рост растений добавления в почвенную среду бактерий, продуцирующих нитрилгидролизующие ферменты.

Нами было проанализировано 5 образцов естественной дерново-луговой почвы, отобранной в Нытвенском р-не, пойменная зона р. Сюзва.

Бактериальные изоляты, способные трансформировать нитрилы, выделяли методом накопительной культуры на среде N с ацетонитрилом в качестве единственного источника углерода и азота, с последующим высевом на аналогичную агаризованную среду и чистой культур на богатой среде РПА (рыбопептонный агар).

Таким образом, выделили культуру N14, обладающую способностью трансформировать ацетонитрил и акрилонитрил до соответствующих карбоновых кислот.

Идентификацию бактерий проводили методом ПЦР-анализа и секвенирования гена 16S рПНК. Для этого проведено выделение геномной ДНК из селекционированных образцов и амплификация генов 16S рПНК с универсальными праймерами 27F/1391R.

По данным BLAST-анализа секвенированного фрагмента гена 16S рПНК штамм N14 идентифицирован как протеобактерия вида *Pseudomonas fluorescens*. Сходство с ДНК типового штамма составило 99,2% *Pseudomonas fluorescens*.

В качестве модели для анализа влияния бактерии, обладающей нитрилазной активностью, на рост растений, использовали семена томата сорта «Серебристая ель». Выращивали растения в фитотроне, при искусственном освещении, при температуре 25°C в условиях 14-часового фотопериода.

Показано, что энергия прорастания семян в присутствии изолята *Pseudomonas fluorescens* значительно повысила таковую (до 70%) в контрольном варианте (рис. 1).

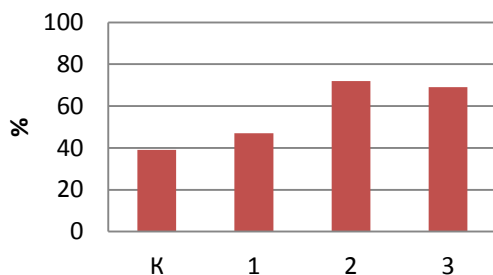


Рис. 1. Энергия прорастания семян. Варианты опыта:

К – Контроль; инокулирована термически инактивированная биомасса бактерий *P. fluorescens* N14; 1 – Инокулирована живая культура *P. fluorescens* 16ш без нитрилазной активности; 2 – Инокулирована живая культура *P. fluorescens* N14, обладающий нитрилазной активностью; 3 – Инокулирована живая культура *P. fluorescens* C2 из коллекции ЛМБ ИЭГМ УрО РАН, обладающий нитрилазной активностью.

Бактериальная обработка оказала значительное влияние на изменение параметров роста томатов, по сравнению с контрольным вариантом (табл. 1). Как видно из таблицы, инокуляция активными культурами исследуемых штаммов повышала прирост вегетативной массы растений. Стимулирующая рост активность новой культуры *P. fluorescens* N14 была близка к таковой у штамма *P. fluorescens* C2 – продуцента нитрилазы из коллекции ЛМБ ИЭГМ УрО РАН.

Обнаружено также, что при выращивании томатов в контрольном варианте наблюдалось сворачивание верхних листьев и пожелтение

нижних листьев, что свидетельствует о дефиците источников необходимых биогенных элементов и диспропорции минерального обмена. Инкуляция культур-продуцентов нитриказы приводила к нормализации, морфологических параметров растений, в частности, цвета и формы листьев.

Таблица 1

**Средние морфометрические параметры томатов
на 40-ые сутки роста**

№	Длина корня, см	Длина побега, см	Свежая масса, г		Сухая масса, г	
			корня	побега	корня	побега
К	6.5±1.7	9.4±2.3	0.45±0.15	3.84±1.43	0.04±0.09	0.31±0.12
1	6.8±2.2	12.6±2.8	0.52±0.20	7.07±0.87	0.06±0.08	0.44±0.23
2	13.2±1.0	22.4±3.4	1.21±0.31	12.12±0.41	0.12±0.09	1.21±0.19
3	13.4±0.8	24.0±2.7	1.34±0.35	13.42±0.34	0.13±0.07	1.29±0.21

Библиографический список

1. Artyszak A., Gozdowski D. Application of growth activators and plant growth-promoting rhizobacteria as a method of introducing a «farm to fork» strategy in crop management of winter oilseed // Sustainability. 2021. V. 13. P. 1–10.
2. Мудрых Н.М. Биологизация земледелия – основа сохранения плодородия почв Нечерноземной зоны // Вестник АГАУ. 2017. №9. С. 155–156.
3. Al-Dhabi N.A., Esmail G.A., Duraipandiyan V., Valan Arasu M., Salem-Bekhit M.M. Isolation, identification and screening of antimicrobial thermophilic *Streptomyces* sp. // Al-Dhabi-1 isolated from Tharban hot spring, Saudi Arabia. Extremophiles. 2016. V. 20. P. 79–90.
4. Talwar H.K., Chatli A.S. Microflora of soil: a review // Int. J. Adv. Res. 2018. V. 6. P. 1502–1520.
5. Imadi S.R., Babar M.M., Hasan H., Gul A. Soil microflora – an extensive research // Soil science: agricultural and environmental prospectives. springer; Cham. 2016. P. 303–316.

Фармакологическая коррекция трансплантационного иммунитета с помощью коротких пептидов ТБГ

Е.В. Гутина, С.А. Заморина

ПГНИУ

Аннотация. В статье рассмотрено влияние иммуномодулирующих коротких пептидных фрагментов трофобластического β -1-гликопротеина (YECE, YQCE, YVCS и YACS) на число лейкоцитов и лейкоцитарную формулу крыс Wistar на фоне аллогенной трансплантации костного мозга.

Ключевые слова: аллогенная трансплантация, короткие пептидные фрагменты, трофобластический β -1-гликопротеин.

Одна из главных проблем трансплантологии связана с отторжением организмом новых клеток, тканей и органов иммунной системой реципиента. В данный момент для подавления возникающего иммунного ответа применяются мощные иммунодепрессанты системного действия, что ведет к комплексу осложнений.

Одной из современных стратегий создания фармакологических препаратов с меньшими негативными эффектами, является изучение биологической активности пептидов.

Нами изучались короткие пептидные фрагменты (Short Linear Motifs – SLiMs) трофобластического β -1-гликопротеина (ТБГ), белка плаценты с иммунорегуляторным и иммуносупрессивным потенциалом [1].

SLiMs обладают большей консервативностью по сравнению с окружающими их участками молекулы, на основании чего можно предположить имитацию ими эффектов целого белка [2].

В данной работе изучались короткие тетрапептидные фрагменты YECE, YQCE, YVCS и YACS, которые рассматривались в качестве возможных иммуномодуляторов для использования в трансплантологии [3].

Выбор конкретных участков основан на литературных данных и обоснован как структурно, так и функционально [4].

В работе использовалась оригинальная модель реакции «хозяин против трансплантата» (РХПТ), разработанная по аналогии с моделью реакции «трансплантат против хозяина» (РТПХ) [5]. В качестве экспериментальных животных использовались крысы Wistar, которые были разделены на четыре группы: интактные животные ($n=5$), контрольная группа (КМ) ($n=20$), опытная группа (КМ+П) ($n=20$) и животные, которым вводились только пептидные фрагменты ($n=20$). Животных постепенно выводили из эксперимента – на 3, 7, 14 и 21 сутки.

Контрольной и опытной группам производили трансплантацию 10 млн клеток аллогенной суспензии костного мозга в 100 мкл физиологического раствора внутривенно. Предварительно клетки были обработаны камптотечином (50 мкг/мл), для того, чтобы предотвратить реакцию «трансплантат против хозяина».

Клетки костного мозга выделяли из бедренных костей.

Опытной группе, помимо аллогенных клеток костного мозга внутримышечно вводили коктейль из четырёх коротких пептидных фрагментов [5]. В цельной крови осуществляли подсчёт числа лейкоцитов, а также определялось процентное соотношение форменных элементов крови. Статистическая обработка результатов проводилась с использованием парного t-критерия Стьюдента, представлены только достоверные различия, ограниченные вкладом пептидов ТБГ.

При анализе показателей крови показано, что в группе интактных животных число лейкоцитов и лейкоцитарная формула оставались стабильными в течение всего эксперимента. Отмечено статистически значимое повышение числа лейкоцитов на 7-е сутки в экспериментальных группах, которое затем возвращалось к средним значениям (рис. 1). На 7-е сутки математический анализ также выявил достоверное увеличение числа лейкоцитов в опытной группе (КМ+П) по сравнению с контрольной (КМ) (рис.1). Статистический анализ не показал значимых изменений в лейкоцитарной формуле (данные не представлены).

Таким образом, применение коротких пептидов ТБГ не оказало нормализующего эффекта на число лейкоцитов и значимо не повлияло на соотношение форменных элементов крови, одновременно повышая число лейкоцитов на 7-е сутки эксперимента.

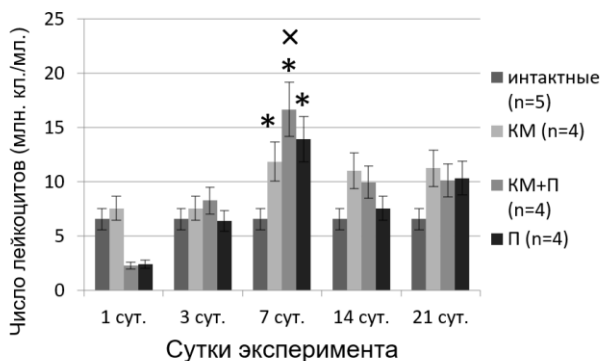


Рис.1. Влияние введения пептидов ТБГ в динамике эксперимента на число лейкоцитов у крыс Wistar.

Примечание: * – достоверные различия по парному t-критерию Стьюдента относительно значений 1-х суток эксперимента; × – достоверные различия по парному t-критерию Стьюдента относительно значений группы КМ.

Исследование выполнено при финансовой поддержке правительства Пермского края в рамках научного проекта №С-26/509.

Библиографический список:

1. Тимганова В.П., Бочкова М.С., Раев М.Б., Храмов П.В., Заморина С.А. Иммунорегуляторный потенциал трофобластического β 1-гликопротеина // Медицинская иммунология. 2021. №23(3). С. 455–468.
2. Short Linear Motif // ScienceDirect: сайт. URL: <https://www.sciencedirect.com/topics/biochemistry-genetics-and-molecular-biology/short-linear-motif>.
3. Nurbubu T. Moldogazieva, Innokenty M. Mokhosoev and Alexander A. Terentiev. Pregnancy-Specific β 1-Glycoproteins: Combined Biomarker Roles, Structure/Function Relationships and Implications for Drug Design // Current Medicinal Chemistry. 2017. №4. С. 245–267.
4. Молдогазиева Н.Т., Терентьев А.А., Антонов М.Ю., Казимирский А.Н. Шайтан К.В. Корреляция между биологической активностью и конформационно-динамическими свойствами тетра- и пентапептидных фрагментов фетоплацентарных белков //Биохимия. 2012. №5. С. 583–602.
5. В.П. Тимганова, М.С. Бочкова, К.Ю. Шардина, С.В. Ужвиюк, Е.В. Гутина, М.Б. Раев, А.В. Любимов, С.А. Заморина. Влияние коротких пептидных фрагментов ТБГ на цитокиновый профиль крыс Wistar при аллогенной трансплантации в эксперименте in vivo // Медицинская иммунология. 2022. №3. С. 561–576.

Патоморфоз сердечно-сосудистой патологии у взрослого населения в условиях сочетанного воздействия неблагоприятных экологических и климатических факторов

П.О. Елкина¹, О.Ю. Устинова^{1, 2}

¹ ПГНИУ

² ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»

Аннотация. Установлено, что климатические и геофизические факторы оказывают стрессовое влияние на сердечно-сосудистую систему (ССС) – в условиях холодного климата острые и хронические инфекционные заболевания, а также симптомы дизадаптации могут являться пусковым механизмом для развития сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) [1], в особенности лиц, проживающих вблизи химических предприятий, чей уровень заболеваемости ССС оказывается выше в 2–4 раза [4].

Ключевые слова: сердечно-сосудистая система, патоморфоз.

Актуальность. ССС является одним из звеньев, лимитирующих кислородтранспортную функцию в организме человека. Поэтому она одной из первых вовлекается в компенсаторно приспособительную деятельность целого организма, поскольку является наиболее чувствительным индикатором адаптивных процессов организма в ответ на изменяющиеся условия окружающей среды [2]. Основной причиной смертности населения города Норильска, как и в Красноярском крае в целом, на протяжении 2012–2016 гг. являются болезни системы кровообращения (29,3–35,2% случаев) [3].

Целью исследования является оценка особенностей сердечно-сосудистой патологии у взрослого населения крупного промышленного города, расположенного на территории, входящей в состав сухопутных арктических территорий Крайнего Севера Российской Федерации.

Материалы и методы:

Проведено *углубленное исследование* индивидуальных клинических показателей здоровья и функционального состояния систем жизнеобеспечения у 452 человек из зон наибольшей экспозиции факторов риска, в том числе 119 человек прошли только медико-социологическое анкетирование, 333 человека – полное углубленное исследование (табл. 1).

Таблица 1

**Количество и половозрастной состав выборочных групп,
охваченных углубленным исследованием в г. Норильск
(группа наблюдения) и Дудинка (группа сравнения)**

Контин- гент	Воз- раст, лет	г. Норильск		г. Дудинка	
		только анке- тиро- ва- ние	полное углублен- ное иссле- дование	только анкетиро- вание	полное углублен- ное иссле- дование
Взрослые					
Женщины	18-49	50	202	37	79
	50-60	1	19	5	13
Мужчины	18-49	3	12	21	8
	50-60	0	0	2	0
Всего		54	233	65	100

Выборки обследованных лиц были дифференцированы по возрастным группам:

– *взрослые в возрасте 18–49 лет* – всего 301 человека, в том числе 214 человека (94,4% женщины и 5,6% мужчины) г. Норильска (группа наблюдения), 87 человек (90,8% женщины и 9,2% мужчины) г. Дудинка (группа сравнения);

– *взрослые в возрасте 50–60 лет* – всего 32 человека, в том числе 19 человек (100% женщины) г. Норильска (группа наблюдения), 13 человек г. Дудинка (100% женщины) (группа сравнения).

У *взрослого населения* медико-социологическое и клинико-функциональное обследование включало:

1) сбор первичной информации о действующих факторах риска развития заболеваний, выполненный методом раздаточного анкетирования по специально разработанной анкете;

2) клиническое общесоматическое и специализированное кардиологическое обследование, выполненное терапевтом и кардиологом по специализированным протоколам с оценкой результатов объективного обследования;

3) исследования методами электрокардиографии, кардиоинтервалографии, выполненные врачами и средним медицинским персоналом отделения функциональной диагностики с применением электрокардиографа Cardiovit AT-102 (Schiller AG, Швейцария), компьютерного электрокардиоанализатора Поли-Спектр-8/EX (Нейрософт, Россия).

В результате углубленного клинико-лабораторного, инструментального и функционального обследования у пациентов сравниваемых групп выявлены клинические особенности нарушений соматического здоровья:

1) для $\frac{2}{3}$ населения в возрасте от 18 до 60 лет промышленного центра Крайнего Севера характерна субклинические глобальные нарушения функции миокарда правого и левого желудочков сердца, затрагивающие систолическую и диастолическую функцию миокарда и развитие у каждого десятого признаков раннего атеросклероза с формированием атеросклеротических бляшек на фоне нарушений у 40% вегетативной регуляции сосудистого тонуса;

2) результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что для взрослого населения промышленного центра Крайнего Севера характерна выраженная сердечно-сосудистая патология с развитием раннего атеросклероза, высокая распространенность варикозной болезни (24,4%), более неблагоприятное течение артериальной гипертензии и вовлечение в патологический процесс миокарда, что не встречалось в группе сравнения;

3) в основе негативных эффектов со стороны сердечно-сосудистой системы взрослого населения промышленного центра Крайнего Севера лежит: тенденция к повышенному риску сосудистых нарушений (повышение ЛДГ-1), снижение защитной фракции ЛПВП и повышение ЛПНП, снижения активности антиоксидантной защиты организма и активности обменных процессов;

4) в результате химико-аналитического анализа установлено присутствие в биосредах группы наблюдения наличия бензола, толуола, этилбензола, о-, м-4, п-ксилолов, фенола, никеля, а также до 40% проб крови с повышенным содержанием акролеина, бенз(а)пирена, формальдегида, обладающих кардиотоксическим эффектом и превышающих до 5,5 раз ($p=0001-0,04$) референтный уровень.

Библиографический список

1. Хаснулин В.И. Влияние психоэмоционального стресса на адаптационно-восстановительный потенциал у больных артериальной гипертонией пришлых жителей Севера // Труды II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Вопросы патогенеза типовых патологических процессов». Новосибирск, 2010. С. 41–45.

2. Попова О.Н. Сезонные изменения показателей гемодинамики и типов реакции на стандартную физическую нагрузку у жителей Европейского Севера / О.Н. Попова, Н.В. Ефимова, А.Б. Гудков // Материалы Всероссийской научно – практической конференции «Югра – за здоровый образ жизни». Ханты-Мансийск: Изд-во ХМГМА, 2012. С. 220–222.

3. Горяев Д.В., Тихонова И.В. Особенности территориального распределения и динамики показателей неинфекционной заболеваемости населения Красноярского края, ассоциированной с воздействием

факторов риска окружающей среды // Анализ риска здоровью. 2016. №4. С. 54–63. DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.07.

4. Карпин В.А. Медико-экологический мониторинг заболеваний сердечно-сосудистой системы на урбанизированном Севере // Кардиология. 2003. №1. С. 51–54.

Инструментальные методы оценки функций фагоцитирующих клеток

А.М. Калинин¹, С.Ю. Барков², С.Ю. Шилов², Ю.И. Шилов^{1, 2}

¹ ПГНИУ

² ПФИЦ УрО РАН

Аннотация. В эксперименте на неинбредных белых крысах-самцах исследовали возможность и информативность использования современных инструментальных методов оценки функций фагоцитирующих клеток в сравнении с традиционным микроскопическим методом для усовершенствования экспериментально-биологической модели зимозанового перитонита у крыс для доклинической оценки противовоспалительных лекарственных препаратов на примере эталонного препарата сравнения в экспериментальной фармакологии – цецекоксиба.

Ключевые слова: цецекоксиб, зимозановый перитонит, фагоцитоз.

В настоящее время для оценки функций фагоцитирующих клеток наряду с традиционным со времен И.И. Мечникова микроскопическим анализом широкое распространение получают современные роботизированные инструментальные методы, основанные на проточной лазерной цитометрии, спектроскопии, люминометрии и количественной флуориметрии в планшетном варианте. Нам представлялось важным оценить информативность части из этих методов на экспериментальной модели зимозанового перитонита у крыс и оценке действия на развитие воспаления как типового патологического процесса современного противовоспалительного лекарственного препарата цецекоксиба, являющегося селективным ингибитором циклооксигеназы-2 (ЦОГ-2). Хотя экспериментальная модель зимозанового перитонита широко используется для исследования механизмов развития воспаления, в большинстве работ авторы часто ограничиваются оценкой лишь количества клеток в экссудате без учета их функций [1]. В то же время И.И. Мечников в своих классических работах по фагоцитарной теории воспаления и сравнительной патологии воспаления (1892) доказал ведущую роль фагоцитирующих клеток в развитии этого типового патологического процесса [2]. Цель работы – исследование возможности и информативности использования современных инструментальных методов оценки функций фагоцитирующих клеток в сравнении с традиционным микроскопическим методом для усовершенствования экспериментально-биологической модели зимозанового перитонита у крыс для доклинической оценки противовоспалительных лекарственных препаратов на примере эталонного препарата сравнения в экспериментальной фармакологии – цецекоксиба.

Исследования выполнены на самцах белых неинbredных крыс средней массой 184,5 г. Животным первой группы однократно натошак внутрижелудочно в 2% крахмальной слизи вводили цецекоксіб (цецеб-рекс, Pfizer Pharmaceuticals LLC, Puerto Rico, USA) в дозе 50 мг/кг массы тела животного (соответствует средней терапевтической дозе на других моделях воспаления) [3]. Крысам второй группы (контроль) вводили однократно внутрижелудочно натошак 2% крахмальную слизь в дозе 0,5 мл/кг массы тела животного. Развитие перитонита индуцировали внутрибрюшинным введением суспензии зимозана А в дозе 50 мг/кг массы тела через 1 ч после введения цецекоксіба или крахмальной слизи. Животных выводили из эксперимента под наркозом через 4 ч после индукции воспаления. Исследовали изменение количественного состава фагоцитирующих клеток перитонеального экссудата, их поглотительной активности и ацидификации фагосом по интенсивности свечения поглощенного зимозана, меченого рН-сенситивным флуорохромом зеленым рHrodo™ [4], кислородзависимой микробицидности в реакции люминолзависимой хемилюминисценции [4], фагоцитарной активности традиционным микроскопическим методом. Для оценки последней к 20 мкл клеток перитонеального экссудата (10×10^6 /мл) на полной питательной среде (ППС: среда RPMI-1640 без L-глутамина с добавлением 2 мМ GlutaMAX™, 1 мМ пирувата натрия, 1% заменимых аминокислот в MEM, 10 мМ HEPES) добавляли 20 мкл аутоплазмы и 40 мкл частиц зимозана А (100×10^6 /мл ППС). Пробы инкубировали 30 мин при 37°C. После микроскопического подсчета на препаратах, окрашенных азур II-эозином, не менее 600 гранулоцитов и мононуклеарных фагоцитов с помощью подхода, описанного ранее [5], рассчитывали интегральные абсолютные показатели фагоцитоза в расчете на всю брюшную полость. Статистическую значимость различий между двумя группами оценивали с помощью *t*-критерия Стьюдента для непарных данных с учетом величины *F*-отношения.

Установлено, что цецекоксіб угнетает фагоцитарную активность перитонеальных нейтрофильных гранулоцитов и одновременно активизирует поглотительную активность мононуклеарных фагоцитов по интегральным абсолютным показателям ($p < 0,05$). Вследствие разнонаправленного влияния на показатели нейтрофильного и макрофагального фагоцитоза изменения суммарной фагоцитарной активности клеток перитонеального экссудата, а также суммарных показателей ацидификации фагосом с рHrodo™ отсутствуют ($p > 0,05$). Цецекоксіб не влияет на общее число ядросодержащих клеток перитонеального экссудата ($p > 0,05$), но статистически значимо снижает число нейтрофильных гранулоцитов и мастоцитов, увеличивает количество мононуклеарных фагоцитов. Препарат выражено угнетает кислородзависимую микробицидность пе-

ритонеальных фагоцитов в реакции люминолзависимой хемилюминисценции ($p < 0,05$). Таким образом, полученные результаты указывают на высокую информативность как традиционного микроскопического, так и использованных инструментальных работизированных методов оценки функций фагоцитирующих клеток для исследования механизма действия лекарственных соединений.

Исследования проводились в рамках государственного задания ПФИЦ УрО РАН по теме: Механизмы регуляции иммунной системы – регистрационный номер НИОКТР АААА-А19-119112290007-7.

Библиографический список

1. Da Silva P.R., do Espírito Santo R.F., Melo C.O., Pachú Cavalcante F.E., Costa T.B., Barbosa Y.V., E Silva Y.M.S.M., de Sousa N.F., Villarreal C.F., de Moura R.O., Dos Santos V.L. The compound (E)-2-Cyano-N,3-diphenylacrylamide (JMPR-01): A potential drug for treatment of inflammatory diseases // *Pharmaceutics*. 2022. V. 14(1):188; <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics14010188>.
2. Мечников И.И. Лекции о сравнительной патологии воспаления. М., 1892; 2-е изд. М., Птг.: Гос. изд-во, 1923. 173 с.
3. Laux-Biehlmann A., Boyken J., Dahllöf H., Schmidt N., Zollner T.M., Nagel J. Dynamic weight bearing as a non-reflexive method for the measurement of abdominal pain in mice // *Eur. J. Pain*. 2016. V. 20(5). P. 742–752.
4. Шилов Ю.И., Шилов С.Ю., Барков С.Ю., Туляев Я.А., Котегов В.П., Баева Т.А., Шилова Н.А. Нейроэндокринная и фармакологическая регуляция функций фагоцитирующих клеток при экспериментальном зимозановом перитоните // *Вестник Пермского федерального исследовательского центра*. 2021. №2. С. 15–26.
5. Shilov Ju.I., Lanin D.V., Shilov S.Ju., Orlova E.G. Influence of beta-adrenergic receptor blockade on immunomodulatory effects of hydrocortisone // *New Research on Immunology* / Ed. by Barbara A. Veskler; Nova Biomedical Books. New York: Nova Science Publishers, Inc., 2005. (ISBN: 1-59454-289-9). P. 167–191.

Оценка функций фагоцитирующих клеток при воспалении

А.А. Колегова¹, С.Ю. Барков², С.Ю. Шилов², Ю.И. Шилов^{1, 2}

¹ ПГНИУ

² ПФИЦ УрО РАН

Аннотация. В эксперименте на неинбредных белых крысах-самцах исследовали иммуномодулирующее действие нестероидного противовоспалительного лекарственного средства на основе (Z)-3-(2-оксо-2-(4-толил)-этилиден)пиперазин-2-она на функции фагоцитирующих клеток при развитии зимозанового перитонита.

Ключевые слова: (Z)-3-(2-оксо-2-(4-толил)-этилиден)пиперазин-2-он, зимозановый перитонит, фагоцитоз.

Для исследования механизмов воспаления внимание все большего числа исследователей привлекает экспериментальная модель зимозанового перитонита [1]. Зимозан, как нерастворимый полисахарид клеточной стенки грибов *Saccharomyces cerevisiae*, является классическим РАРМ, взаимодействующим с паттернраспознающими рецепторами: дектином-1, TLR2, а также активирующим белки системы комплемента по альтернативному механизму, что и приводит к развитию острого воспаления [1, 2]. Однако в большинстве работ авторы ограничиваются оценкой лишь количества клеток в экссудате без учета их функций. В связи с этим целью настоящей работы явилось исследование функций фагоцитирующих клеток при воспалении на экспериментальной модели зимозанового перитонита и возможности оценки с этим подходом противовоспалительного действия лекарственных соединений на примере нестероидного противовоспалительного лекарственного средства на основе (Z)-3-(2-оксо-2-(4-толил)-этилиден)пиперазин-2-она, созданного сотрудниками химического факультета ПГНИУ с рабочим названием «Пирон» [3, 4]. В данном сообщении представлена только часть наших исследований, касающихся микроскопической оценки фагоцитоза.

Исследования выполнены на самцах белых неинбредных крыс средней массой 185 г. Животным первой группы однократно внутрижелудочно натошак в 2% крахмальной слизи вводили «Пирон» в дозе 15 мг/кг массы тела, крысам второй группы – 2% крахмальную слизь в дозе 0,5 мл/кг массы тела. Развитие перитонита индуцировали внутрибрюшинным введением суспензии зимозана А в дозе 50 мг/кг массы тела через 1 ч после введения «Пирона» или крахмальной слизи. Животных выводили из эксперимента под наркозом через 4 ч после индукции воспаления. Исследовали изменение количественного состава клеток

перитонеального экссудата и их фагоцитарной активности. Для оценки последней к 20 мкл клеток перитонеального экссудата ($10 \times 10^6/\text{мл}$) на полной питательной среде (ППС: среда RPMI-1640 без L-глутамина с добавлением 2 мМ GlutaMAX™, 1 мМ пирувата натрия, 1% заменимых аминокислот в MEM, 10 мМ HEPES) добавляли 20 мкл аутоплазмы и 40 мкл частиц зимозана А ($100 \times 10^6/\text{мл}$ ППС). Пробы инкубировали 30 мин при 37°C. После микроскопического подсчета на микропрепаратах, окрашенных азури-В эозином, не менее 600 гранулоцитов и мононуклеарных фагоцитов с помощью подхода, описанного ранее [5], рассчитывали интегральные абсолютные показатели фагоцитоза. При статистическом анализе результатов рассчитывали среднюю арифметическую и ее стандартную ошибку ($M \pm m$). Статистическую значимость различий между двумя группами оценивали с помощью *t*-критерия Стьюдента для непарных данных с учетом величины *F*-отношения.

Установлено, что «Пирон» угнетает фагоцитарную активность перитонеальных мононуклеарных фагоцитов по интегральным абсолютным показателям. Так, абсолютное число захваченных частиц зимозана у животных первой (опытной) группы составляет $21,559 \pm 4,595$, а крыс второй (контрольной) группы – $51,011 \pm 11,449$ млн/брюшную полость ($p=0,02966$). Абсолютное число участвующих в фагоцитозе мононуклеарных фагоцитов, т.е. захвативших одну и более частиц зимозана, у животных первой группы составляет $10,280 \pm 2,067$, а второй – $20,756 \pm 3,747$ млн/брюшную полость ($p=0,02627$). «Пирон» статистически значимо не влияет на вышеуказанные показатели нейтрофильного фагоцитоза, но снижает абсолютное число нефагоцитирующих нейтрофильных гранулоцитов до $2,418 \pm 0,690$ в опытной группе в сравнении с контрольной, которое составило $6,416 \pm 1,578$ млн/брюшную полость ($p=0,0338$). Повидимому, этот эффект может быть связан с различиями влияния исследуемого соединения на миграцию в брюшную полость нейтрофилов, обладающих разной фагоцитарной активностью, через посткапиллярные вены, что требует дальнейшего исследования. «Пирон» не оказывает значительного влияния на общее число ядросодержащих клеток перитонеального экссудата, количество в нем нейтрофилов, мононуклеарных фагоцитов, мастоцитов и лимфоцитов ($p>0,05$; данные не приводятся). Важно отметить, что по данным этого же эксперимента, планируемому к публикации в другом сообщении, «Пирон» значительно и статистически значимо снижает кислородзависимую микробицидность перитонеальных лейкоцитов.

В целом полученные результаты указывают на более высокую информативность методов оценки функций фагоцитирующих клеток в сравнении с общепринятым подходом исследования изменения только числа клеток в очаге воспаления для доклинического исследования активности новых лекарственных соединений.

Исследования проводились в рамках государственного задания ПФИЦ УрО РАН по теме: Механизмы регуляции иммунной системы – регистрационный номер НИОКТР АААА-А19-119112290007-7.

Библиографический список

1. Cash J.L., White G.E., Greaves D.R. Zymosan-induced peritonitis as a simple experimental system for the study of inflammation // *Methods Enzymol.* 2009. V. 461. P. 379–396.

2. Mizuno M., Ito Y., Hepburn N., Mizuno T., Noda Y., Yuzawa Y., Harris C.L., Morgan B.P., Matsuo S. Zymosan, but not lipopolysaccharide, triggers severe and progressive peritoneal injury accompanied by complement activation in a rat peritonitis model // *J. Immunol.* 2009. V. 183(2). P. 1403–1412.

3. Котегов В.П., Машевская И.В., Махмудов Р.Р., Маркова Л.Н. Разработка нестероидного противовоспалительного средства для лечения остеоартроза на основе (Z)-3-(2-оксо-2-(4-толил)-этилиден)пиперазин-2-она // От синтеза полиэтилена до стереодивергентности: развитие химии за 100 лет: материалы Междунар. науч. конф., посвящ. 100-летию кафедры органической химии ПГНИУ / отв. за выпуск С.Б. Лавриков; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. ISBN 978-5-7944-3095-0. Пермь, 2018. С. 20–23.

4. Патент RU 2602500 C2, МПК C07D241/08, A61K31/495, A61P29/00. (Z)-3-(2-оксо-2-(4-толил)этилиден)пиперазин-2-он, обладающий противовоспалительной и/или антиноцицептивной активностью, способ его получения, фармацевтические композиции / Р.Р. Махмудов, В.П. Котегов, Ю.С. Андрейчиков, Е.Л. Пидэмский. №2014141311/04. Заявлено 15.10.2014. Опубл. 20.11.2016.

5. Shilov Ju.I., Lanin D.V., Shilov S.Ju., Orlova E.G. Influence of beta-adrenergic receptor blockade on immunomodulatory effects of hydrocortisone // *New Research on Immunology* / Ed. by Barbara A. Veskler / Nova Biomedical Books. New York: Nova Science Publishers, Inc., 2005. ISBN: 1-59454-289-9. P. 167–191.

Влияние эндоморфинов-1,2 на антителогенез в селезенке в зависимости от времени введения антигена *in vivo*

К.И. Колпаков

ПГНИУ

Аннотация. Цель работы – исследование влияния эндоморфинов-1,2 на антителогенез в селезенке до и после введения антигена *in vivo*. Установлено, что введение эндоморфина-1 и эндоморфина-2 за 1 час до введения антигена усиливает антителогенез как по абсолютному, так и по относительному показателю, а также эндоморфин-1 усиливает антителогенез через 6 часов после введения антигена. Введение экспериментальным животным эндоморфинов через 1 и 6 ч после введения антигена динамику антителогенеза в селезенке не изменяло.

Ключевые слов: эндоморфины, антителогенез, опиоидные рецепторы.

Лиганды, способные связываться с опиоидными рецепторами, можно условно разделить на две основные группы: первая представлена широким спектром низкомолекулярных соединений, в первую очередь морфином и его производными, вторая группа – это эндогенные опиоидные пептиды, выполняющие в организме, помимо антиноцицептивной, еще ряд важных функций, в том числе иммунорегуляторную. Цель работы – исследование влияния эндоморфинов-1,2 на антителогенез в селезенке в зависимости от времени введения антигена *in vivo*.

Объектом исследования в системе *in vivo* послужили белые мыши породы Swiss массой 18–23 г. Эксперимент проводился в соответствии с этическими нормами и рекомендациями, которые указаны в «Европейской конвенции по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и других научных целей» (Страсбург, 1986 г.) [5]. Животные выводились из эксперимента путем декапитации под эфирным наркозом.

Все мыши были разделены на 9 экспериментальных групп: 1) контрольные; 2) введение антигена (АГ) за 6 часов до введения ЭМ-1; 3) введение АГ через 6 часов после введения ЭМ-1; 4) введение АГ за 6 часов до введения ЭМ-2; 5) введение АГ через 6 часов после введения ЭМ-2; 6) введение АГ за 1 час до введения ЭМ-1; 7) введение АГ за 1 час до введения ЭМ-2; 8) введение АГ через 1 час после введения ЭМ-1; 9) введение АГ через 1 час после введения ЭМ-2. В зависимости от группы мышам внутрибрюшинно вводили ЭМ-1/ЭМ-2 в дозах 100 мкг/кг, а в качестве антигена использовали эритроциты барана,

которые вводили внутривенно в объеме 200 мкл. Количество анти-телообразующих клеток определяли на 5-е сутки методом локального гемолиза в геле агорозы по Ерне [4].

Статистический анализ проводился с помощью непарного t-критерия Стьюдента [2].

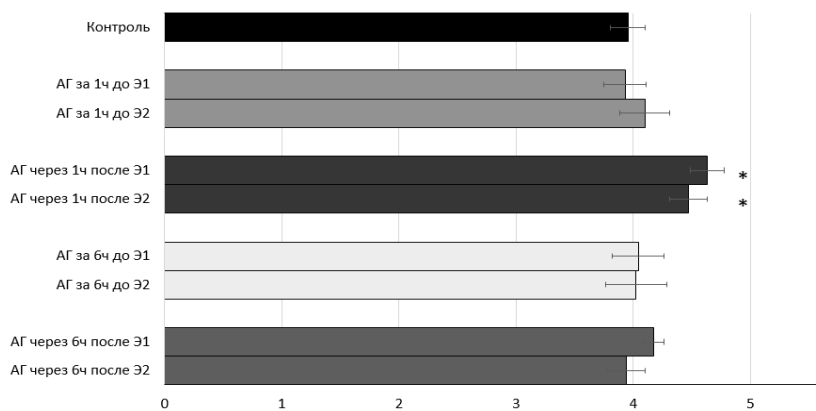


Рис. 1. Влияние эндоморфинов-1,2 на абсолютное количество АОК в селезенке.

* – $p < 0,05$ по отношению к контролю.

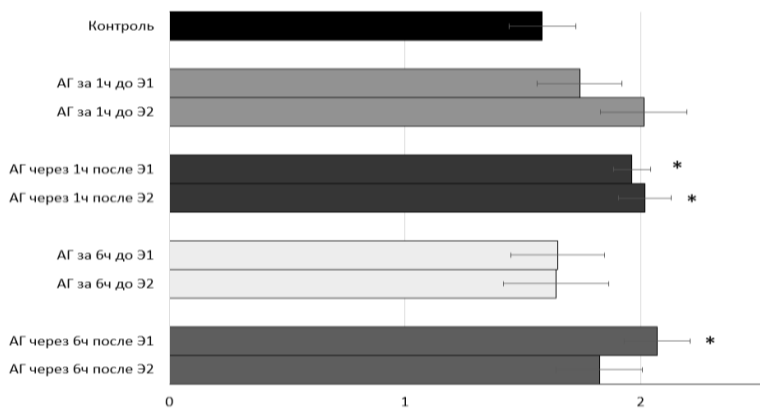


Рис. 2. Влияние эндоморфинов-1,2 на относительное количество АОК в селезенке.

* – $p < 0,05$ по отношению к контролю.

Установлено, что введение эндоморфина-1 и эндоморфина-2 за 1 час до введения антигена усиливает антителогенез как по абсолютному, так и по относительному показателю, а также эндоморфин-1 усиливает антителогенез через 6 часов после введения антигена. Введение экспериментальным животным эндоморфинов через 1 и 6 часов после введения антигена динамику антителогенеза в селезенке не изменяло (рис. 1, 2). Таким образом, наиболее выраженное действие на гуморальный иммунитет эндоморфины оказывают до введения антигена в организм. Согласно литературным данным β -эндорфин, также связывающийся с μ -опиатным рецептором, усиливает антителогенез за 1 ч до введения и через 1 ч после введения антигена [3]. Следовательно, у обоих пептидов при введении *in vivo* наблюдается выраженная тенденция к стимуляции образования антителообразующих клеток в селезенке мышей при системной иммунизации, что, в общем, и представляет практический интерес. В то же время низкомолекулярные агонисты μ -опиатного рецептора, морфин и его производные, обладают выраженным супрессорным действием на гуморальный ответ [1].

Библиографический список

1. Гейн С.В., Баева Т.А. Эндоморфины: структура, локализация, иммунорегуляторная активность // Проблемы эндокринологии. 2020. Т. 66. №1. С. 78–86.
2. Гланц С. Медико-биологическая статистика / пер. с англ. М.: Практика, 1998. 459 с.
3. Небогатиков В.О. β -эндорфин в регуляции функций клеток адаптивного и врождённого иммунитета *in vivo* / дис. ... канд. биол. наук: 14.03.09. Челябинск, 2015. 127 с.
4. Jerne N.K., Nordin A.A. // Science. 1963. V. 140, N. 3365. P. 405–405.
5. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов [Электронный ресурс]. URL:<https://docs.cntd.ru/document/901909691> (дата обращения: 3.04.2022).

Оптимизация технологии культивирования гибридомных клеток

С.С. Лазарев
ПГНИУ

Аннотация. В статье рассмотрена эффективность использования различных культуральных сред для *in vitro* культивирования гибридомы ВАРЗ (Genovac GmbH, Германия), производящей антитела к трофобластическому бета-1-гликопротеину человека, в статических и динамических условиях.

Ключевые слова: гибридома, культура клеток, биореактор miniPERM.

Моноклональные антитела являются одним из важнейших продуктов биотехнологии и применяются в медицине и промышленности для решения широкого круга задач. Гибридомная технология позволяет получить иммортализованную клеточную линию, производящую моноклональные антитела заданной специфичности [1]. *In vitro* культивирование гибридомных клеток является наиболее перспективным [2]. Тем не менее оно сопряжено с трудностями, так как клетки животных очень чувствительны к условиям культивирования. Таким образом, подбор оптимальных условий культивирования для клеток гибридомы является актуальной задачей.

Мы осуществляли культивирование гибридомы ВАРЗ в статических условиях (в культуральных планшетах и флаках), а также в динамических условиях (в биореакторе miniPERM). Биореактор состоит из двух модулей – производственного модуля и модуля питания, соединенных полупроницаемой мембраной. Клетки, помещенные в производственный модуль, могут получать из модуля питания питательные вещества и выделять туда продукты метаболизма. Такой подход позволяет увеличить время культивирования клеток и получить повышенную концентрацию конечного продукта.

При статическом культивировании нашей целью было получить достаточную биомассу для запуска реактора miniPERM – 50 млн клеток. Поэтому, на данном этапе работы критерием эффективности является обеспечение наиболее быстрого роста числа жизнеспособных клеток. Сравнивали между собой культуральные среды DMEM («Biological Industries», Израиль), RPMI1640 («Biological Industries», Израиль) и HybriMacs («Miltenyi Biotec», Германия). Ежедневно проводили подсчет числа жизнеспособных клеток с помощью окрашивания трипановым синим. По результатам подсчета с помощью нелинейного метода

наименьших квадратов построили кривые роста клеток и рассчитали период удвоения. Результаты приведены в табл. 1. Наименьший период удвоения наблюдается в среде HybriMacs, что делает ее наиболее подходящей для наращивания биомассы в статических условиях.

Таблица 1

Период удвоения клеток при статическом культивировании

Среда	Период удвоения (дней)
DMEM	1.35
RPMI1640	1.95
HybriMacs	0.74

Динамическое культивирование проводили до снижения рН среды, которое фиксировали по изменению цвета индикатора, содержащегося в среде. В качестве критерия эффективности на данном этапе рассматривали концентрацию продукта в среде. Для культивирования использовали среды HybriMacs, DCCM-1 («Biological Industries», Израиль) и DCCM-2 («Biological Industries», Израиль). Перечень используемых сред был изменен по сравнению со статическим культивированием в связи с целесообразностью применения для наработки иммуноглобулинов только бессывороточных культуральных сред, что обусловлено наличием в сыворотке большого количества белка и собственных иммуноглобулинов. Ежедневно отбирали из производственного модуля пробы, подсчитывали число жизнеспособных клеток и замораживали супернатанты. Исходя из данных подсчетов оценивали динамику роста клеток аналогично статическому культивированию (табл. 2). В супернатантах оценивали концентрацию иммуноглобулинов методами электрофореза [3], дот-иммуноанализа [4] и определения концентрации белка по Бредфорду [5].

Электрофорез проводили в денатурирующих условиях (по Лэмбли). Наблюдали полосы, соответствующие легким и тяжелым цепям иммуноглобулинов во всех пробах, кроме взятых при культивировании в среде DCCM-1.

Дот-иммуноанализ проводили на нитроцеллюлозной бумаге. На бумагу наносили капли с пробами, блокировали раствором казеина и БСА. Проявляли конъюгатом углеродных наночастиц с G-белком. Для всех проб обнаружено наличие иммуноглобулинов G в среде.

При определении концентрации белка рассматривали увеличение концентрации белка относительно интактной среды. Результаты представлены в табл. 2. Наибольшее увеличение концентрации белка обнаружено в среде HybriMacs. В среде DCCM-1 увеличения концентрации

белка не наблюдается. Снижение засевной концентрации при культивировании в DCCM-2 позволило продлить время культивирования и улучшить увеличение концентрации белка на 17%.

Таблица 2

Период удвоения клеток при статическом культивировании и увеличение концентрации белка в среде

Среда (засевная концентрация)	Период удвоения (дней)	Итоговое увеличение концентрации белка (мг/мл)
HybriMacs (1 млн/мл)	1.11	0.49
DCCM-1 (1 млн/мл)	0.6	0
DCCM-2 (1 млн/мл)	0.63	0.18
DCCM-2 (0.2 млн/мл)	0.74	0.21

Таким образом, мы показали, что при культивировании в средах HybriMacs и DCCM-2, клетки гибридомы ВАРЗ выделяют в среду иммуноглобулины. Наличие иммуноглобулинов в среде после культивирования в DCCM-1 находится под сомнением, ввиду противоречивости полученных результатов. Среда HybriMacs оказалась наиболее эффективной как при статическом культивировании с целью наращивания биомассы клеток, так и при динамическом культивировании с целью получения иммуноглобулинов.

Библиографический список:

1. Köhler G., Milstein C. Continuous cultures of fused cells secreting antibody of predefined specificity // Nature. 1975. №5517. С. 495–497.
2. National Research Council (US) Committee on Methods of Producing Monoclonal Antibodies. Monoclonal Antibody Production. Washington (DC): National Academies Press (US), 1999. 22 с.
3. S. R. Gallagher. One-Dimensional SDS Gel Electrophoresis of Proteins // Current Protocols in Immunology. 2006. №1(75).
4. D. Saha, D. Acharya, T. K. Dhar. Method for homogeneous spotting of antibodies on membranes: application to the sensitive detection of ochratoxin A // Analytical and Bioanalytical Chemistry. 2006. №5(385). С. 847–854.
5. Bradford M.M. A Rapid and Sensitive Method for the Quantitation of Microgram Quantities of Protein Utilizing the Principle of Protein-Dye Binding // Analytical Biochemistry. 1976. №72. С. 7.

**Деструкция хлоргидрохинона и гидрохинона
бактериями-деструкторами линдана,
выделенными из техногенного грунта г. Чапаевск**

А.Н. Лобанов¹, А.В. Назаров^{1, 2}, Э.А. Назарова²

¹ ПГНИУ

² ИЭГМ УрО РАН – филиал ПФИЦ УрО РАН

Аннотация. Изучена способность штаммов *Pseudomonas sp.*, *Mesorhizobium sp.*, *Rhizobium sp.*, *Brevundimonas sp.*, *Ochrobactrum sp.*, *Achromobacter sp.* и их ассоциаций разрушать хлоргидрохинон и гидрохинон, которые являются метаболитами бактериального разложения линдана. Обнаружено, что все изученные бактерии были способны к успешному росту на минеральной среде с хлоргидрохиноном и гидрохиноном в качестве единственного источника углерода.

Ключевые слова: хлоргидрохинон, гидрохинон, деструкция, бактерии.

Ранее [1] были получены бактериальные штаммы: *Pseudomonas sp.* 116A, *Mesorhizobium sp.* 132, *Rhizobium sp.* 145b, *Brevundimonas sp.* 242, *Ochrobactrum sp.* 241, *Ochrobactrum sp.* Б2, *Achromobacter sp.* Б1, имеющие наибольшее сходство по нуклеотидным последовательностям гена 16S рПНК с видами: *Pseudomonas sichuanensis* (сходство составило 97,98%), *Mesorhizobium wenxiniae* (93.10%), *Rhizobium pusense* (99.86%), *Brevundimonas diminuta* (99.86%), *Ochrobactrum anthropi* (100.00%), *Ochrobactrum tritici* (99.37%) и *Achromobacter marplatensis* (99.26%), соответственно. Было показано, что данные бактерии обладают способностью разрушать линдан с образованием фенольных метаболитов.

Хлоргидрохинон и гидрохинон являются фенольными соединениями, а также последними метаболитами сохраняющими токсичность и имеющими ароматическое кольцо в пути деградации линдана [2]. Известно, что хлоргидрохинон и гидрохинон способны повышать канцерогенный риск, вызывая повреждение ДНК, а также нарушать общие иммунные реакции. Биологические способы очистки, в частности микробная биodeградация, имеют огромный потенциал и конкурентные преимущества, связанные, прежде всего с их экологической безопасностью и более низкой стоимостью [3].

Целью настоящей работы являлось оценка способности ранее выделенных штаммов бактерий-деструкторов линдана [1] к разложению хлоргидрохинона и гидрохинона.

Способность к деструкции бактериями хлоргидрохинона и гидрохинона изучали при их культивировании на среде К1. Состав,

г/л: $K_2HPO_4 \times 3H_2O$ – 4,17; $(NH_4)_2SO_4$ – 0,5; $NaH_2PO_4 \times 2H_2O$ – 0,4; $MgSO_4 \times 7H_2O$ – 0,15; $MnSO_4 \times 5H_2O$ – 0,032; $FeSO_4$ – 0,018; $Ca(NO_3)_2 \times 4H_2O$ – 0,01; pH 7,3; с добавлением 0,1 г/л хлоргидрохинона или гидрохинона. Для эксперимента использовали чистые культуры выделенных бактерий, а также бактериальную ассоциацию, полученную из накопительной культуры (ассоциация №1(природная)), из которой были получены изученные штаммы бактерий, и бактериальную ассоциацию, сформированная смешиванием в равном количестве клеток из чистых культур, всех выделенных бактерий (ассоциация №2 (искусственная)). Количество внесенных клеток бактерий в среду составляло 10^6 кл/мл. Через 21 день проводили определение фенолов в культуральной жидкости спектрофотометрическим методом с применением 4-аминоантипирина на спектрофотометре Biospec (Shimadzu, Япония) [4], а также оценивали численность и биомассу бактерий методом люминесцентной микроскопии [5]. Кроме того, в конце эксперимента определяли численность бактерий в природной и искусственной ассоциациях высевом на агаризованную среду LB, состав, г/л: триптон – 10,0; дрожжевой экстракт – 5,0; NaCl – 10,0; бактериологический агар – 15,0; pH 7,0.

При культивировании всех бактериальных штаммов и ассоциаций в течение 21 дня выявлено снижение концентрации гидрохинона на 23–39 мг/л. Наибольший рост бактерий на среде K1 с хлоргидрохиноном отмечен в природной ассоциации – в 144 раза, наименьший – в 5 раз, в вариантах опыта с внесением клеток бактериальных штаммов: *Pseudomonas sp.* 116A, *Rhizobium sp.* 145b, *Brevundimonas sp.* 242, *Ochrobactrum sp.* 241, *Ochrobactrum sp.* Б2.

На среде K1 с гидрохиноном наибольшее увеличение количества клеток наблюдалось в варианте с внесением в нее природной ассоциации – в 49 раз, наименьший рост, в 1,5–2 раза, показали *Brevundimonas sp.* 242 и *Pseudomonas sp.* 116A.

За время культивирования бактериальная биомасса в среде с хлоргидрохиноном выросла у штаммов: *Rhizobium sp.* 145b, *Ochrobactrum sp.* 241, *Pseudomonas sp.* 116A, *Ochrobactrum sp.* Б2, *Achromobacter sp.* Б1 и *Brevundimonas sp.* 242 до 0,59–1,06 мкг/мл; *Mesorhizobium sp.* 132 и искусственной ассоциации до 3,16–4,74 мкг/мл; природной ассоциации 48,81 мкг/мл.

Биомасса в среде с гидрохиноном выросла у штаммов: *Pseudomonas sp.* 116A, *Rhizobium sp.* 145b и *Ochrobactrum sp.* Б2 до 0,23–0,37 мкг/мл; *Mesorhizobium sp.* 132 и *Brevundimonas sp.* 242 до 0,56–0,67 мкг/мл; *Ochrobactrum sp.* 241 и *Achromobacter sp.* Б1 до 1,05–1,08 мкг/мл, искусственной ассоциации 3,13 мкг/мл и природной ассоциации 26,43 мкг/мл.

При высеве бактериальных ассоциаций на агаризованную среду LB обнаружено преобладание в ассоциациях при их культивировании

на среде K1 с хлоргидрохиноном и гидрохиноном штамма *Mesorhizobium sp.* 132.

Таким образом, в результате проведенных исследований была установлена способность к деструкции хлоргидрохинона и гидрохинона бактериальными штаммами: *Pseudomonas sp.* 116А, *Mesorhizobium sp.* 132, *Rhizobium sp.* 145b, *Brevundimonas sp.* 242, *Ochrobactrum sp.* 241, *Ochrobactrum sp.* Б2, *Achromobacter sp.* Б1.

Работа выполнена в рамках государственного задания, номер госрегистрации темы: АААА-А19-119112290008-4

Библиографический список

1. Лобанов А.Н., Назаров А. В., Назарова Э. А. Деструкция линдана микроорганизмами, выделенными из загрязнённых пестицидом почв // Фундаментальные и прикладные аспекты биоинформатики, биотехнологии и недропользования: сб. ст. всерос. конф. (Пермь, 18–20 окт. 2021 г.). Пермь, 2021. С. 62–63.
2. Zhang W. et al. Insights into the biodegradation of lindane (γ -hexachlorocyclohexane) using a microbial system // *Frontiers in Microbiology*. 2020. Т. 11. С. 522.
3. Enguita F. J., Leitão A. L. Hydroquinone: environmental pollution, toxicity, and microbial answers // *BioMed research international*. 2013.
4. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. М.: Химия, 1984. 448 с.
5. Ананьева Н.Д. и др. Сравнительная оценка микробной биомассы почв, определяемой методами прямого микроскопирования и субстрат-индуцированного дыхания // *Микробиология*. 2008. Т. 77. №3. С. 404–412.

Влияние химических факторов техногенной провинции на здоровье детского населения

Г.В. Скокло¹, О.В. Долгих^{1, 2}

¹ ПГНИУ

² ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»

Аннотация. Проведенное иммунологическое обследование детей, проживающих в зоне влияния химических факторов техногенной провинции Центральной Сибири, позволило выявить гиперпродукцию специфических IgG к ртуту и ткани щитовидной железы по отношению к норме и группе сравнения, что свидетельствует о формировании у детского населения провинции аутоиммунных нарушений [4].

Ключевые слова: техногенная провинция, сенсibilизация, иммунорегуляция.

Формирование на территории страны в связи с развитием отраслей промышленности огромного количества техногенных провинций негативно сказывается на состоянии здоровья населения, особенно детского. Иммунная система является высоко специализированной, сложно регулируемой системой, её клеточные элементы находятся в состоянии постоянной пролиферации. В этой связи любое токсическое воздействие химического вещества обязательно амплифицируется [3].

Реализация адаптационных возможностей организма при интенсивном техногенном воздействии городской среды в значительной степени определяется состоянием регуляторных систем и, прежде всего, функциональными изменениями в системе иммунной регуляции, которые могут реализовываться на фоне нарушений процессов запуска и регуляции апоптоза [2].

Изменения параметров иммунной регуляции могут выступать адекватными критериями для задач разработки научно обоснованной системы диагностических и лечебно-профилактических мероприятий по минимизации вреда здоровью наносимого загрязнением среды обитания. Особенности функционального состояния системы иммунной регуляции, определяющей адаптационный потенциал и устойчивость организма в условиях постоянной техногенной трансформации среды обитания, могут использоваться в качестве индикаторных критериев для решения задач своевременного выявления предпосылок развития заболеваний, в том числе, аутоиммунных и аллергических [1, 5].

Целью исследования являлся сравнительный анализ иммунологических и генетических маркеров здоровья детского населения, проживающего на территории воздействия химических факторов риска.

Материалы и методы: при углубленном изучении состояния здоровья детского населения техногенной провинции (дети 4-6 лет, обследовано 272 детей), по отношению к показателям населения территории сравнения («условно чистая» территория, 4-6 лет, 52 ребенка) выполнено иммунологическое диагностическое обследование, включающее в себя определение индикаторных показателей с использованием следующих методов исследования:

1. Показатели гиперчувствительности:

– содержание IgE общего, методом иммуноферментного анализа (табл. 1);

– содержание IgG специфических к ртути, аллергосорбентным методом (табл. 2).

2. Гормоны тиреоидно-надпочечниковой оси (содержание ТТГ, Т4св, анти-ТПО, антиТГ, кортизола), медиаторы нервной системы (серотонин) и ЖКТ (пепсиногены I и 2), методом иммуноферментного анализа (табл. 1, 2).

Таблица 1

Тест	IgE общ.	ТТГ	Антитела к ТГ	Антитела к ТПО
Количество	200	200	200	200

Таблица 2

Тест	Кортизол	Т4 свобод.	Серотонин	Пепсиноген I	Пепсиноген II	Ig G специфический к ртути	ЦИК
Количество	200	200	80	90	90	324	201

По результатам сравнительного анализа был установлен избыточный по сравнению с возрастной нормой уровень общей сенсибилизации.

У детей, проживающих на территории техногенной провинции достоверно повышен уровень специфической сенсибилизации (IgG к ртути) по отношению к норме в 2 раза ($p < 0,05$) и группе сравнения в 1,34 раза (табл. 3).

Одновременно у 52,1% детей выявлен повышенный по сравнению с возрастной нормой уровень общей сенсибилизации (содержание IgE общего – $150,8 \pm 8,45$ МЕ/мл при норме $< 50,0$). При этом достоверного

превышение значений показателя по отношению к группе контроля не наблюдается.

Содержание антител к ткани щитовидной железы (антиТПО) достоверно превышало аналогичные значения в группе сравнения – в 5,2 раза ($p<0,05$).

Достоверно повышен уровень специфической сенсибилизации к ртути, по отношению к норме, $p<0,05$. Повышен уровень специфической сенсибилизации к ртути по отношению к контролю в 1,36 раза. При этом, разница содержания IgG к ртути между группами достигала уровня достоверности, $p<0,05$.

Таблица 3

Показатели	Референтный уровень	Группа наблюдения, $M\pm m$	Группа сравнения, $M\pm m$	Манна-Уитни
IgE общ, МЕ/см ³	0-49,9	150,8 \pm 8,45	71,7 \pm 10,3	0,0004
антиТПО, МЕ/см ³	0-30	29,1 \pm 4,28	5,6 \pm 0,83	0,00001
IgG к ртути, усл.ед.	0-0,1	0,208 \pm 0,008	0,155 \pm 0,009	0,001
Антитела к ТГ, МЕ/см ³	0-100	9,493 \pm 1,629	9,977 \pm 2,949	0,778
Т4 свободный, пмоль/дм ³	10-25	14,207 \pm 0,246	13,467 \pm 0,402	0,002
ТТГ, мкМЕ/см ³	0,3-4	2,489 \pm 0,143	2,19 \pm 0,273	0,057
Кортизол, нмоль/см ³	140-600	273,647 \pm 16,142	321,397 \pm 45,265	0,048
Серотонин, нг/см ³	80-450	322,331 \pm 36,151	248,798 \pm 78,557	0,070
Пепсиноген I, мкг/дм ³	30-130	91,325 \pm 4,002	71,017 \pm 5,555	0,000
Пепсиноген II, мкг/дм ³	4-22	7,875 \pm 26,238	9,853 \pm 1,756	0,391
ЦИК, %	90-95	61,672 \pm 7,634	70,327 \pm 23,5	0,495

Содержание гормонов гипоталамо-гипофизарно-тиреоидно-надпочечниковой системы, в частности, Т4св, ТТГ, кортизол, а также медиатора серотонинэргической регуляции – серотонина и маркеров функциональной активности желудка пепсиногенов, находятся в пределах референтного уровня, однако по отношению к уровню значений в группе контроля содержание кортизола и пепсиногена I типа достоверно изменено, «анти-стрессовый» глюкокортикоид отличался сниженным уровнем, а пепсиноген повышенным в группе наблюдения, $p>0,05$. Пониженный уровень содержания серотонина в группе наблюдения не достигал достоверных различий с группой контроля (ниже в 1,3 раза).

Сравнительное иммунологическое обследование детского населения группы наблюдения и группы сравнения:

Таким образом, детское население Западной Сибири, подверженное воздействию техногенных факторов, отличалось избыточной общей

и специфической к химическим гаптенам (IgG к ртути) сенсибилизацией, гиперпродукцией антител к ткани щитовидной железы (антиТПО), что характеризует особенности условий техногенной провинции и ранних признаках формирования сценариев аллергии и аутоиммунных процессов.

Библиографический список

1. Долгих О.В., Отавина Е.А., Кривцов А.В., и др. Иммунологические маркеры нарушения здоровья детей, проживающих в условиях загрязнения атмосферного воздуха алюминием // Здоровье населения и среда обитания. 2019. №2. С. 15–18.
2. Долгих О.В., Старкова К.Г., Аликина И. Н., Челакова Ю.А., Гусельников М.А., Никоношина Н.А. Особенности иммунной регуляции и апоптоза у детей в условиях промышленного воздействия. 2019. №1. С. 84–89.
3. Зайцева Н.В., Дианова Д.Г., Долгих О.В. Особенности апоптоза у детей при хроническом аэрогенном воздействии фенола // Фундаментальные исследования. 2014. №2. С. 56–59.
4. Аликина И.Н., Долгих О.В., Скокло Г.В., Вершинин М.Н., Красулина Е.А. Особенности иммунного и генетического статуса у детей, проживающих в условиях воздействия химических техногенных факторов. 2020. С. 246–249.
5. Duramad P., Holland N.T. Biomarkers of immunotoxicity for environmental and public health research // Int. J. Environ. Res. Public Health. 2011. No8(5). P. 1388–1401.

Раздельное и сочетанное воздействие напроксена и мелоксикама на актинобактерии

С.М. Тян

ПГНИУ

Аннотация. В настоящей работе представлены данные по бактериальной деструкции НПВС: напроксена и мелоксикама.

Ключевые слова: НПВС, биодеструкция, актинобактерии.

Вопреки обострению глобальных проблем текущего столетия, человек довольно часто, однако, предопределяет новые угрозы в отношении самого себя и природы в целом. Особенно остро это проявляется в новой глобальной проблеме, связанной с медикаментозным загрязнением окружающей среды. Интенсивное развитие фармацевтики, расширение рынка лекарственных препаратов (ЛП), несовершенство стратегий очистки сточных вод и утилизации фармотходов неизбежно приводят к попаданию активных и устойчивых фармацевтических ингредиентов в почвы, водные экосистемы и питьевую воду [1]. В открытых экосистемах чаще всего обнаруживают такие группы ЛП, как анальгетики, спазмолитики, антидепрессанты [2]. Лидирующие позиции в данном списке занимают нестероидные противовоспалительные средства – НПВС – в т.ч. напроксен (Нап) и мелоксикам (Мел) [3]. Нап и Мел относятся к безрецептурным ЛП, являются сложными органическими соединениями ароматического ряда и в силу своей химической структуры крайне устойчивы и чрезвычайно токсичны в отношении макро- и микроорганизмов [4, 5]. Как правило, в открытых экосистемах фиксируют сразу несколько различных фармполлютантов, поэтому экологические риски для здоровья человека и состояния экосистем намного выше, ввиду токсического взаимодействия этих сложных смесей. Одной из важных задач является минимизация негативного влияния фармполлютантов на биоту и, в первую очередь, на микроорганизмы, т.к. именно они первыми решают проблему разложения и детоксикации ксенобиотиков в природных средах. Работы в этом направлении только начинают развиваться, что подтверждается почти полным отсутствием исследовательского материала в области бактериальной деструкции НПВС – Нап и Мел, в частности. В связи с этим целью настоящей работы явилось исследование способности актинобактерий к разложению Нап и Мел, а также поиск штаммов-наиболее активных биодеструкторов.

В работе использовали 102 штамма актинобактерий, принадлежащих к 20-ти видам, из Региональной профилированной коллекции

алканотрофов (акроним ИЭГМ, номер 285 во Всемирной федерации коллекций культур, www.iegmcoll.ru, УНУ 73559, ЦКП 480868). Минимальные подавляющие концентрации (МПК) фармпрепаратов определяли стандартным методом двукратных серийных разведений со специфическим окрашиванием 2-(4-йодофенил)-3-(4-нитрофенил)-5-фенилтетразолием. В экспериментах по биодеградации использовали минеральную среду RS. Нап и Мел использовали в виде фармацевтических субстанций в концентрации 10 мг/л. В качестве инокулята применяли клетки, выращенные в течение 2 сут на МПА. В экспериментах использовали контроли для оценки абиотической деструкции фармвеществ. Убыль НПВС проверяли с использованием жидкостного хроматографа LC Prominence 20A (Shimadzu, Япония), оборудованного хроматографической колонкой с обращенно-фазным сорбентом Discovery® C18, 25 cm × 4.6 mm, and 5µm (Supelco, США) и диодно-матричным детектором (SPD-M20A). Оптимальные условия для определения НПВС: подвижная фаза фосфатный буферный раствор (для Нап pH 5,0/для Мел pH 3,5) – ацетонитрил (40:60); поток элюента – 0,5 мл/мин; температура колонки для Нап 40°C/для Мел 30°C; объем вводимой пробы – 20 мкл; длина волны детектирования – 254 нм. Оценку каталитической активности бактерий проводили с использованием респирометра Micro-Oxymax, (Columbus Instrument, США). Поскольку актинобактерии не используют Нап и Мел в качестве единственного источника углерода, все ростовые эксперименты проводили в присутствии 0,1 об% *n*-гексдекана.

По нашим данным, большинство исследованных культур сохраняли жизнеспособность в присутствии НПВС в диапазоне концентраций 0,125–≥5,000 г/л. При этом высокую (МПК≥5 г/л) устойчивость к Нап проявляли представители практически всех изученных видов, за исключением *R. jostii* и *R. yunnanensis*. Наиболее чувствительными (МПК=0,625 г/л) к Мел оказались представители видов *R. fascians*, *R. cerastii*, *R. yunnanensis*, а наиболее устойчивыми (МПК≥5 г/л) – *G. amarae*, *R. aetherivorans*, *R. globerulus*, *R. erythropolis*, *R. jostii* и *R. pyridinivorans*.

Установлено, что комплекс Нап и Мел проявлял более выраженное ингибирующее действие на клетки, чем отдельные соединения. МПК смеси составляла 0,078–≥5,000 г/л. Наиболее устойчивые (МПК=5 г/л) к воздействию НПВС-коктейля оказались штаммы *R. erythropolis* ИЭГМ 214, ИЭГМ 505, ИЭГМ 1348; *R. qingshengii* ИЭГМ 1016^T, ИЭГМ 1359; *R. rhodochrous* ИЭГМ 647, ИЭГМ 1362. Наиболее высокие (МПК≥5 г/л) показатели резистентности зарегистрированы в отношении НПВС-смеси для штамма *R. rhodochrous* ИЭГМ 63. По результатам сравнительных экспериментов, наиболее эффективная убыль Нап наблюдалась в присутствии штамма *G. rubripertincta* ИЭГМ 101. При

этом остаточная концентрация Нап на 14 сут составляла 51%. Эксперименты по биодеструкции Мел показали, что клетки *G. amicalis* ИЭГМ 1277 полностью разлагали Мел в течение 14 сут. Полученные данные были подтверждены результатами исследования респираторной активности актинобактерий. Зафиксированные показатели потребления кислорода и выделения углекислого газа свидетельствовали о высокой каталитической активности биодеструкторов Нап и Мел. При этом стоит отметить почти полное отсутствие lag-фазы при выбранном режиме процесса биodeградации. Абиотической деструкции НПВС не наблюдалось.

Таким образом, полученные сведения расширяют представление о каталитической активности актинобактерий и указывают на возможное их участие в процессах деконтаминации природных экосистем от фармполлютантов.

Исследования проводились в рамках гранта РФФИ №21-14-00132.

Библиографический список

1. Pal P. Treatment and disposal of pharmaceutical wastewater: Toward the sustainable strategy // *Separation and Purification Reviews*. 2016. V. 47. P. 179–198.
2. Wilkinson J.L. *et al.* Pharmaceutical pollution of the world's rivers // *PNAS*. 2022. V. 119. P. 1–10.
3. Aus der Beek T., Weber F.A., Bergmann A., Hickmann S., Ebert I., Küster A.H.A. Pharmaceuticals in the environment. Global occurrences and perspectives // *Environmental Toxicology and Chemistry*. 2016. V. 35. P. 823–835.
4. Mahaprabhu R., Bhandarkar A.G., Babu L.J., Rahangadale S.P., Kurkure N.V. Ameliorative effect of *Ocimum Sanctum* on meloxicam induced toxicity in Wistar rats // *Toxicology International*. 2011. V. 18. P. 130–136.
5. Parolini M. Toxicity of the Non-Steroidal Anti-Inflammatory Drugs (NSAIDs) acetylsalicylic acid, paracetamol, diclofenac, ibuprofen and naproxen towards freshwater invertebrates: A review // *Science of the Total Environment*. 2020. V. 740. P. 1–13.

Секция «Зоология»

Влияние факторов среды на сезонную динамику и активность лёта разноусых чешуекрылых в Троицком заказнике

А.А. Андреева, М.Я. Лямин

ПГНИУ

Аннотация. Приведены результаты исследования влияния факторов среды на активность лета разноусых чешуекрылых. Выявлено, что наиболее благоприятными условиями являются: ночные температуры воздуха от 15°C до 21°C и относительная влажность воздуха 55–75%. Доминантными оказались семейства Noctuidae и Geometridae.

Ключевые слова: разноусые чешуекрылые, сезонная динамика лета, активность лета, влияние факторов среды.

Чешуекрылые – один из наиболее развитых отрядов насекомых, близких по происхождению к Trichoptera [1]. Возникновение отряда относится к мезозою, но достоверные ископаемые остатки чешуекрылых известны лишь с палеогена, большей частью из балтийского янтаря; все найденные виды относятся к современным семействам, и часто к рецетным или близким к ним родам [2]. Предполагается, что основные семейства формировались 80–100 миллионов лет назад [3]. Несомненно, что чешуекрылые один из сравнительно молодых отрядов насекомых, развивавшийся в значительной степени параллельно с цветковыми растениями.

Целью данной работы было отследить влияние факторов среды на сезонную динамику и активность лёта разноусых чешуекрылых в Троицком заказнике. Также были поставлены задачи по получению количественных данных о численности чешуекрылых в

разные дни, определению видовой состав ночных чешуекрылых и составлению выводов о том, как различные факторы среды влияют на лет ночных чешуекрылых.

Объектом исследования были представлены Heterocera. Материалом к изучению послужили сборы, которые проводились с 25 мая по 20 июля 2021 года на территории заказника Троицкого заказника. Сбор материала проводился с помощью ртутно-кварцевой лампы ДРЛ 250 и экрана. Лов проводился каждые 2 дня, с учетом того, что в сильный дождь материал не собирался и лов переносился на следующую ночь. Материал собирался с 23:00 до 02:59, на каждый час бралась новая морилка. Замеры погодных условий проходили каждый час, в 23:00, 00:00, 01:00, 02:00 и 03:00, учитывались: скорость ветра, температура воздуха,

а также учитывалось наличие осадков. Определение материала проводилось по справочнику-определителю «Бабочки Среднего Урала» П.Ю. Горбунова [4] и сайту «Lepiforum» [5].

Полученные данные представлены в таблице и на рис. 1–3.

В результате проведенного исследования было выявлено 168 видов из 9 семейств (таблица). Доминантом по количеству экземпляров (831) и по числу видов (77) является семейство Noctuidae.

Таблица

Количественный состав чешуекрылых

Семейство	Число видов	%	Количество экземпляров	%
Noctuidae	77	46,11	831	58,56
Geometridae	36	22,56	190	13,39
Lasiocampidae	10	5,99	60	4,23
Cossidae	4	2,40	34	2,40
Notodontidae	14	8,38	120	8,46
Lymantriidae	6	3,59	40	2,82
Sphingidae	9	5,39	78	5,50
Nolidae	1	0,60	6	0,42
Arctiidae	10	5,99	60	4,23
Итого:	167	100	1419	100

Количественные показатели динамики лета ночных чешуекрылых на свет определяются количеством имаго в конкретный период сезона.

Из диаграммы 1 видно, что число ночных чешуекрылых идет не равномерно, а скачками в течении сезона. Количественные показатели динамики лета ночных чешуекрылых могут иметь всплески и падения численности не только из-за погодных условий, но и из-за различий в развитии преимагинальных стадий и появления новых поколений чешуекрылых, а также различного времени появления имаго у разных видов.

Влияние температуры воздуха и относительной влажности воздуха на динамику ночного лета ночных чешуекрылых представлено на рис. 1–3. Наиболее показательная зависимость количественных показателей лета наблюдается по отношению к температуре воздуха – наблюдается резкий скачок активности при ночных температурах более 15°C и постепенное снижение при температуре выше 21°C. Влажность воздуха влияет на активность лета не так сильно, как температура, однако наблюдается слабая тенденция к снижению количества отловленных за учет особей с увеличением влажности воздуха более 77% и понижению менее 50%.

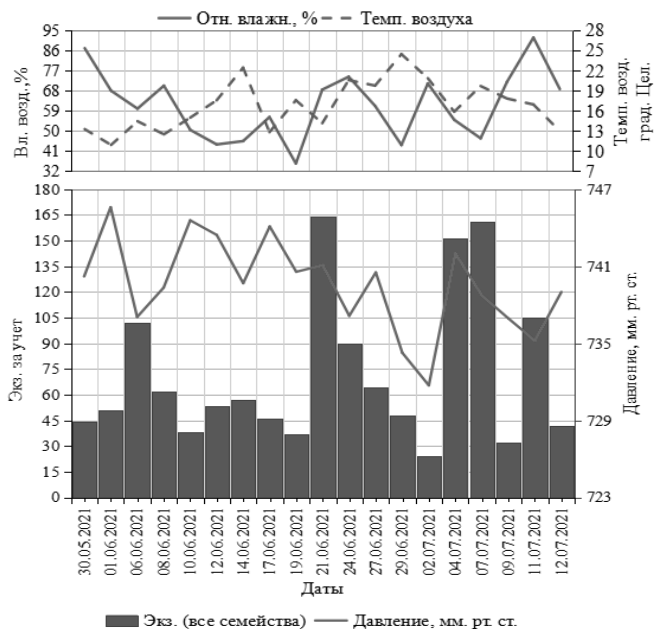
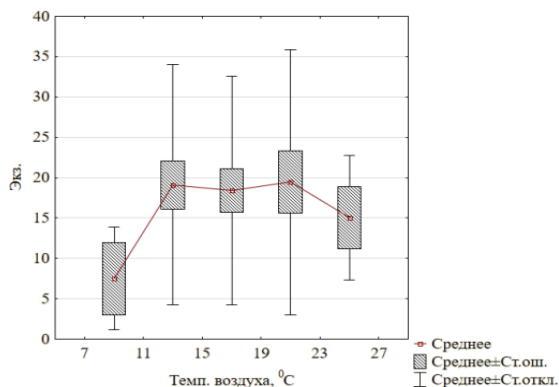


Рис. 1. Динамика активности лета ночных чешуекрылых (суммарно по всем семействам).

Комплексное влияние этих факторов среды представлено на рисунке. Проводя анализ данных проекций, можно сделать вывод о том, что наиболее благоприятными для активности ночных чешуекрылых являются ночные температуры воздуха от 15°C до 21°C и относительная влажность воздуха 55–75%.



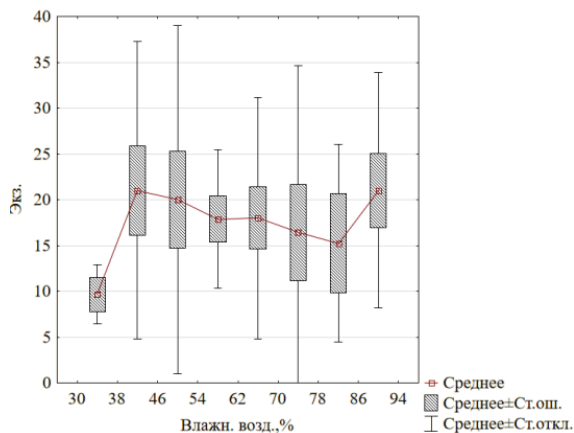


Рис. 2. Зависимость активности лёта ночных разноусых чешуекрылых от температуры (вверху) и относительной влажности воздуха (внизу).

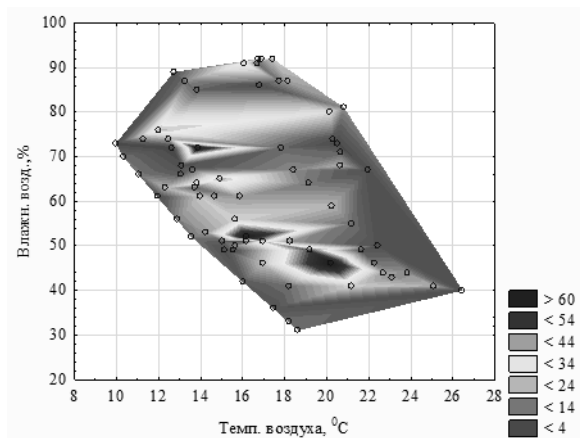


Рис. 3. Комплексное воздействие температуры и влажности воздуха на лёт чешуекрылых на свет.

Библиографический список

1. Эколого-фаунистический обзор чешуекрылых (Lepidoptera) запада Московской области: автореф. ... канд. биол. наук. / А.П. Могучев. М., 2003. 24 с.
2. Бабочки Кавказа и Юга России / В.В. Тихонов, Б.В. Страдомский, Г.В. Кузнецов, С.А. Андреев: [сайт]. URL: <http://www.babochki-kavkaza.ru>.

3. The Butterflies of North America. A Natural History a Field Guide / Scott J.A. Stanford. California: Stanford University Press, 1986. 583 p.
4. Бабочки Среднего Урала. Справочник-определитель / П.Ю. Горбунов, П.Н. Ольшванг. Екатеринбург: Изд-во Сократ, 2008. 208 с.
5. Dieses Internetportal wurde am 16. September 2002 von Walter Schönlals "Forum Schmetterlinge und Raupen bestimmen" gegründet und am 23. Dezember 2004 von Erwin Rennwald (fachliche Supervision) und Jürgen Rodeland (technische Betreuung) übernommen. Seit 2006 wird es vom gemeinnützigen Lepiforum e.V. getragen: [сайт]. URL: <https://lepiforum.org/>.

Динамика некоторых популяционных характеристик бычка-кругляка бассейна р. Кама

А.А. Ардашева, С.Э. Коротаева

ПГНИУ

Аннотация. Инвазии биологических видов являются результатом, часто сопровождающим деятельность человека, и реально угрожают биоразнообразию. Одним из активных инвазионных видов в пресных водоемах является автохтон и эндемик понто-каспийского фаунистического комплекса бычок-кругляк *Neogobius melanostomus*. Проведен анализ динамики размерного и возрастного состава выборок для оценки успеха инвазии вида в бассейне р. Кама, как самой северной границы инвазионного ареала.

Ключевые слова: бычок-кругляк, популяционные характеристики.

Инвазии биологических видов являются важным последствием глобальных антропогенных изменений окружающей среды, и одной из основных угроз для биоразнообразия, особенно, в пресноводных местообитаниях [1]. На протяжении последних десятилетий наблюдается активное расширение ареала бычка-кругляка *Neogobius melanostomus*, Pallas, 1814 эврибионтного вида из семейства *Gobiidae*. При создании водохранилищ возникли новые биотопы, условия которых оказались для бычка-кругляка более благоприятными по сравнению с исходными [1, 2]. Бычок-кругляк распространился из своей первоначальной Понто-Каспийской области на запад, в Центральную Европу и в Северную Америку [1, 3]. Быстрый рост численности бычка-кругляка в некоторых водоёмах вызывает тревогу, так как проникновение этого вида за пределы нативного ареала может приводить к негативным последствиям. Мониторинг размерных и возрастных характеристик бычка-кругляка необходим для контроля распространения и прогнозирования потенциальных рисков, связанных с увеличением численности этого вида [4].

В низовье Камы впервые одиночные экземпляры бычка-кругляка были обнаружены в 2002 г. в районе Усть-Бельска. В 2011 г. бычок-кругляк стал обычным видом в Воткинском водохранилище [5].

В нативном ареале бычок-кругляк достигает длины 200 мм [2]. В бассейне р. Кама, являющейся северной границей инвазионного ареала, бычок-кругляк характеризовался небольшими размерами, особенно в первые годы наблюдений (табл. 1). При сравнении линейных размеров в выборках из бассейна р. Кама разных лет, можно отметить увеличение максимальных размеров: от 105,5 мм (2011) до 125,0 мм (2019).

Минимальные размеры колеблются в диапазоне от 32,0 до 47,9 и, скорее всего, определяются селективностью орудий лова. Размерный состав уловов по результатам исследования последних лет характеризуется доминированием особей от 51 до 80 мм, в разные годы доля особей такого размера составляет от 64,3% до 85,7% [6, 7]. Бычки-кругляки такого размера являются половозрелыми.

Таким образом, увеличились максимальный размер и вариабельность линейных размеров особей. Значительная доля половозрелых особей в уловах свидетельствует о благополучном состоянии популяции бычка-кругляка в бассейне р. Кама.

Таблица 1

**Размерный состав бычка-кругляка бассейна реки Кама
по данным исследований разных лет, длина, мм**

Дата сборов, год	Min	Max	Среднее	Число экз.	Автор, год
2011	45,5	105,5	61,1	62	Коротаяева, Шагальева, 2012
2013	32,0	106,2	54,3	299	Шагальева, 2014
2013	37,9	106,2	63,2	47	Русских, 2014
2014	44,5	110,0	62,9	50	Русских, 2015
2019	38,0	125,0	81,5	150	Скоклов, 2020
2020	47,9	91,6	65,3	111	Белоусова, 2021

Возрастная структура является очень важным показателем состояния популяции [4]. В естественном ареале представлены особи в возрасте 5+ лет, крайне редко старше. Для бассейна р. Кама в первые годы наблюдений отмечен очень короткий возрастной ряд: до 3+ лет (табл. 2). В уловах 2019 г. впервые обнаружен бычок-кругляк в возрасте 5+ лет (самец, 125 мм).

Доминируют в уловах особи младших возрастных групп, что характерно для бычка-кругляка и в пределах естественного ареала, как типичного короткоциклового вида (табл. 2). В начальный период инвазии наблюдалось доминирование двух возрастных групп: 1+ и 2+ лет. Начиная с 2014 г., увеличилась доля особей в возрасте 3+ лет. Таким образом, можно отметить, что в период 2011–2020 гг., произошло расширение возрастного ряда и эта характеристика максимально приблизилась к возрастному ряду в нативном ареале. Расширение возрастного ряда считается одним из признаков успешной инвазии [3, 4]. Возрастная структура вида, с доминированием младших возрастных групп и единичными

особями старшего возраста, подтверждает короткоцикловость бычка-кругляка и согласуется с имеющимися данными о размерном составе популяции.

Таблица 2

**Возрастной состав бычка-кругляка
по данным исследований разных лет, %**

Дата сборов	Возрастные группы, лет						Числ о экз.
	0+	1+	2+	3+	4+	5+	
2011	–	38,3	48,9	12,8	–	–	62
2013	1,3	32,1	45,5	18,1	3,0	–	299
2013	–	14,9	38,3	38,3	8,5	–	47
2014	–	–	42,0	56,0	2,0	–	50
2019	–	21,2	57,6	17,0	3,5	0,7	150
2020	–	0,9	59,5	29,7	9,0	0,9	111

Библиографический список

1. Cerwenka A.F., Pagnotta A., Böker C., Brandner J., Geist J., Schlieven U.K. Little association of biological trait values with environmental variables in invasive alien round goby (*Neogobius melanostomus*) // Ecology and evolution. 2017. P. 4076–4085.
2. Слынько Ю.В. и др. Инвазии чужеродных рыб в бассейнах крупнейших рек Понто-Каспийского бассейна: состав, векторы, инвазионные пути и темпы // Российский журнал биологических инвазий. 2010. Вып. 4. С. 74–89.
3. Hôrkova K., Kovač V. Different life histories of native and invasive *Neogobius melanostomus* and the possible role of phenotypic plasticity in the species' invasion success // Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems. 2014. №412. P. 1–11.
4. Brownscombe J., Fox M. Range expansion dynamics of the invasive round goby (*Neogobius melanostomus*) in a river system // Aquatic Ecology. 2012. Vol. 46, №2. P. 175–189.
5. Шагальева С.Р., Коротаева С.Э. Бычок-кругляк (*Neogobius melanostomus*) – аутоакклиматизант бассейна Средней Камы // Рыбные ресурсы Камско-уральского региона и их рациональное использование. Пермь. 2013. С. 80–84.
6. Белоусова А.А. К характеристике бычка-кругляка *Neogobius melanostomus* Воткинского водохранилища. Выпускная квалификационная работа. Пермь. 2021. 61 с.
7. Скокло А.В. Эколого-биологическая характеристика бычка-кругляка *Neogobius melantosomus* бассейна реки Кама. Магистерская диссертация. Пермь. 2020. 84 с.

Фауна двустворчатых моллюсков семейства *Sphaeriidae* водоёмов Ильменского заповедника

Е.Р. Артемьева

ПГНИУ

Аннотация. При изучении фауны моллюсков 6 водоёмов Ильменского заповедника на Южном Урале выявлено 8 видов из семейства *Sphaeriidae* (Jeffreys, 1862). Преобладают виды, относящиеся к роду *Sphaerium*. Другие обнаруженные виды относятся к родам *Musculium* и *Pisidium*. Большая часть видов была обнаружена в проточных водоёмах. В водотоках (реках) моллюсков не было обнаружено.

Ключевые слова: двустворчатые моллюски, Южный Урал, Ильменский заповедник.

Из всего многообразия пресноводных животных двустворчатые моллюски (*Bivalvia*) являются одной из наиболее крупных, широко распространённых и сложных для изучения групп гидробионтов, т.к. многие из них имеют маленькие размеры и ведут скрытный образ жизни [1]. Этот класс беспозвоночных животных составляет одну из доминирующих по биомассе групп в пресноводных экосистемах.

Моллюски являются неотъемлемой частью водных экосистем. Они играют большую роль в самоочищении вод, участвуют в деструкции органики, имеют большое значение в трофических цепях и топических связях с водными и околотоводными растениями и животными [2].

Самыми распространёнными в водоёмах России среди двустворчатых моллюсков являются моллюски, относящиеся к семейству *Sphaeriidae*. В водных экосистемах они составляют большую часть макробентоса [4]. Большая часть видов предпочитает жить в пресных водоёмах и только некоторые виды могут жить в слабосолёных водах. Они живут в самых разных средах обитания: в крупных реках и озерах, торфяных болотах и временных бассейнах. Наибольшее видовое разнообразие характерно для озёр, прудов и малых рек.

Изучением пресноводных двустворчатых моллюсков водных объектов Евразии занималась школа Я.И. Старобогатова. Крупная ревизия системы шаровок [3] привела к таксономическим перестройкам в сторону увеличения видов. Однако фауна водоёмов Южного Урала оставалась мало изученной. Изменение систематики мелких двустворчатых затрудняет использование данных, полученных из исследований, проводившихся ранее, что приводит к необходимости изучать малакофауну пресных водоёмов данного региона.

При проведении данного исследования было изучено 520 раковин двустворчатых моллюсков семейства Sphaeriidae из 6 водоёмов. Определение видовой принадлежности проводилось с использованием определителей [2, 3, 5] с учётом последних таксономических сведений [2].

В результате исследования в водоёмах на территории Ильменского заповедника было обнаружено 8 видов двустворчатых моллюсков семейства Sphaeriidae: *Sphaerium ovale* (Ferussac, 1807), *Musculium mucronulatum* (Moquin-Tandon, 1855), *Sphaerium solidum* (Normand, 1844), *Musculium lacustre* (O.F. Muller, 1774), *Pisidium amnicum* (O.F. Muller, 1774), *Sphaerium rivicola* (Lamarck, 1818), *Sphaerium nucleus* (S. Studer, 1820), *Sphaerium corneum* (Linnaeus, 1758).

Данные, полученные в результате исследования, представлены в таблице.

Самыми распространёнными и многочисленными видами являются *Musculium lacustre* (O.F. Muller, 1774) и *Sphaerium solidum* (Normand, 1844). Наиболее богата фауна сфериид озера Аргаяш.

Все обнаруженные виды семейства Sphaeriidae обитают в озёрах. Большая часть видов была обнаружена на заболоченных берегах среди водной растительности, на илистых или заиленных песчаных грунтах.

Таблица

Видовой состав двустворчатых моллюсков семейства Sphaeriidae водоёмов Ильменского заповедника

Вид	Озеро Ильменское	Озеро Аргаяш	Озеро Б. Мнассово	Река Белая	Река Няшевка	Река Б. Черемшанка
<i>M. mucronulatum</i>	+	-	-	-	-	-
<i>M. lacustre</i>	+	+	-	-	-	-
<i>P. amnicum</i>	-	+	-	-	-	-
<i>Sph. corneum</i>	-	+	-	-	-	-
<i>Sph. nucleus</i>	-	+	-	-	-	-
<i>Sph. ovale</i>	+	-	-	-	-	-
<i>Sph. rivicola</i>	-	+	-	-	-	-
<i>Sph. solidum</i>	+	+	-	-	-	-
Итого	4	6	0	0	0	0

Библиографический список

1. Бабушкин Е.С. Пресноводные моллюски бассейна реки Большой Юган (фауна и экология): автореф. дис. ... кандидата наук. Борок, 2018. 22 с.
2. Богатов В.В., Кияшко П.В. Двустворчатые моллюски // Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 2. Зообентос / под ред. В.Р. Алексеева и С.Я. Цалолихина. М. – СПб: Товарищество научных изданий КМК, 2016. С. 285–334.
3. Корнюшин А.В. Двустворчатые моллюски надсемейства Pisidioidea Палеарктики (фауна, систематика, филогения). Киев, 1996. 175 с.
4. Красногорова А.Н. Двустворчатые моллюски семейства Sphaeriidae Южного, Среднего Урала и юга Западной Сибири: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Томск, 2011. 23 с.
5. Старобогатов Я.И., Прозорова Л.А., Богатов В.В., Саенко Е.М. Моллюски // Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий / под ред. С.Я. Цалолихин. Т.6. Моллюски, полихеты, немертины. СПб: Наука, 2004. С. 9–491.

**Морфологические характеристики ископаемых зубов
копытных леммингов (*Dicrostonyx* sp.) из отложений
пещеры Уньинская (Республика Коми, Россия)**

К.С. Бабушкина, Т.В. Фадеева
ПГНИУ

Аннотация. Исследованы ископаемые зубы грызунов из зоогенных отложений средней части пещеры Уньинская (Северный Урал). По морфологической стадии развития зубной системы копытных леммингов (*Dicrostonyx* sp.) предварительно установлен геологический возраст данных отложений – позднелептострофский интервал среднего плейстоцена.

Ключевые слова: копытный лемминг, плейстоцен, Северный Урал.

Территория Северного Урала достаточно подробно изучена в плане ископаемой фауны мелких млекопитающих и именно для этой территории разработаны детальные биостратиграфические схемы, особенно для периода позднего плейстоцена (приблизительно от 125 тысяч лет назад до 11,7 тысяч лет назад) [1]. В неоплейстоценовых отложениях севера Европейской части России обнаружены в основном останки трех таксонов грызунов – копытного (*Dicrostonyx* sp.) и сибирского (*Lemmus sibiricus*) леммингов и узкочерепной полевки (*Microtus gregalis*). Среди этих массовых видов наибольшее значение имеют останки копытного лемминга [2]. Копытные лемминги характеризуются достаточно быстрой эволюцией зубной системы в геологическом времени и по определенным параметрам ископаемых зубов можно установить период образования вмещающих ископаемый материал отложений, поэтому цель и задачи данной научно-исследовательской работы основаны именно на этой особенности зубной морфологии этого рода грызунов.

Материал из отложений средней части пещеры Уньинская, расположенной на территории Северного Урала, был получен в результате экспедиционных работ 2016 г. и предоставлен нам для исследования с.н.с, к.б.н. лаборатории палеоэкологии Института растений и животных УрО РАН П.А. Косинцевым.

Из костного концентрата было извлечено более двух тысяч зубов, принадлежащих трем таксонам грызунов – леммингам трибы Lemmini (78,0%), копытным леммингам *Dicrostonyx* sp. (21,6%), и полевке-экономке *Alexandromys oeconomus* (0,4%). Исследованная ископаемая фауна из пещеры Уньинская более близка по соотношениям останков видов к фауне из нижних отложений (середина позднего плейстоцена) пещеры Студеная [3], расположенной в том же районе (приблизительно в

30 км севернее). Вышележащие отложения (бурый суглинок) пещеры Студеная характеризуются резким доминированием зубов копытного лемминга и датируются по косвенным данным последним ледниковым максимумом [3, 4].

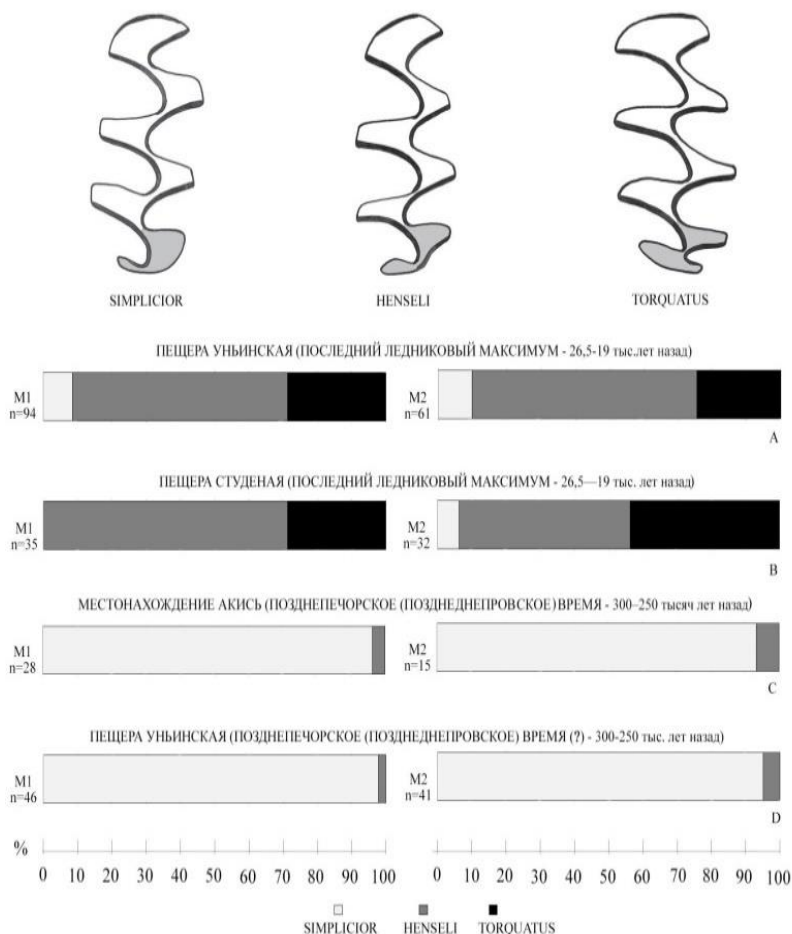


Рис. 1. Соотношения зубов различных морфотипов в выборках ископаемых верхних первых (M1) и вторых (M2) зубов представителей рода *Dicrostonyx* из местонахождений Северо-Востока Европы.

А, В, С – данные из [5], D – данные нашего исследования.

Рисунки зубов M1 копытных леммингов различных морфотипов по [2]. Морфотипы M2 аналогичны по выделяемому признаку (развитию призмы T6).

Эволюция зубов копытных леммингов Северного Урала в среднем – позднем плейстоцене и голоцене отражена в схеме [5], которая иллюстрирует преобладание в среднеплейстоценовых выборках зубов морфотипа *simplicior*, в позднеплейстоценовых выборках доминирует морфотип *henseli* и, наконец, для современных выборок с территории Полярного Урала характерен морфотип *torquatus*. Исходя из литературных данных [5], морфологические характеристики позднеплейстоценовых выборок ископаемых зубов копытных леммингов из отложений пещер Уньинская и Студеная очень близки (рисунок 1) и соответствуют морфологической стадии *D. gulielmi* морфа 3 по классификации [6].

По результатам исследования выборки зубов копытных леммингов из отложений средней части пещеры Уньинская (2016 год раскопок) установлено, что среди первых (М1) и вторых (М2) верхних зубов этих грызунов преобладают зубы с морфотипом *simplicior* (рис. 1), который характеризуется минимальным (зачаточным) развитием последней зубной призмы Т6. Исследованная выборка очень близка по соотношению зубов определенных морфотипов к среднеплейстоценовой выборке из местонахождения Акись (среднее течение р. Печора, около 500 км севернее пещеры Уньинская), которая отнесена к морфостадии *D. simplicior*, морфа 2 [2].

Таким образом, в пещере Уньинская, кроме уже известных позднеплейстоценовых отложений, выявлены отложения, включающие зубы копытных леммингов более древней эволюционной стадии, которая характерна для позднеднепровского (средний плейстоцен) интервала геологического времени.

Библиографический список

1. Пономарев Д.В. Грызуны и биостратиграфия среднего и верхнего квартала Европейского Северо-Востока: автореф. дис. ... докт. г.-м. наук. Сыктывкар, 2020. 37 с.
2. Андреичева Л.Н., Пономарев Д.В. Лито- и биостратиграфия среднего неоплейстоцена на европейском северо-востоке // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2018. Т. 26. №5. С. 82–96.
3. Кочев В.А. Плейстоценовые грызуны северо-востока Европейской части России и их стратиграфическое значение. СПб.: Наука, 1993. 112 с.
4. Смирнов Н.Г. Разнообразие мелких млекопитающих Северного Урала в позднем плейстоцене и голоцене // Материалы и исследования по истории современной фауны Урала. Екатеринбург, 1996. С. 39–83.
5. Ponomarev D., Puzachenko A. Evolution of occlusal shape of the first and second upper molars of Middle-Late Pleistocene collared lemmings (*Diicrostonyx*, *Arvicolinae*, *Rodentia*) in northeast European Russia // *Boreas*. 2015. Vol. 44. P. 741–759.

6. Смирнов Н.Г., Головачев И.Б., Бачура О.П., Кузнецова И.А., Черпаков М.И. Сложные случаи определения зубов грызунов из отложений позднего плейстоцена и голоцена тундровых районов Северной Евразии // Материалы по истории и современному состоянию фауны севера Западной Сибири. Челябинск: Рифей, 1997. С. 60–90.

**Материалы по питанию речного голяна
заповедника «Вишерский»**

Н.Г. Баяндин¹, П.Б. Михеев^{1, 2}, Н.В. Костицына¹

¹ ПГНИУ

² ХабаровскНИРО

Аннотация. Приведены сведения по особенностям питания речного голяна в рр. Вишера и Сухая Лыпя.

Ключевые слова: речной голян, питание, непромысловые рыбы.

Речной голян *Phoxinus phoxinus* является мелкой непромысловой рыбой, однако играет важную биоценотическую роль, занимая определенное место в цепях питания речных сообществ. Его биология и экология в большинстве водоемов Пермского края, да и в целом по всей России, до сих пор является слабо изученной, что не позволяет оценить значение данного вида в этих экосистемах. В реках Пермского края обитает 2 вида голянов: это голян речной и озерный [1].

Одним из наиболее широко распространенных и многочисленных рыб в рр. Вишера и Сухая Лыпя является речной голян. Речной голян встречается в речных биотопах с песчано-илистым, песчано-каменистым донным субстратом и с хорошо выраженным течением.

Цель исследования – изучение особенностей питания речного голяна *Phoxinus phoxinus* на реках Вишера и Сухая Лыпя.

Река Вишера – один из основных крупных притоков реки Камы. Длина – 415 км, площадь водосборного бассейна – 31 200 км² [2]. Река Сухая Лыпя – является небольшим притоком р. Вишеры. Длина реки 15 км. Дно реки преимущественно песчано-илистое с присутствием небольшого количества макрофитов и коряг.

Сбор ихтиологического материала проводили в июне 2021 г. на территории заповедника «Вишерский». Рыбу отлавливали в прибрежье рек с песчано-каменистым донным субстратом и небольшим содержанием макрофитов вдоль берега. Вылов производили с помощью невода и малькового невода.

Весь собранный материал фиксировали 4%-ным раствором формалина, полный биологический анализ рыб производили в лабораторных условиях в соответствии с общепринятыми методами [3]. В лаборатории изымали из рыбы кишечный тракт и далее при помощи гидробиологического бинокуляра определяли объекты питания речного голяна [4, 5]. Всего было обработано 212 рыб.

Анализ содержимого кишечного тракта показал, что гольян имеет широкий спектр питания. В пищевом комке гольяна было отмечено 11 групп беспозвоночных организмов. В питании гольяна доминировали амфибиотические насекомые – хирономиды, ручейники, поденки, олигохеты, симулиды, веснянки. Хочется отметить, что почти в каждом кишечнике гольяна были найдены головные капсулы хирономид, а у одной рыбы в кишечнике было найдено 48 головных капсул хирономид, что позволяет предположить, что у гольяна есть определенная избирательность питания. Среди личинок хирономид были отмечены представители подсемейства *Diamesa*, родов *Cricotopus* и *Orthocladus* – типичных представителей песчаных и каменистых грунтов.

Кроме хирономид были обнаружены и другие представители двукрылых – личинки симулид (мошки), которые три из четырех периодов жизненного цикла проводят в воде [5].

С целью выявления связи между изучаемыми параметрами был применен корреляционный анализ в программе Past. Использован коэффициент линейной корреляции Пирсона. Построена корреляционная матрица, определена достоверность каждого коэффициента, недостоверные сведения из анализа исключены.

Метод корреляционного анализа был выбран для того, чтобы выявить возможную связь питания гольяна с характеристиками рыб (полом, возрастом, массой) и факторами среды обитания.

Корреляционный анализ показал наличие достоверной прямой связи между возрастом рыбы, скоростью потока ($r=0,3$; $p=0,0006$), в котором она держится, характером донного субстрата ($r=0,46$; $p=8,0859E=08$) на данном участке реки, численностью личинок ручейников ($r=0,33$; $p=0,0002$), олигохет ($r=0,3$; $p=0,0014$), комаров-звонцов ($r=0,45$; $p=0,0050$) в пищевом комке и массой пищевого комка ($r=0,5$; $p=2,1054E=09$). Можно сказать, что чем старше была рыба, тем больше она предпочитала держаться на грунтах с крупнообломочной фракцией и тем больше представителей указанных таксонов она потребляла и, в целом, интенсивнее питалась. Молодь держится на участках реки с медленным течением, взрослые формы предпочитают быстрины, где в бентосе больше олигохет и хирономид.

Также достоверная прямая связь выявлена между температурой воды и численностью личинок комаров-звонцов ($r=0,2$; $p=0,0222$) и веснянок ($r=0,21$; $p=0,0193$) в пищевом комке и общей массой пищевого комка ($r=0,23$; $p=0,0102$): рыбы начинали более интенсивно питаться при более высокой температуре.

Достоверная связь выявлена также между полом гольяна и численностью личинок ручейников ($r=0,2$; $p=0,0299$) и поденок ($r=0,2128$; $p=0,0176$) в пищевом комке: самки потребляют больше ручейников и поденок по сравнению с самцами.

Таким образом, обнаружена достоверная связь между возрастом гольяна, характером донного субстрата, над которым держится рыба, ее полом, интенсивностью питания и пищевым рационом.

Автор выражает благодарность доценту кафедры зоологии беспозвоночных и водной экологии А.Б. Крашенинникову за помощь в определении беспозвоночных в питании гольяна.

Библиографический список

1. Рыболовный словарь Прикамья. СПб.: Изд-во «Маматов». 216 с.
2. Располов П. Река Вишера. Путеводитель по рекам Вишера и Улс. Екатеринбург: Издательские решения, 2018. 408 с.
3. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). М.: Изд-во Пищ. пром-сть, 1966. 376 с.
4. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 5. Высшие насекомые / под общ. ред. С.Я. Ца-лолихина. СПб.: Наука, 2001. 825 с.
5. Янковский А.В. Определитель мошек (Diptera: Simuliidae). СПб: Зоол. ин-т РАН, 2002. 570 с.

Сравнительный анализ орнитофауны долин малых рек г. Перми
Т.С. Варушкина, Г.К. Матвеева
ПГНИУ

Аннотация. Изучен видовой состав птиц в долинах пяти малых рек, протекающих по территории г. Перми: Егошихи, Ивы, Данилихи, Гусьянки, Таложанки. Также проведен сравнительный анализ качественных и количественных характеристик орнитофауны, выявлено фаунистическое сходство исследованных долин.

Ключевые слова: орнитофауна, малые реки, сравнительный анализ.

Структура ландшафтов долин малых рек создает благоприятные условия обитания для многих видов позвоночных животных. При этом важная роль в биогенном круговороте веществ принадлежит орнитофауне этих местообитаний [1]. Город Пермь имеет развитую гидрологическую сеть, включающую около 300 малых рек. В настоящее время природные компоненты речных долин находятся на различных стадиях трансформации [2]. Однако в пределах антропогенной территории они составляют особую экологическую нишу, характеризующуюся обилием корма, отсутствием хищников, наличием мест для гнездования и ночевки [3]. Состав орнитофауны отражает особенности речных долин (протяженности, рельефа, растительности, степени антропогенной трансформации) и при достаточной изученности может служить индикатором для оценки экологического состояния долин малых городских рек [1].

Сбор материала проходил с октября 2020 г. по январь 2022 г. в долинах пяти малых рек г. Перми. Количественные учеты проводились по методике Ю.С. Равкина [4] на постоянных маршрутах, общая протяженность которых за три года исследования составила 228 км. В дальнейшем определялись доли отдельных видов по шкале А.П. Кузякина [5], экологические группы по классификации С.В. Сазонова [6], гнездовой статус на основе наблюдений и сезона пребывания вида в долине. В качестве показателей биоразнообразия и доминирования применялись индексы Шеннона-Уивера и Симпсона [7]. Для определения фаунистического сходства исследованных долин использовали коэффициент Жаккара [7], на основе которого проводился кластерный анализ в программе Statistica 10.

За весь период наблюдения было зарегистрировано 80 видов птиц, относящихся к 10 отрядам и 26 семействам. Наибольшее видовое и таксономическое богатство характерно для долин р. Егошихи (64 вида из 10 отрядов и 22 семейств) и р. Ивы (66 видов из 8 отрядов и 24 семейств),

частично протекающих по территории городских лесов. Несколько меньшее богатство выявлено для р. Данилихи (50 видов из 8 отрядов и 19 семейств), долина которой испытывает значительную антропогенную нагрузку со стороны городской застройки. Минимальное богатство наблюдалось в долинах р. Гусьянки (41 вид из 7 отрядов и 15 семейств) и р. Таложанки (36 видов из 5 отрядов и 11 семейств), которые являются притоками Егошихи и Ивы, соответственно, и имеют небольшую протяженность.

Соотношение экологических групп гнездящихся видов имеет сходные значения во всех долинах (рис. 1), однако для Егошихи, Ивы и Данилихи характерно наличие склерофильной группы и большая доля дендрофильных видов (62-63%) в отличие от долин с меньшей протяженностью и разнообразием условий.



Рис. 1. Экологические группы гнездящихся видов птиц.

В гнездовой период (первая половина лета) в долинах Ивы, Егошихи и Данилихи наблюдается равномерное распределение обилия (особ/км²) между видами, выраженное в низких значениях доминирования (рис. 2А), и наибольшее биоразнообразие (рис. 2Б). В долинах Гусьянки и Таложанки доминирование выше, а разнообразие ниже из-за небольшого числа видов, среди которых отдельные многочисленны.

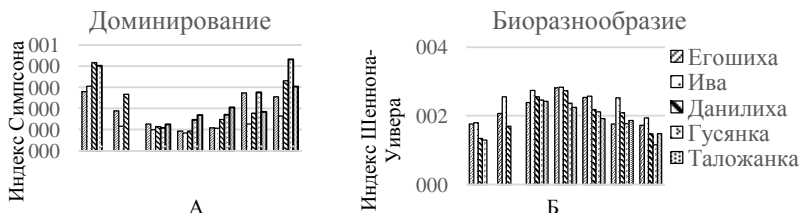


Рис. 2. Показатели доминирования и биоразнообразия в гнездовой период:
А – Индекс Симпсона; Б – Индекс Шеннона-Уивера.

Для гнездового периода были выделены доминантные виды: в долине Егошихи к ним относятся рябинник и большая синица; Ивы – краквя и рябинник; Данилихи – рябинник, большая синица и зяблик; Гусянки – рябинник и белобровик; Таложанки – рябинник.

Согласно результатам кластерного анализа (рис. 3), наибольшим фаунистическим сходством (71%) обладают долины Егошихи и Ивы, имеющие близкие биотопические условия, а наименьшим – Ивы и Таложанки (50%), являющейся ее притоком, что можно объяснить различной протяженностью и степенью трансформации этих долин.

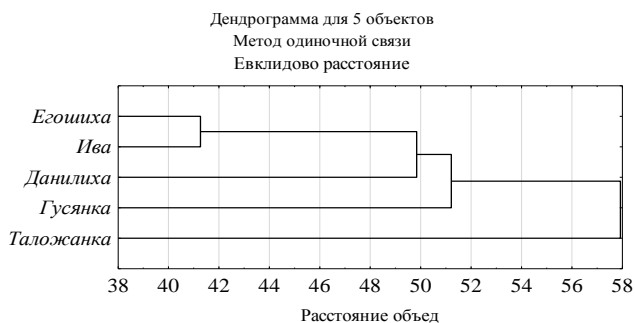


Рис. 3. Дендрограмма сходства орнитофауны долин малых рек (по коэффициенту Жаккара).

Таким образом, наибольшим фаунистическим сходством обладают долины Егошихи и Ивы, которые ввиду своих биотопических условий и значительной протяженности имеют большее видовое богатство, биоразнообразие, равномерное распределение обилия между видами и многообразие экологических групп.

Библиографический список

1. Лобачев Ю.Ю. Эколого-фаунистическая структура сообществ птиц экосистем долин малых рек севера Нижнего Поволжья: специальность 03.02.08 «Экология»: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Саратов, 2004. 18 с.
2. Кулакова С.А и др. Методические рекомендации по благоустройству долин малых рек города. Пермь, 2019. 16 с.
3. Шепель А.И., Матвеева Г.К. Птицы города Перми. Пермь: Книжный мир, 2014. 344 с.
4. Равкин Ю.С. К методике учета птиц в лесных ландшафтах // Природа очагов клещевого энцефалита на Алтае. Новосибирск, 1967. С. 66–75.

5. Кузякин А.П. Зоогеография СССР // Уч. зап. Моск. обл. пед. ин-та им. Н.К. Крупской. М. 1962. Т. 109. Вып. 1.

6. Сазонов С.В. Обновлённая классификация типов фауны и фаунистических групп птиц для запада евразийской тайги // Тр. Карельского науч. центра РАН, 2012. Вып. 1. С. 70–85.

7. Городничев Р.М. и др. Методы экологических исследований. Основы статистической обработки данных: учебно-методическое пособие. Якутск: Издательский дом СВФУ, 2019. 94 с.

**Экотопическая дифференциация амурского чебачка
Pseudorasbora parva в нативном ареале
по результатам морфологического анализа**

А.Б. Васёв¹, А.А. Белоусова¹, П.Б. Михеев^{1, 2}

¹ ПГНИУ

² ХабаровскНИРО

Аннотация. представлены результаты анализа морфологических признаков амурского чебачка разных биотопов р. Амур. Выявленные различия в морфологии рыб обследованных биотопов могут свидетельствовать об адаптации чебачка к локальным условиям обитания и могут указывать на потенциальное существование экологических форм вида в пойме и русле Амура.

Ключевые слова: амурский чебачок, морфологические признаки, экотопическая дифференциация.

Полиморфизм, или способность вида изменять свой фенотип в ответ на условия окружающей среды, является важной чертой, позволяющей организмам лучше приспосабливаться к новым или изменяющимся условиям окружающей среды [1, 2]. Амурский чебачок *Pseudorasbora parva* является одним из наиболее успешных и опасных инвазивных видов, чему способствует фенотипическая пластичность вида [3, 4]. Нативный ареал вида – Японские острова, бассейны рр. Амур, Луанхэ, Хуанхэ, Янцзы, северная часть Вьетнама, о-ва Тайвань и Хайнань [5, 6, 7]. Начав свою экспансию со второй половины прошлого века, к настоящему времени этот вид успешно натурализовался практически по всей Евразии. Поскольку инвазионный успех во многом определяется его экологической пластичностью, можно предположить существование экотопической дифференциации амурского чебачка в нативном ареале. Однако на данный момент данных об этом в литературе нет. Целью работы является изучение морфологической изменчивости амурского чебачка собранного в разнотипных биотопах в среднем течении р. Амур.

Для выявления потенциальных экотопических морф амурского чебачка методами морфологического анализа, сбор материала производился в пойменных и русловых биотопах р. Амур близ устья р. Бира (рис. 1).

Координаты места лова 48.130676, 133.213683. Отлов проводили ставными сетями с сечением ячеи 10 мм, длиной 30 м, высотой 1,5 м с застоем сети 2–3 ч. Даты лова 22.07.2021–29.07.2021, рыб фиксировали в 4% формалине. Морфологический анализ проводили согласно

методическим рекомендациям И.Ф. Правдина [8]. Промеры производили с помощью штангенциркуля опираясь на схему, представленную на рис. 2.

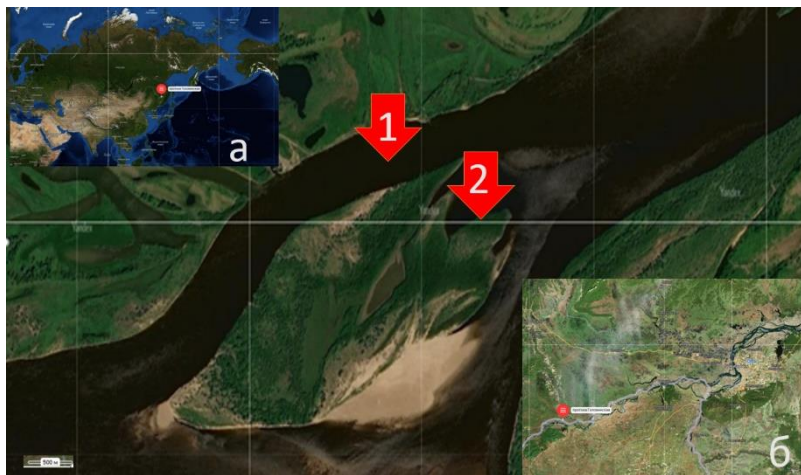


Рис. 1. Карта-схема мест сбора амурского чебака в бассейне Амура. Буквами (а, б) обозначены места сбора на карте мира и РФ соответственно. Стрелками обозначены биотопы, в которых происходил сбор материала (1 – русло, 2 – пойма) в масштабе 1:10 000.

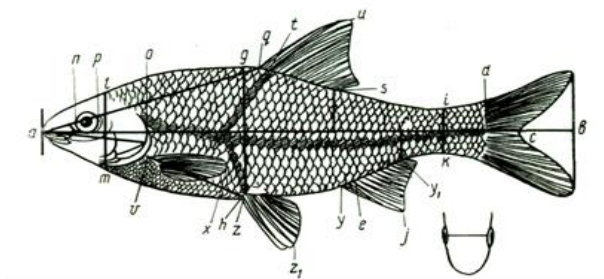


Рис. 2. Схема измерения карповых рыб: ab – длина всей рыбы; ac – длина по Смитту; ad – длина без С; ad – длина туловища; ap – длина рыла; пр – диаметра глаза (горизонтальный); ро – заглазничный отдел головы; ao – длина головы; lm – высота головы у затылка; gh – наибольшая высота тела; ik – наименьшая высота тела; aq – антедорсальное расстояние; rd – постдорсальное расстояние; fd – длина хвостового стебля; qs – длина основания D; tu – наибольшая высота D; yu1 – длина основания A; ej – наибольшая высота A; vx – длина P; zz1 – длина V; yz – расстояние между P и V; zy – расстояние между V и A.

Статистическая обработка данных и визуализация результатов происходила в программе RStudio (R Core Team, 2020). Проводили проверку данных на нормальность, при необходимости данные трансформировали, выборки сравнивали с использованием однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) и критерия Вилкоксона. Во всех функциях был использован стандартный уровень значимости ($p=0,05$).

Длина рыб, собранных в пределах поймы и русла р. Амур в среднем составила $62,8 \pm 0,69$ (min – 54,8, max – 77,5) мм и $69 \pm 0,69$ (min – 62,2, max – 78,3) мм, соответственно. В обоих случаях возраст особей составил 2+ лет. Рыбы были неполовозрелыми. Чебачок в пределах одного участка р. Амур из русловой части отличался от рыб из пойменных биотопов. Чебачок из русловой части имеет меньшее постдорсальное расстояние и длину хвостового стебля (рис. 3). В условиях поймы у чебачка ниже высота анального и брюшных плавников, а также меньше длина основания анального плавника (рис. 4).

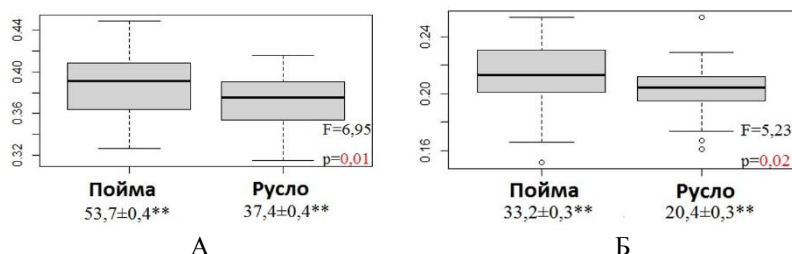


Рис. 3. Отличия постдорсального расстояния (А) и длины хвостового стебля (Б) у чебачка из пойменной и русловой части р. Амур. F – значение критерия ANOVA; p – уровень значимости; ** – среднее значение ошибки среднего, красным выделены значения уровня значимости.

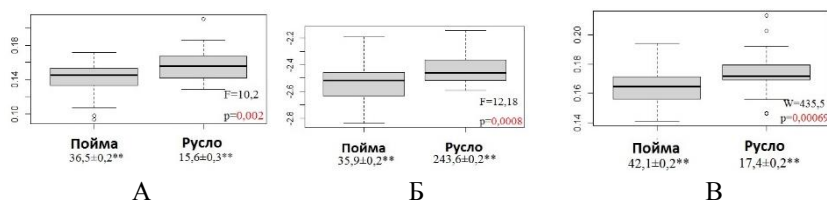


Рис. 4. Отличия высоты анального (А) и брюшных плавников (Б), а также длины основания анального плавника (В) у чебачка из пойменной и русловой части р. Амур. F – значение критерия ANOVA; p – уровень значимости; ** – среднее значение ошибки среднего; W – значение критерия Уилкоксона, красным выделены значения уровня значимости.

Выявленные различия в морфологии рыб обследованных биотопов могут свидетельствовать об адаптации чебачка к локальным условиям обитания и могут указывать на потенциальное существование экологических форм вида в пойме и русле Амура. Изменчивость морфотипа в совокупности со способностью переносить дефицит кислорода и летние высокие температуры воды, высокой плодовитостью и охраной потомства, устойчивостью к загрязнениям и трофической пластичностью, может являться предпосылками для успешности инвазии амурского чебачка [3, 9]. Поскольку наши результаты получены на основе разовых сборов, необходимо продолжение работы для выявления пространственно–временной изменчивости экопической дифференциация амурского чебачка в нативном ареале.

Библиографический список

1. Uller T. Developmental plasticity and the evolution of parental effects. *Trends in Ecology & Evolution*, 2008. 23, 432–438.
2. Burton T. & Metcalfe N.B. Can environmental conditions experiences in early life influence future generations? *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 2014. 281, 20140311.
3. Gozlan R.E., Andreou D., Asaeda T., Beyer K., Bouhadad R. et al. Pan-continental invasion of *Pseudorasbora parva*: towards a better understand fish invasions. *Fish and Fisheries*, 2010. 11: 315-340. doi:10.1111/j.1467-2979.2010.00361.x
4. Самые опасные инвазионные виды России (ТОП-100) / ред. Ю.Ю. Дгебуадзе, В.Г. Петросян, Л.А. Хляп. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2018. 688 с.
5. Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. М.; Л.: Изд-во АН СССР. 1949. Т. 2 С. 469–929.
6. Никольский Г.В. Рыбы бассейна Амура. М.: Изд-во АН СССР, 1956. 551 с.
7. Аннотированный каталог круглоротых и рыб континентальных вод России // под ред. Ю.С. Решетникова. М.: Наука, 1998.
8. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. Изд. 4-е доп. М.: Пищев. пром., 1966. 376 с.
9. Consuegra R. M., de Leaniz C.G. Trophic Plasticity of the Highly Invasive Topmouth Gudgeon (*Pseudorasbora parva*) Inferred From Stable Isotope Analysis. *Front. Ecol. Evol.* 2020. 8:212. doi: 10.3389/fevo.2020.00212.

Краткие результаты наблюдений за зимующими сивучами (*Eumetopias jubatus*) в черте г. Петропавловск-Камчатский в 2020–2021 гг.

Е.С. Васюков^{1, 3}, А.Д. Кириллова¹, В.Н. Бурканов^{1, 2}

¹ Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН

² Национальная лаборатория по изучению морских млекопитающих, Аляскинский научный центр рыболовства, Сизтл, США

³ ФГБОУ ВО «КамГУ им. Витуса Беринга»

Аннотация. В статье рассмотрены основные характеристики зимующей группировки сивучей в черте г. Петропавловск-Камчатский.

Ключевые слова: сивуч, мониторинг, г. Петропавловск-Камчатский.

Сивучи впервые стали наблюдаться в акватории Авачинской бухты с 1970-х, вначале были одиночные самцы, преследующие рыбопромышленные суда. С 1991 г. образуют первое береговое лежбище в черте города. Дальнейшее освоение сивучами бухты постоянно меняется и нуждается в наблюдениях.

Цель работы – мониторинг зимующей группировки сивуча в черте г. Петропавловск-Камчатский. Поставлены задачи: определение мест концентрации животных и определение численности, половозрастной и миграционной характеристики группировки.

Исследования проводились на городских зимних лежбищах г. Петропавловск-Камчатский в период с 14.09.2020 по 18.04.2021 на участках: бухта Моховая; м. Чавычий; м. Сигнальный и Морвокзал. Всего было выполнено 40 учетов. Для анализа использованы 33 полных учета (все три участка). Использовались визуальный и авиафотоучет. При визуальном учете дистанция от наблюдателя до лежбища составляла 20–300 м, использовались бинокль «Nikon Monarch» 10x42 и фотоаппарат «Canon 7D» со съемными объективами «Tamron» 100–400mm. При аэрофото-съемке использовался дрон «DJI Phantom 4 Pro». Обработка данных в программе «PhotoCount.2v.exe».

В начале наблюдений все животные были представлены секачами и единичными полусекачами, которые массово подошли к 21 ноября и стали составлять около 40% от всех животных. Дальнейшая динамика половозрастных групп определяется и соответствует срокам ухода и прихода с мест размножения. Пик численности 18 декабря 2020 г. 141 особь (рис. 1), что в сравнении прошлых исследований [1, 2, 4] говорит о планомерном снижении численности.

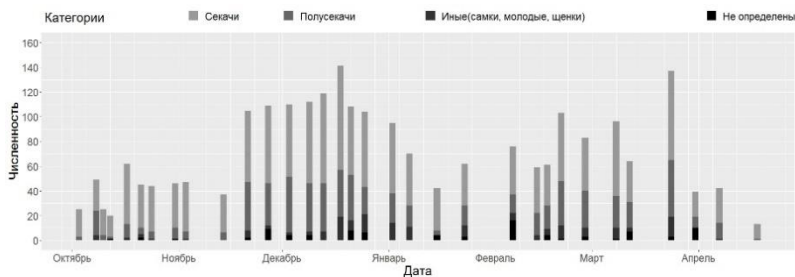


Рис. 1. Динамика численности сивуча в сезон 2020–2021 гг.

Численность животных на м. Чавыча от всех трех лежбищ составляет в % (min=52; max=100; Me=89), что делает его наиболее многочисленным. Моховая (min=0; max=33; Me=5), м. Сигнальный (min=0; max=40; Me=4). Такое распределение объясняется возможностью м. Чавыча физически разместить такое количество животных для отдыха. На другие участки животные приходят только при кормлении.

Всего было 309 регистрации тавро, среди которых выявлено 46 тавренных: 5 полусекачей, 1 самка, 1 молодой, 1 сеголеток и 38 взрослых самцов. Большая часть прибыла с камня Козлова – 19 животных (41%), остальные с о. Анциферова – 9 экз. (20%), о. Медный – 8 экз. (17%), о-ва Ловушки – 3 экз. (7%), о. Райкоке – 4 экз. (9%), о-ва Ямские – 1 экз. (2%), о. Брат Чирпоев – 1 экз. (2%) и о. Тюлений – 1 экз. (2%). В сравнении с предыдущими исследованиями [3, 4, 5] отсутствовали с о. Среднева и о. Угамак (США) (рис. 2).

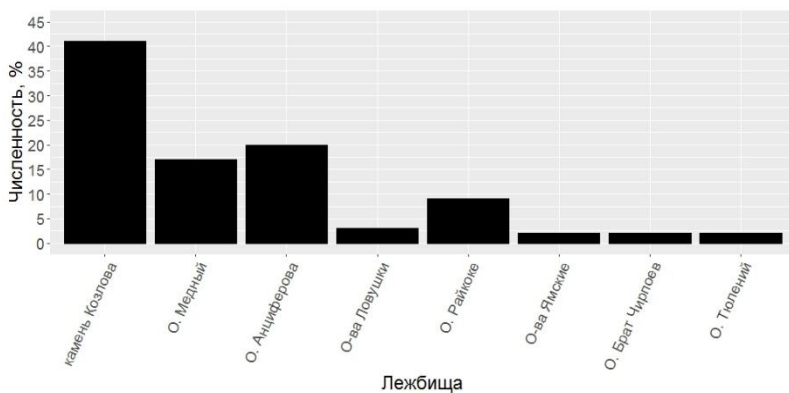


Рис. 2. Распределение зимующих сивучей по natalным лежбищам.

Мертвых животных не обнаружено. Однако у секача с тавром «К 273» (17) лет стали наблюдаться признаки резкого истощения. После 18 декабря 2020 г. более не наблюдался. Возможно летален. При анализе группировки, было выявлено, что наиболее многочисленны 9-летки – 20% от общего числа животных, 11-ти, 13-ти и 17-ти летки составляют по 11%. Остальные возраста по 2–7%. Среднее значение по возрасту 11,4 лет (Me=11,5). Отмечается самка «Y227» 24 года и сеголеток «173Y».

В период наблюдений 14.09.2020–18.04.2021 нами были получены данные состояния зимующих сивучей в Авачинской бухте г. Петропавловск-Камчатский. Численность плавно снижается (пик 141 особь на 18.12.2020). В то время как состав группировки соответствует ранним исследованиям за исключением животных с о. Угамак и о. Среднева. Преобладают взрослые самцы 9–19 лет.

Библиографический список

1. Баянов А.Ю., Корнев С.И. Образование нового берегового лежбища сивучей (*Eumetopias jubatus*) в г. Петропавловске-Камчатском // сб. науч. тр. по матер. V Междунар. конф. «Морские млекопитающие Голарктики» (Одесса, Украина, 14–18 октября 2008 г.). Одесса: Астропринт. 2008. С. 62–64.
2. Вертянкин В.В., Никулин В.С. Залегка сивучей (*Eumetopias jubatus*) в черте города Петропавловска-Камчатского // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: докл. V науч. конф. Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатНИРО. 2004. С. 8–9.
3. Никулин В.С., Корнев С.И., Есина В.П., Бурканов В.Н. Новые сведения о сивучах *Eumetopias jubatus*, зимовавших в Авачинской бухте в сезоне 2012/13 г. // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей : тез. докл. XIV межд. науч. конф. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. 2013. С. 246–249.
4. Никулин В.С., Корнев С.И., Вертянкин В.В., Есина В.П., Бурканов В.Н. Результаты мониторинга сивучей (*Eumetopias jubatus*), зимовавших в Авачинской бухте в 2001–2012 гг. // Исслед. водных биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана: Сб. науч. тр. КамчатНИРО, 2013. Вып. 28. С. 17–35.
5. Никулин В.С., Корнев С.И., Бурканов В.Н. Распределение и численность зимующих сивучей (*Eumetopias jubatus*) в Авачинской бухте // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: докл. XIV науч. конф. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2013. С. 97–105.

Морфологические изменения в поджелудочной железе при вирусном перитоните кошек

С.В. Волков, М.П. Понятов

Пермский ГАТУ

Аннотация. В статье представлено описание патологических процессов в поджелудочной железе при вирусном перитоните кошек. Проведена сравнительная дифференциация с изменениями при бактериальном перитоните у кошек.

Ключевые слова: коронавирус, перитонит, панкреатит.

Введение. Количество животных в городах за последние 3 года увеличивается до критических уровней и становится серьезной социальной аномалией, главным образом, из-за отсутствия должной культуры и требований в разведении животных, пренебрежения элементарными нормами общественного порядка и городской санитарии [1].

Одной из важных и острых проблем городов на сегодняшний день остается загрязнение окружающей среды возбудителями болезней. Интенсивная урбанизация территорий, рост численности бродячих и домашних животных способствуют распространению инфекционных и инвазионных заболеваний среди животных и человека [2].

За последние 3 года увеличивается количество кошек инфицированных энтеральным коронавирусом. Это связано в первую очередь с отсутствием вакцины от данного вируса [3]. Все чаще люди стали заводить породистых кошек, приобретённых в крупных питомниках, в большинстве которых, какими бы они хорошими не были, прогрессирует коронавирусная инфекция. Наряду с увеличивающимся количеством животных с коронавирусной инфекцией, ветеринарные врачи все чаще сталкиваются с инфекционным перитонитом, что также связано с определенными критериями содержания кошек – скученное содержание, смена места обитания, рациона питания и т.п. Инфекционный перитонит в свою очередь вызывается мутирующим энтеральным коронавирусом кошек в виду его склонности к спонтанным рекомбинациям и мутациям, что приводит к изменениям патогенности и тропизма [4].

Актуальность. Патологоанатомическая диагностика играет важную роль в прижизненной и посмертной постановке окончательного диагноза. На сегодняшний день в литературных источниках патологические изменения внутренних органов при инфекционном перитоните кошек ограничиваются описанием кишечника. Реже описание патологических изменений характеризуются диффузным полисерозитом,

гиперплазией мезотелия, фокальным некрозом паренхимы внутренних органов (печень, почки, селезенка) [5]. Изменения в поджелудочной железе либо не описаны совсем, либо носят общий характер.

Цель работы: установить патологические изменения в поджелудочной железе при вирусном перитоните кошек

Задачи: провести дифференциацию патологических процессов в поджелудочной железе при вирусном и бактериальном перитоните у кошек.

Материалы и методы.

Исследования проводились на кафедре инфекционных болезней ФГБОУ ВО «Пермский ГАТУ». Материал для исследования – некропсийные биоптаты поджелудочных желез, получены от 6 кошек с подтвержденным бактериальным и вирусным перитонитом.

Гистологическое исследование микропрепаратов проводилось сле-
пым методом с последующим сопоставлением результатов.

Результаты и обсуждения. Во всех препаратах нами выявлены мор-
фологические признаки хронического перитонита. При бактериальном перитоните нами выявлен скудный перидуктулярный лимфоцитарный инфильтрат. В редких случаях выявлены очаги нейтрофильной инфильтрации протоков с наличием бактерий. При этом степень воспаления в протоках более выражена, по сравнению с воспалением окружающей паренхимы (рис. 1а).

При инфекционном перитоните кошек выявлена диффузная обильная нейтрофильная инфильтрация паренхимы железы, проходящая вдоль междольковых перегородок, окружая области некроза с большим количеством макрофагов, а также нейтрофильный инфильтрат (рис. 1б). Данный факт объясняется тем, что вирус поражает энтероциты, а позднее распространяется путем моноцит-связанной виремии [5].

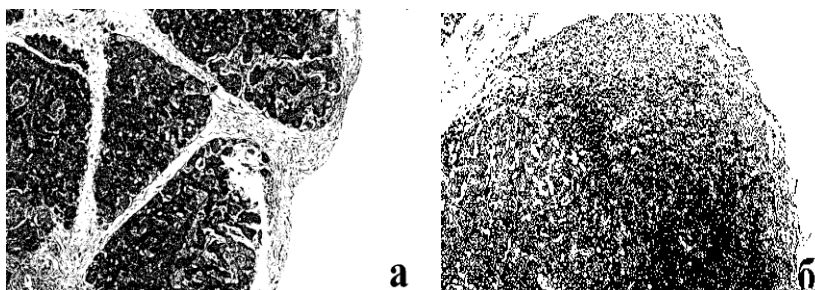


Рис. 1. Патологические изменения в поджелудочной железе при
а) бактериальном перитоните; б) вирусе перитонита кошек.

Проведенное исследование подтверждает, что при инфекционном и бактериальном перитоните кошек в поджелудочной железе помимо общих признаков хронического панкреатита, происходят и специфические резко отличающиеся изменения. Кроме того, детальное обследование всей поджелудочной железы при вирусном перитоните выявило даже очень легкие поражения, которые не давали клинических признаков хронического панкреатита при жизни животных. Это также подтверждается литературными данными, в которых были обнаружены несоответствия между клиническими и патологическими проявлениями хронического панкреатита при проведении общего осмотра животных и гистологического исследования биоптатов поджелудочной железы.

Заключение. Выявлено, что при перитоните, вызванном вирусом перитонита кошек, в поджелудочной железе развивается гранулематозное воспаление, в то время как при бактериальном происходит лимфатическая инфильтрация паренхимы железы.

Библиографический список

1. Шабейкин А.А., Филимонова А.Д., Паршикова А.В. и др. Распространенность коронавирусной инфекции кошек в условиях мегаполиса // Аграрная наука. 2019. № 10. С. 16-19.
2. Ерофеева В. В., Доронина Г. Н., Родионова О. М., Костина А. А. Социально-экологические аспекты распространения антропозоонозов // Современные проблемы науки и образования. 2019. № 4. С. 68.
3. Джавадов Э. Д., Петрова О. Г., Ивашкина Л. Н. и др. Коронавирусы у животных и человека // БИО. 2020. № 5(236). С. 16-27.
4. Барсегян Л. С., Сухарев О. И., Куликов Е. В. Инфекционный вирусный перитонит кошек (обзор литературы) // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. 2015. № 1(25). С. 16-23.
5. Kulikov E. V., Vatnikov Y. A., Sakhno N. V. et al. Pathologico-anatomical characteristics of feline infectious peritonitis // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2017. № 4(64). P. 270-280.

Отдаленные метастазы конъюнктивальной меланомы у кошки на примере клинического случая

С.В. Волков, П.С. Носова

Пермский ГАТУ

Аннотация: Описаны результаты ультразвуковой диагностики метастазов конъюнктивальной меланомы в яичниках у кошки. На примере конкретного случая подтверждено агрессивное течение данного вида меланомы.

Ключевые слова: Конъюнктивита, меланома, метастаз.

Введение. Злокачественные опухоли все чаще обнаруживают у молодых животных. Редкие онкологические заболевания стали встречаться намного чаще, а их течение становится все более агрессивным. Рак – это генетическая болезнь, вызываемая соматическими мутациями в онкогенах и генах-супрессорах опухолевого роста. Нельзя недооценивать роль среды в канцерогенезе. Под средой мы понимаем участие большого числа агентов различных типов – пищи, естественного и искусственного излучения, химических веществ и вирусов [1]. Меланома – опухоль, развивающаяся из меланоцитов – пигментных клеток, продуцирующих меланин [2].

Меланома конъюнктивы кошек достаточно редкая опухоль и составляет около 2% от всех злокачественных опухолей придаточного аппарата глаза [3]. Чаще всего данный вид опухоли локализуется в области открытой глазной щели, которая подвержена ультрафиолетовому облучению [4]. Усугубляет прогноз тот факт, что меланома быстро метастазирует лимфогенным и гематогенным путем в лимфоузлы и отдаленные внутренние органы [5].

Актуальность: метастазирование конъюнктивальной меланомы кошек малоизучено, так, в литературных источниках описано всего 3 случая, диагностированных у кошек в 1988, 1995 и в 2008 годах [3].

Цель и задачи данного исследования: изучить особенность метастазирования конъюнктивальной меланомы кошек на примере клинического случая.

Материалы и методы. Исследования проводились на кафедре инфекционных болезней Пермского ГАТУ и в ветеринарной клинике «Единорог» г. Пермь. Объектом исследования была беспородная кошка в возрасте 5 лет окраса колор-пойнт. Ультразвуковое исследование внутренних органов и глаза животного проводилось на аппарате CHISON Qbit 8 (Китай), соответственно линейным и микроконвексным датчиком с применением доплерографии.

Результаты исследований и обсуждения. После клинического и ультразвукового подтверждения наличия новообразования глаза у кошки была проведена энуклеация глазного яблока с последующим гистологическим анализом. По результату гистологического исследования установлен диагноз атипичная меланома конъюнктивы, инфильтрирующий рост.

Перед хирургическим вмешательством было проведено ультразвуковое исследование органов брюшной полости на предмет наличия метастазов, по результату которого патологий внутренних органов, как и наличия в них метастазов не выявлено. Стоит отдельно остановиться на результате ультразвукового исследования глаза. Опухоль глаза была представлена гипохогенным новообразованием с ровными и четкими краями, размером 1 см (рис. 1.). Проведенной доплерографией установлена обильная васкуляризация (рис. 2) опухоли, что стало причиной отказа от предварительного цитологического метода исследования новообразования.

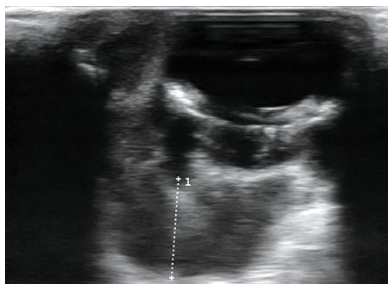


Рис. 1. УЗ изображение новообразования глаза.

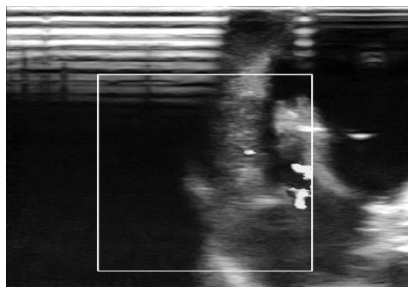


Рис. 2. Допплерография новообразования глаза.

Во время планового повторного осмотра животного через месяц владельцем обращено внимание врача на постоянные болевые ощущения (постоянные крики, не дает дотрагиваться), судороги, анорексию и затрудненная дефекация у кошки.

Проведено контрольное УЗИ органов брюшной полости, по результату которого выявлены крупные метастазы яичников, расположенные краниальнее правой почки и каудальнее мочевого пузыря. Данные метастазы представляли из себя округлые гипохогенные образования, с обильной васкуляризацией, состоящие из отдельных изолированных друг от друга полостей, каждая из которых заполнена неоднородным гиперэхогенным содержимым (рис. 3, 4).

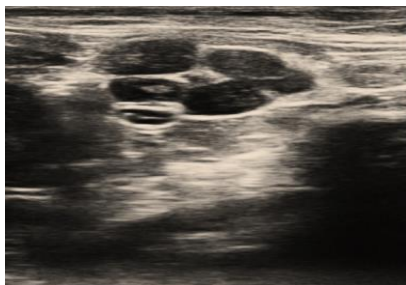


Рис. 3. УЗ изображение метастазов в правом яичнике.

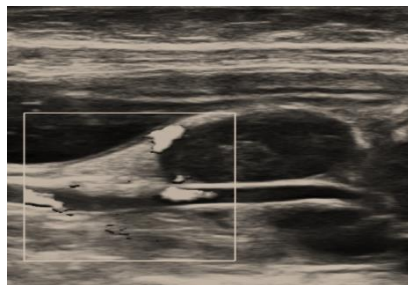


Рис. 4. Допплерография метастаза левого яичника.

Подводя итоги, согласно литературным данным и конкретного случая сделаны следующие выводы и предложения.

1. Конъюнктивальная меланома у кошек отличается крайне агрессивным течением с быстрым метастазированием в отдаленные органы.

2. Все новообразования конъюнктивы, должны быть удалены в кратчайшие сроки с соблюдением правил абластики и антибластики.

Библиографический список

1. Милевски И. Опухоль и окружающая среда. Влияние радиации, химических канцерогенов на развитие опухоли. 2021. URL: https://meduniver.com/Medical/genetika/rak_i_okrugaiuchaia_sreda.html (дата обращения 24.03.2022).
2. Фрадкин С.З., Залуцкий И.В. Меланома кожи: Практическое пособие для врачей. Минск, 2000. 221 с.
3. Payen G., Estrada M., Clerc B., Chahory S. A case of conjunctival melanoma in a cat // *Veterinary Ophthalmology*. 2008. №11. P. 401–405.
4. Андрейченко А.М., Можева Т.А. Рецидивирование и локальное лимфогенное метастазирование меланомы конъюнктивы // *Опухоли головы и шеи*. 2017. Т. 7. №1. С. 26–30.
5. Michelle Willis A., Wilkie D.A. Ocular oncology // *Clinical. Technics Small Animal Practical*. 2001. №16. P. 77–85.

Морфометрические характеристики моевки *Rissa trydactyla* птичьих базаров Баренцева моря

Н.А. Зуев

ПГНИУ

Аннотация. На основании данных, полученных на территории национального парка «Русская Арктика» в ходе комплексной экспедиции «Открытый Океан: Архипелаги Арктики – 2021», посвященной изучению миграций морских птиц в колониях Баренцева моря, были выявлены особенности изменчивости некоторых морфометрических характеристик моевки.

Ключевые слова: Баренцево море, морфометрические параметры, моевка.

Введение. Морские птицы – это важный элемент морских экосистем. Изменения в их популяционной динамике уже на ранних стадиях могут отражать сдвиги, происходящие на нижних трофических уровнях, делая их удобными индикаторами изменений морской среды [1]. Детальное изучение морских колониальных видов птиц Баренцева моря – задача особенно актуальная в свете интенсивного рыболовства и загрязнения вод при добыче и транспортировке нефти и газа на акватории моря [2].

Моевка, как одна из самых массовых колониальных птиц Баренцева моря, является отличным «модельным» видом для разностороннего изучения в условиях быстро изменяющейся среды обитания.

Материалы и методы. Данная работа посвящена изучению морфометрических характеристик моевки с трех птичьих базаров Баренцева моря: мыса Крутик (Восточный Мурман), о. Богатый (Новая Земля) и о. Западный Нортбрук (Земля Франца-Иосифа) (рис. 1). Исследование проводили в июне-июле в 2021 году.



Рис. 1. Район исследования: 1 – Восточный Мурман, 2 – о. Богатый, 3 – о. Западный Нортбрук, 4 – губа Безымянная.

Работы проводили на колониях моевок. Отлов птиц на гнездах производили 7-ми метровой удочкой, на конце которой находилась петля. У отловленных птиц производили замеры головы, клюва и цевки с помощью штангенциркуля с точностью до 0.1 мм. Крыло измеряли фиксированной линейкой с точностью до 1 мм в выпрямленном и расправленном положении. Взвешивание проводили на электронных весах с точностью до мг.

Результаты и обсуждение.

Всего в 2021 г. было исследовано 83 взрослых особей моевок, в том числе 15 на Восточном Мурмане, 54 – Новой Земле, 14 – Земле Франца-Иосифа. Данные, собранные авторами в 2021 году, а также данные, собранные Ю.В. Красновым и Н.Г. Николаевой [4] в тех же районах в период с 1983 по 1996 год представлены в таблице 1.

Проведенные ранее исследования географических вариаций признаков у моевок продемонстрировали наличие северо-южного клина по некоторым параметрам тела [5]. Было установлено, что у моевок, гнездящихся вдоль побережья Норвегии, существует общая тенденция к росту высоты клюва, длины головы и крыла с изменением широты местности. Представленные в таблице данные показывают, что у баренцевоморских моевок есть тенденция к увеличению размеров крыла на северных территориях. Однако в отношении других параметров такой тенденции выявить не удалось. Более того, размеры головы у новоземельских моевок несколько меньше при статистически достоверных различиях. Изменение массы птиц более существенны. Так, например, масса моевок уменьшалась с увеличением широтности гнездования в период с 1983 по 1996 год, тогда как данные, полученные в 2021 году, говорят об обратном: чем севернее расположена колония, тем больше масса птиц.

Таким образом, мы можем увидеть, что при относительной стабильности важнейших промеров моевок, наблюдаются существенные вариации в массе птиц. Изменения данного параметра связаны, скорее всего, с изменениями кормовой базы, так как мойва – основной кормовой объект моевок, считается одним из важнейших видов в пелагическом комплексе баренцевоморских рыб. Резкое увеличение вылова мойвы в XX веке в неблагоприятные для нее периоды привело к кризисному состоянию стада рыб и экосистемы в целом. После катастрофического снижения запасов мойвы в середине 80-х годов ее промысел был прекращен. В дальнейшем промысел возобновился, но неоднократно прекращался в связи с депрессивным состоянием запасов [2], последний запрет вводили с 2019 по 2021 годы. Тем не менее, исходная численность запасов мойвы не восстановилась, а при том, что данная рыба является короткоцикловой, можно ожидать периодических депрессий численности мойвы, а также не только вариаций по массе у потребителей этой рыбы – моевок, но и колебаний численности данного вида в пределах Баренцева моря [2, 3].

Таблица 1

**Размеры и масса моевок,
гнездившихся в разных районах Баренцева моря**

Показатели	Восточный Мурман		Новая Земля		Земля Франца-Иосифа	
	1983-1996* (n=527)	2021** (n=15)	1983-1996* (n=15)	2021** (n=54)	1983-1996* (n=30)	2021** (n=14)
Длина головы (мм)	91,9±0,1	91,9±0,8	90,6±0,5	90,88±0,4	92,9±0,6	-
Цевка (мм)	34,7±0,2	35,4±0,3	34,9±0,3	34,5±0,2	35,0±0,3	-
Длина крыла (мм)	316,4±0,4	315,3±1,9	320,0±1,4	317,4±1,2	318,7±1,4	-
Масса (г)	431,4±1,9	430±8,9	422,0±8,2	434,9±6,8	386,0±0,1	462±10,5

Примечание: * – Краснов Ю.В., Николаева Н.Г. (1998), ** – наши данные.

Выводы

Основные линейные параметры у моевок из трёх изученных колоний в течение последних 40 лет остаются достаточно стабильными. Есть тенденция к большей длине крыла у птиц северных территорий. Масса птиц с 1983 по 2021 годы подвержена значительным колебаниям: у моевок из колоний южных районов Баренцева моря в течение рассматриваемого периода она практически не меняется, в то время как масса птиц из восточных районов незначительно, а северных колоний (островов северных архипелагов) существенно увеличилась (на 16%).

Автор выражает глубокую благодарность руководителю экспедиции, к.б.н. М.В. Гаврило (ААНИИ), сотруднику ММБИ А.В. Ежову за предоставленный материал, экипажу судна «Alter Ego» за всестороннюю поддержку.

Библиографический список

1. Белопольский Л.О. Экология морских колониальных птиц Баренцева моря. М.; Л.: Изд-во АН СССР. 1957. 460 с.
2. Боханов Д.В., Лайус Д.Л., Моисеев А.Р., Соколов К.М. Оценка угроз морской экосистеме Арктики, связанных с промышленным рыболовством, на примере Баренцева моря. М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF). 2013. 108 с.
3. Ежов А.В. Реакция моевок (*Rissa tridactyla*) и кайр (*Uria aalge* и *U. lomvia*) мурмана на многолетнюю нестабильность кормовой базы в баренцевом море // Вестник ТвГУ. Серия «Биология и экология», №1(53). 2019. С. 72–82.

4. Краснов Ю.В., Николаева Н.Г. Итоги комплексного изучения биологии моевки в Баренцевом море // Биология и океанография Карского и Баренцева морей (по трассе Севморпути). Апатиты: Изд. КНЦ РАН. 1998. С. 180–260.

5. Barrett R.T., Bakken V. Movements of Kittiwakes *Rissa tridactyla* ringed in Norway // Ringing, Migration. 1997. Vol. 18. P. 25–32.

Изменчивость биологических характеристик речного голяна в реках заповедника «Вишерский»

Э.Ш. Иманаев¹, П.Б. Михеев^{1, 2}, М.А. Бакланов¹

¹ ПГНИУ

² ХабаровскНИРО

Аннотация. Приведены сведения об особенностях экологии и биологии речного голяна в бассейне р. Вишеры. Возраст рыб в пробах составил от 1+ до 8+ лет. Половой состав характеризуется либо равным соотношением полов, либо преобладанием самцов.

Ключевые слова: речной голян, возраст, коэффициент зрелости.

Предпочтение речным голяном чистых и холодных вод, насыщенных кислородом [1], делает его индикатором чистоты воды и экологической обстановки. Речной голян в нашем регионе почти не изучен, имеются только фрагментарные данные [2–4], что делает актуальным изучение этого массового вида. Цель исследования – изучение экологических и биологических характеристик речного голяна в бассейне Верхней Вишеры.

Сборы материала проводились в Красновишерском районе в заповеднике «Вишерский» на двух участках по рр. Вишере и Сухой Лыпье с 8 по 23 июня 2021 г. На первом участке сбора материалов были взяты пробы в I, II, III локациях, на 2 участке – в IV локациях (табл. 1).

Таблица 1

Описание локаций сбора проб речного голяна

Локация	t воды °С	Скорость течения, м/с
I – Коса на р. Вишере	13	0,2
II – Заводь на р. Вишере	17	0,14
III – р. Сухая Лыпья	7	0
IV – р. Вишера в р-не 71 кв.	11	0,4

Всего в лабораторных условиях было обработано 212 рыб. Все пойманные рыбы фиксировались в формалине и обрабатывались в лабораторных условиях по стандартным методикам [5, 6]. У каждой особи измерялась длина и масса, определялся пол и у крупных особей определялась масса гонад. Для ряда рыб из каждой размерной группы проведено определение возраста по шлифам отолитов.

Анализ возраста показал, что в пробах встречались особи от 1+ до 8+ лет. В первых 3 локациях преобладали рыбы 4+ лет, а в 4 локациях – 5+ лет. В 2 верхних локациях по р. Вишере отмечено больше рыб младших

возрастов, тогда как на р. Вишере в районе 71 квартала преобладали старшевозрастные рыбы, в том числе одна особь с максимальным возрастом. В р. Сухая Лыпя преобладали особи от 2+ до 4+ лет (рис.).

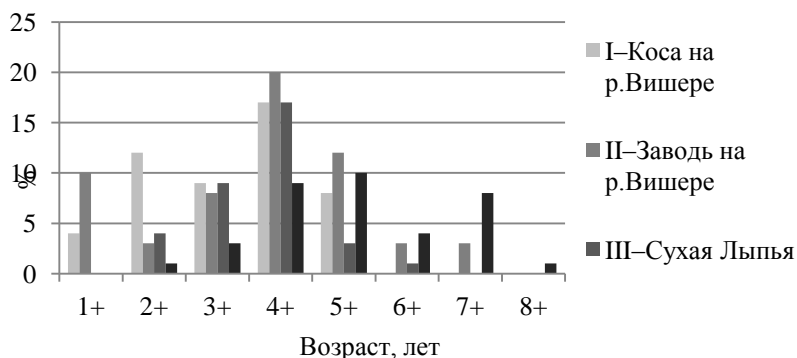


Рис. Возрастной состав сравниваемых выборок речного гольяна.

Длина особей во всех возрастных группах варьировала от 19 до 82 мм, масса – от 0,08 до 8,84 г. Для рыб наиболее массовых возрастных групп от 3+ до 5+ лет проведено сравнение линейно-массовых параметров по критерию Манна-Уитни. Сравнение показало, что достоверные отличия отмечены лишь в 4 случаях как по длине, так и по массе рыб (табл. 2). В возрасте 3+ лет особи из 3 локации крупнее, чем из 1 локации по массе и длине, а в возрасте 4+ лет особи из 4 локации крупнее чем во всех остальных.

Таблица 2

**Сравнение линейно-массовых параметров гольяна
из разных локаций (I-IV) по коэффициенту Манна-Уитни
(приведен р-уровень)**

Признак	Возраст, лет	I-II	I-III	I-IV	II-III	II-IV	III-IV
Длина	3+	0,1376	0,0130	0,1556	0,0612	0,475	0,6985
	4+	0,3889	0,3581	0,0180	0,9862	0,0009	0,0013
	5+	0,7573	0,5959	0,4447	0,5791	0,5317	0,2616
Масса	3+	0,1777	0,0030	0,2673	0,0541	0,4750	0,7115
	4+	0,2406	0,5933	0,0021	0,6585	0,0005	0,0017
	5+	0,9385	0,7595	0,1200	0,8286	0,1563	0,7998

В половом составе выборки из двух верхних локаций наблюдается практически равное соотношение полов тогда, как в 3 и 4 локациях незначительно преобладали самцы. В целом наблюдается, как у других карповых рыб, увеличение доли самок в старшевозрастных группах.

Во всех выборках коэффициент зрелости у самок колебался от 0,4 до 19,1%. При этом в разных возрастных группах и разных локациях наблюдалось существенное варьирование данного показателя, что связано с порционным нерестом данного вида. Наибольшими коэффициентами зрелости характеризовались самки из р. Сухая Лыпя, которая характеризовалась наименьшей температурой воды. Очевидно, они не выметали порцию икры, которая уже была выметана у особей данного возраста в р. Вишере. У самок голяна из локаций в самой р. Вишере более высокий коэффициент зрелости отмечен в самой южной локации – в районе 71 квартала, что может быть обусловлено созреванием уже следующей порции икры.

У самцов выраженных закономерностей изменения коэффициента зрелости в обследованных локациях не прослеживается.

В результате исследования показан относительно большой возрастной ряд речного голяна в р. Вишере – отмечены особи возрастом до 8+ лет. Половой состав характеризуется либо равным соотношением полов, либо незначительным преобладанием самцов. Особи в самой южной выборке характеризуются достоверно более крупными размерами. Коэффициент зрелости самок характеризуется существенным варьированием из-за порционного нереста.

Библиографический список

1. Цепкин Е.А. *Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758) – обыкновенный голян // Атлас пресноводных рыб России. Т. 1. М.: Наука, 2003. С. 301–302.
2. Абатурова А.Н. Некоторые экологические особенности речного голяна в Прикамье // Экология: проблемы и пути решения. Ч.1. Пермь. Перм. гос. ун-т. 1999. С. 4–5.
3. Шепель А.И., Зиновьев Е.А. Биоразнообразие и экология позвоночных. Животный мир заказника «Предуралье»: учебное пособие для учебной практики. Пермь. Перм. гос. ун-т. 2007. 136 с.
4. Зиновьев Е.А., Семёнов В.В. Рыбы Вишерского заповедника. Пермь, 2013. 96 с.
5. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. Изд. 4-е доп. М.: Пищев. пром., 1966. 376 с.
6. Зиновьев Е.А., Мандрица С.А. Методы исследования пресноводных рыб: учебное пособие. Пермь, 2003. С. 115.

Поведенческие паттерны рыжей полевки *Clethrionomys glareolus* в лабораторных условиях

О.Р. Касимов, А.В. Смирнова

ПГНИУ

Аннотация. Предоставлены результаты исследования поведенческих паттернов особей рыжих полевков, представлено перманентное поле поведенческих состояний, а также проанализированы индексы активности животных разных половозрастных групп.

Ключевые слова: тест «Открытое поле», поведенческие паттерны, рыжая полевка.

Объектом изучения поведения является рыжая полевка. Её отлов производили живоловками на территории заказника «Предуралье» в 2019 и 2021 гг. в темнохвойном лесу, являющимся типичным местом обитания для данного вида [1].

Для изучения поведения в лабораторных условиях использовали тест «Открытое поле», а также записывали активность разных особей в течение дня.

В классическом виде установка для изучения поведения представляет собой равномерно освещенную арену, поделенную на равные квадраты. В центр арены помещают животное. Затем в течение 3 минут регистрируют горизонтальную активность и эмоциональность животного [2]. В вольере отсутствуют посторонние предметы, пол вольера протирают спиртом для удаления запахов. За отдельными особями было установлено суточное наблюдение. На первых стадиях эксперимента для каждой особи была выделена своя клетка для минимизации стрессогенных факторов. Второй этап состоял из подсаживания особей разных половозрастных групп друг к другу для выявления социальных взаимодействий.

После проведения всех экспериментов и фиксации суточной активности у особей определяли половозрастную группу.

На основании обработанного массива данных было получено поле поведенческих состояний, включающие 44 поведенческих паттерна, которые были поделены на 2 большие группы. Первая группа (перманентное поле) включала большинство паттернов, которые «перетекали» в другие действия через промежуточные формы. При этом можно сказать, что смена определенных действий или цепочек действий обусловлена изменением внешней стимуляции (рис. 1) и, соответственно, мотивации животных [3]. Вторая группа состоит из гнездовых паттернов и игрового поведения. Они обычно не имеют прочной связи и переходных форм с основным массивом действий.

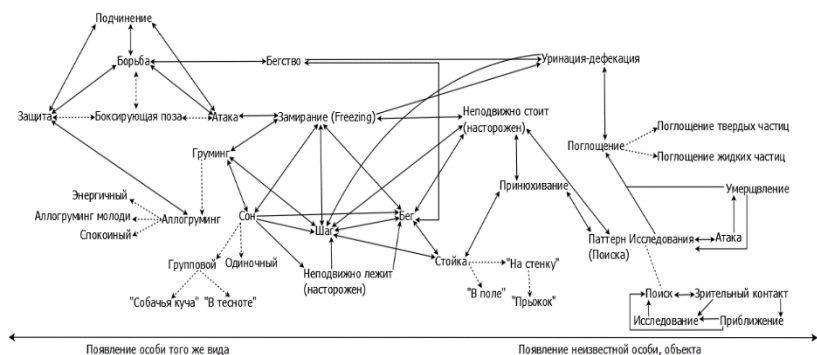


Рис. 1. Перманентное поле поведенческих состояний рыжей полевки.

Общая активность зверьков за сутки составляет около 5 часов, из периода активности на поиск пищи и её поглощение уходит примерно 70% времени. Пики активности в лабораторных условиях приходятся на 8–9 часов утра, 17–19 и 21–23 часа. В природе пиков активности у полевков может быть больше, чем в лаборатории, что связано с пассивным поведением полевок в условиях, не представляющих угрозы, а также достаточным количеством провианта для зверьков [4].

Для животных четырех половозрастных групп в тесте «Открытое поле» проанализировали индексы активности (табл. 1).

Таблица 1

Индексы активности животных разных половозрастных групп

Самцы неполовозрелые	Самки неполовозрелые	Самцы половозрелые	Самки половозрелые
1,96	3,20	2,37	2,35

В литературе обычно констатируют факт, что более высокой активностью обладают самцы разных видов мелких грызунов. Наши данные говорят об обратном (рис. 2). Стоит сказать, что высокая активность неполовозрелых самок рыжей полевки была отмечена Н.В. Киселевой в ходе работы по изучению двигательной активности представителей данного вида [5]. В этом исследовании также получены высокие индексы активности неполовозрелых самок. Рыжая полевка во многих биотопах является субдоминантным или доминантным видом, который отличается значительными колебаниями численности: в разные годы относительная численность полевок может меняться более, чем в 8 раз (рис. 3). Высокий потенциал размножения любого вида связан, в первую

очередь, с численностью самок пререпродуктивного возраста. Мы предполагаем, что у данного вида в процессе эволюции сформировался эффективный способ регуляции численности популяции – через изъятие самой активной половозрастной группы – неполовозрелых самок. Возможный пресс на них со стороны хищников может приводить к уменьшению величины пиков численности рыжей полевки, а также стимулировать начало спада численности.



Рис.2. Индекс активности самцов и самок разного возраста

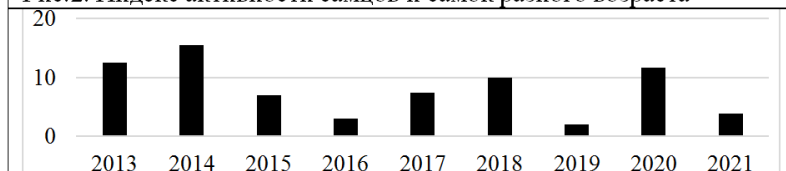


Рис. 3. Относительная численность рыжей полевки на территории УНБ «Предуралье» с 2013 по 2021 гг. (экз./100 ловушко-суток)

Результаты:

1) выделено 44 поведенческих паттерна полевков, большинство из которых формируют перманентное поведенческое поле: 38 паттернов могут «перетекать» из одного в другое через промежуточные формы при смене внешней стимуляции.

2) выдвинуто предположение о характере регуляции численности популяции рыжей полевки через преимущественное изъятие неполовозрелых самок как наиболее активной половозрастной группы.

Библиографический список

1. Аристов А.А., Башенина Н.В., Бернштейн А.Д. и др. Европейская рыжая полевка. М.: Наука, 1981. 351 с.
2. Плескачева М.Г., Лучкина О.С., Купцов П.А., Огурцов С.В., Лебедев И.В., Малыгин В.М. Методы оценки начальной ориентации и поведения на старте у мелких млекопитающих при ближнем хоминге // Труды Звенигородской биологической станции имени С.Н. Скадовского. М.: изд-во Моск. ун-та, 2011. Т. 5. С. 232–238.

3. Мак-Фарленд Д. Поведение животных. М.: Мир. 1988. 520 с.
4. Петров О.К., Миронов А.Д. Передвижения рыжей полевки в пределах индивидуального участка // Экология. 1972. №1. С. 101–103.
5. Киселева Н.В. Двигательная активность рыжей полевки (*Clethrionomys glareolus*) и лесной мыши (*Apodemus uralensis*) на разных фазах динамики численности // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2017. №10–1. С. 73–76.

Морфология обыкновенной медянки в Камском Предуралье

Е.В. Князева¹, Н.А. Четанов^{1,2}

¹ПГНИУ

²ПГТПУ

Аннотация. В статье представлены данные по линейным размерам самцов и самок обыкновенной медянки, выявлены достоверные половые различия по длине тела и отношению длины тела к длине хвоста. Впервые для региона приводятся данные по некоторым особенностям фолидоза, указывается на большое число девиаций нижнегубных, височных и брюшных щитков.

Ключевые слова: обыкновенная медянка, линейные размеры, фолидоз.

Обыкновенная медянка (*Coronella austriaca* Laurenti, 1768) – представитель семейства ужовых, является достаточно распространённым видом змей, её ареал охватывает почти всю Европу (за исключением Исландии, большей части Британии, северной Скандинавии и южной части Пиренейского полуострова), Кавказ, Крым, северную часть Малой Азии, Западную Сибирь и запад Казахстана [1].

В Камском Предуралье проходит северная граница ареала вида, медянка встречается на лесостепных участках Кунгурского и Кишертского районов [2]. Указываются также встречи медянки в Суксунском районе около д. Верхний Суксун в июне 1991 года и в Бардымском районе около д. Печмень в июле-августе 1990 года [3]. Эти сведения основаны на устных сообщениях и, таким образом, остаются сомнительными, достоверно же обыкновенная медянка встречается в последние годы только на территории заказника «Предуралье».

Это единственный вид рептилий Пермского края, занесённый в Красную книгу региона [4] со статусом III – редкий вид. Однако, несмотря на охранный статус, вид является слабоизученным, данных по Камскому Предуралью или вообще нет (как, к примеру, по вопросам фолидоза), или они являются устаревшими (распространение и численность [3]), или же данные основываются на крайне малой выборке (исследования термобиологии вида и микроклиматических условий обитания [5]).

В связи со слабой изученностью нами была поставлена следующая цель: изучение морфологических особенностей обыкновенной медянки на северной границе её распространения.

Материалы и методы.

Сбор материала проводился с конца мая по конец июня на территории ООПТ «Предуралье» в 2021 г. Выборка по линейным размерам тела составила 16 особей; по фолидозу – 15.

Для характеристики линейных размеров тела медянки использовались следующие параметры:

- *L.corp.* – длина туловища с головой, мм;
- *L.cd.* – длина хвоста, мм;
- *L.corp./L.cd.* – отношение длины тела к длине хвоста.

Обработка данных фолидоза производилась по фотографиям, сделанным на участках сбора материала. Учитывались щитки: нижнегубные (*Sublab.*), I ряд височных (*Temp.I ряд*), II ряд височных (*Temp.II ряд*), брюшные (*Ventr.*). Для височных щитков из-за спорных случаев с целью исключения фактора субъективности использовалось правило: височный щиток из I ряда для учёта должен касаться заглазничного щитка, а височный щиток II ряда – височного щитка I ряда.

Результаты и обсуждение.

Данные по линейным размерам представлены в таблице 1. По полученным нами данным видно, что самки в среднем имеют большую длину тела ($p < 0,01$). Статистически достоверных различий по длине хвоста выявлено не было.

Таблица 1

Линейные размеры обыкновенной медянки

Признак	$M \pm m$ <i>lim</i>		t_{ϕ} <i>p</i>
	Самки (<i>n</i> =10)	Самцы (<i>n</i> =6)	
<i>L.corp.</i> (мм)	569±13,5 470 – 600	476±24,04 390-540	3,65 < 0,01
<i>L.cd.</i> (мм)	112±4,1 90-130	122±8,4 95-145	1,22 > 0,05
<i>L.corp. / L.cd.</i>	5,1±0,14 4,6-5,8	4,0±0,08 3,71-4,20	6,24 < 0,001

Из данных таблицы следует, что отношение длины тела к длине хвоста выше у самок, чем у самцов ($p < 0,001$). В принципе полученные нами результаты совпадают с показателями по другим регионам.

Также нами были получены некоторые данные по фолидозу. Нижнегубных щитков (слева/справа) у обыкновенной медянки обычно 9/9 (73,33%), встречаются вариации 9/8 (13,33%), 10/9 (6,67%), 8/8 (6,67%). Асимметрия нижнегубных щитков обнаружена у 20% особей.

У 10 особей были выявлены девиации височных щитков (в 26,67% девиации *Temp.I ряд*, в 60,00% – *Temp.II ряд*).

При анализе фолидоза также выявлены девиации брюшных щитков у 4 особей, остальные щитки симметричны и соответствуют количеству, характерному для данного вида.

Таким образом, в целом у 12 особей из 15 (81%) выявлены девиации фолидоза.

Подводя итог вышеизложенному, можно сказать, что у особей наблюдаются достоверные половые различия в длине тела и отношении длины туловища к длине хвоста. По изменениям в фолидозе можно сделать предположение о негативных воздействиях на представителей вида на данной территории. Такими воздействиями могут быть изоляция, инбридинг, загрязнения окружающей среды и другие стрессовые воздействия в период эмбрионального развития. Исходя из этого необходимо продолжать исследования с целью уточнения причин возникновения отклонений.

Библиографический список

1. Кузьмин С.Л., Семенов Д.В. Конспект фауны земноводных и пресмыкающихся России. М.: Т-во научных изданий КМК, 2006. 139 с.
2. Антонюк Э.В. К вопросу о северной границе распространения обыкновенной медянки *Coronella austriaca* Laurenti, 1768 в восточной части ее ареала // Вестник Тамбовского университета: серия Естественные и технические науки. 2013. Т. 18, №6. С. 2972–2974.
3. Юшков Р.А., Воронов Г.А. Амфибии и рептилии Пермской области: Предварительный кадастр. Пермь: Изд-во Пермского ун-та, 1994. 158 с.
4. Красная книга Пермского края / под общ. ред. М.А. Бакланова. Пермь: Алдари, 2018. 232 с.
5. Литвинов Н.А. Термобиологические исследования // Бакиев А.Г., Гаранин В.И., Литвинов Н.А., Павлов А.В., Ратников В.Ю. Змеи Волжско-Камского края. Самара: Изд-во СамНЦ РАН, 2004. С. 109–146.

**Структура населения дневных чешуекрылых
(Lepidoptera, Rhopalocera) различных биотопов
Троицкого заказника**

А.А. Комарова, М.Я. Лямин

ПГНИУ

Аннотация. Проведен анализ структуры населения дневных чешуекрылых в трех биотопах на территории Троицкого комплексного заказника. Установлено качественное и количественное доминирование представителей семейств Nymphalidae и Satyridae.

Ключевые слова: дневные чешуекрылые, Троицкий заказник, биотопическое распределение.

Сбор материала осуществлялся на территории Троицкого комплексного заказника (п. Ягодный, Троицкий район, Челябинская область) в трех биотопах, маршрутным методом с помощью энтомологического сачка. Всего было собранно 1738 экземпляров чешуекрылых 48 видов из 5 семейств.

Был определен видовой состав дневных чешуекрылых района исследований и проведен первичный качественный и количественный анализ видового состава дневных чешуекрылых в исследуемых биотопах. Определение чешуекрылых проводилось по определителю Ю.П. Коршунова [1] и М.Г. Мигранова [2]. Данные по биологии и экологии дневных чешуекрылых и их стациальным и биотопическим предпочтениям были получены из справочников П.Ю. Горбунова и В.Н. Олшванга [3,4] и Ю.П. Коршунова [5].

Результаты исследований. В таблице представлена структура населения дневных чешуекрылых по результатам сборов во всех биотопах. Как видно из таблицы доминантами как по количеству экземпляров, так и по числу видов суммарно по всем биотопам являлись представители семейств Nymphalidae (Нимфалиды) и Satyridae (Бархатницы).

На рисунках 1-2 представлена качественная и количественная структура населения дневных чешуекрылых в обследованных биотопах. Как видно из диаграмм, доминирующим по числу видов на всех биотопах является семейство Nymphalidae. Вторым по числу видов является семейство Lysanidae. Из семейства Hesperidae нами отмечено всего 2 вида.

В целом, можно констатировать тот факт, что на обследованных биотопах Троицкого заказника характерна сходная структура доминирования дневных чешуекрылых.

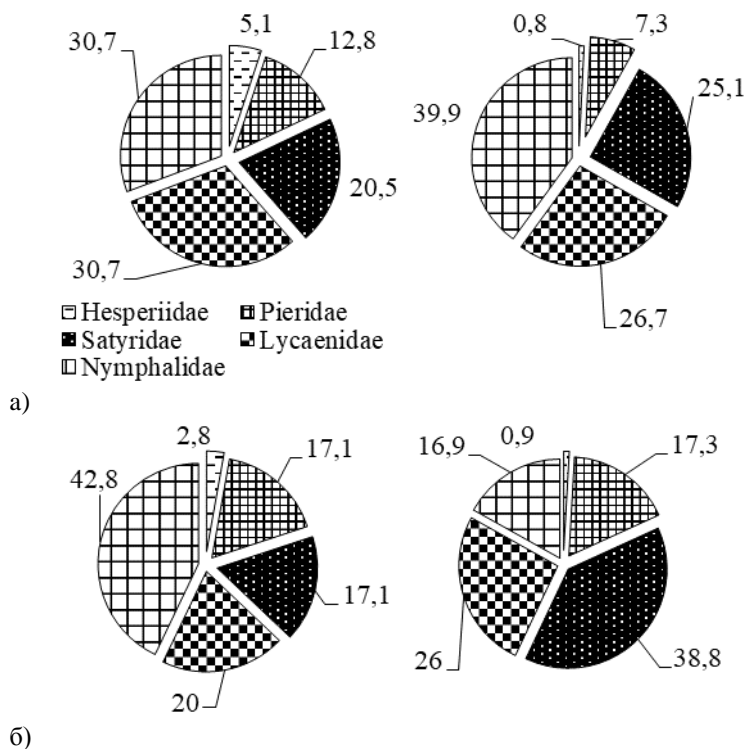


Рис. 1. Качественная (слева) и количественная (справа) структура населения булавоусых чешуекрылых в различных биотопах: а) злаковая степь с вероникой; б) разнотравно-ковыльная степь с порезником.

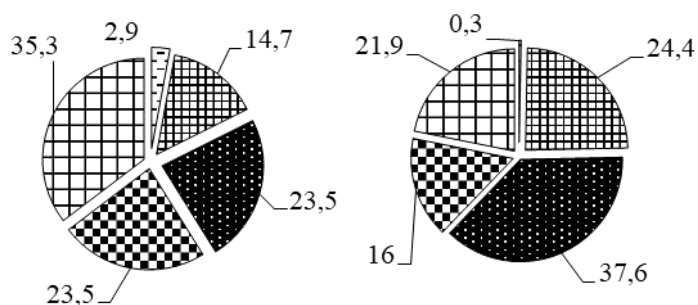


Рис. 2. Качественная (слева) и количественная (справа) структура населения булавоусых чешуекрылых в березовых колках.

**Структура населения дневных чешуекрылых
Троицкого заказника**

Семейство	Число видов	%	Количество экземпляров	%
Hesperiidae	2	4,17	13	0,75
Pieridae	6	12,5	222	12,77
Satyridae	10	20,83	536	30,84
Lycaenidae	12	25	431	24,8
Nymphalidae	18	37,5	536	30,84
<i>Итого:</i>	48	100	1738	100

Библиографический список

1. Коршунов Ю.П. Булавоусые чешуекрылые Северной Азии. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2002. 424 с.
2. Мигранов М.Г., булавоусые чешуекрылые Башкирии: Определитель // БНЦ УрО СССР. Уфа, 1991. С. 132.
3. Горбунов П.Ю., Ольшванг В.Н. Бабочки Среднего Урала: Справочник-определитель. Екатеринбург. из-во «Сократ», 2007. С. 352.
4. Горбунов П.Ю., Ольшванг В.Н. Бабочки Южного Урала: справочник-определитель. Екатеринбург. из-во «Сократ», 2008. С. 416.
5. Коршунов Ю.П. Булавоусые чешуекрылые Урала, Сибири и Дальнего Востока. Определитель и аннотации. Новосибирск, 2000. 218 с.

Новые данные по голоценовой фауне мелких млекопитающих Среднего Зауралья

Е.И. Коптева, Т.В. Фадеева

ПГНИУ

Аннотация. В отложениях дальней части пещеры Зотинская (север Челябинской области) обнаружены многочисленные костные останки рыб и мелких млекопитающих. Выявленный состав фауны млекопитающих указывает на преобладание лесостепной растительности в окрестностях пещеры в период образования отложений, который, предположительно, ограничен второй половиной голоцена.

Ключевые слова: млекопитающие, голоцен, Среднее Зауралье.

Изучение плейстоценовых и голоценовых фаун мелких млекопитающих является приоритетным направлением в четвертичной палеозоологии (связующего звена между палеонтологической и неонтологической частями биологии [1]). В составе современной фауны Среднего Зауралья присутствуют как восточно-европейские, так и западно-сибирские виды млекопитающих [2]. Актуальность исследования отложений пещер этой территории обусловлена сравнительно слабой изученностью в палеозоологическом плане и существованием «белых пятен» по фаунам ряда отдельных временных интервалов позднего плейстоцена и голоцена. Цель работы – на основании оригинальных данных изучить состав и структуру ископаемой фауны мелких млекопитающих из отложений пещеры Зотинская и предварительно установить геологический возраст данных отложений.

Раскопки отложений дальнего участка пещеры Зотинская, расположенной на севере Челябинской области (левый берег реки Багаряк, N 56° 11.187'; E 61° 42.262'), проведены в 2008 г., материал предоставлен П.А. Косинцевым, с.н.с. лаборатории палеоэкологии Института растений и животных УрО РАН. Зубы и челюсти мелких млекопитающих выбирались из костного концентрата (размер частиц > 1 мм) из отложений условного горизонта 11 (глубина 50-55 см). Видовая идентификация зубов грызунов проведена по методике [3]. Виды мелких млекопитающих из данных ископаемых фаун отнесены к определенным экологическим группам, исходя из экологических предпочтений рецентных видов [4].

Судя по таксономическому составу костных останков (кости рыб и мелких млекопитающих) и значительной фрагментации материала, накопление данных зоогенных отложений происходило в результате

жизнедеятельности выдры. По цветовым характеристикам костные останки из отложений горизонта 11 пещеры неоднородны. Смешение в результате затопления отложений исключено, т.к. раскоп расположен в дальней части пещеры, недоступной для паводковых вод.

В отложениях изученного горизонта пещеры Зотинская обнаружены костные останки мелких млекопитающих из 4 отрядов: грызунов (n=782), насекомоядных млекопитающих (47), рукокрылых (98) и хищных (5) (табл. 1).

Таблица 1

**Таксономический состав, количество останков
мелких млекопитающих из отложений условного горизонта 11
(глубина 50–55 см) пещеры Зотинская**

Отряд	Таксон	Кол-во останков
Eulipotyphla	Soricinae	47
Chiroptera	Vespertilioninae	98
Carnivora	<i>Mustela nivalis</i> Linnaeus, 1766	5
Rodentia	<i>Spermophilus</i> sp.	17
	<i>Sicista</i> sp.	13
	<i>Cricetus cricetus</i> Linnaeus, 1758	16
	<i>Ellobius talpinus</i> Pallas, 1770	89
	<i>Craseomys rufocanus</i> Sundevall, 1846 (m1)	7
	<i>Myodes</i> sp. (m1)	11
	<i>Craseomys</i> sp., <i>Myodes</i> sp.	26
	<i>Arvicola amphibius</i> Linnaeus, 1758	122
	<i>Alexandromys oeconomus</i> Pallas, 1776 (m1)	17
	<i>Microtus agrestis</i> Pallas, 1779 (M1, M2)	20
	<i>Microtus</i> ex gr. <i>agrestis-arvalis</i> (m1)	40
	<i>Microtus (Stenocranius) gregalis</i> Pallas, 1779 (m1)	97
	<i>Microtus</i> sp., <i>Alexandromys</i> sp.	297
	<i>Sylvaemus</i> sp.	10
Всего		932

Среди идентифицированных до вида останков наиболее многочисленны зубы узкочерепных полевков *Microtus (Stenocranius) gregalis*, водяных полевков *Arvicola amphibius* и обыкновенных слепушонок *Ellobius talpinus*. Сравнительный анализ выявленной ископаемой фауны из отложений пещеры с уже известными ископаемыми фаунами Среднего Зауралья (рис. 1) показал ее относительное сходство с среднеголоценовой фауной из отложений пещеры Мироновская III [5]. Однако в отложениях Зотинской пещеры зафиксирована более высокая доля лесных видов и не обнаружены тундровые виды. По предварительным данным отложения исследуемой пещеры образованы в среднем – позднем голоцене.

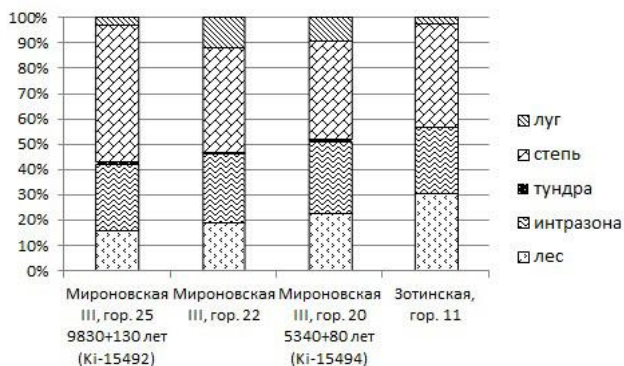


Рис. 1. Соотношения долей останков мелких млекопитающих с различными экологическими предпочтениями в зоогенных отложениях пещер Среднего Зауралья.

Библиографический список

1. Смирнов Н.Г. Очерк развития четвертичной палеозоологии на Урале // Четвертичная палеозоология на Урале. Е.: Изд-во Урал, ун-та, 2003. С. 24–54.
2. Большаков В.Н., Бердюгин К.И., Васильева И.А., Кузнецова И.А. Млекопитающие Свердловской области. Справочник-определитель. Екатеринбург: «Екатеринбург», 2000. 240 с.
3. Бородин А.В. Определитель зубов полевок Урала и Западной Сибири (поздний плейстоцен-современность). Екатеринбург: УрО РАН, 2009. 100 с.
4. Маркова А.К. Индикаторные виды и экологические группы млекопитающих // Эволюция экосистем Европы при переходе от плейстоцена к голоцену (24-8 т. л. н. н.). М.: КМК, 2008. С. 29–39.
5. Рупышева Т.А., Струкова Т.В. Фауны мелких млекопитающих восточного склона Среднего Урала в раннем и среднем голоцене // Динамика экосистем в голоцене: материалы Второй Рос. науч. конф. (Екатеринбург, 12-14 окт. 2010 г.). Екатеринбург: Голицынский, 2010. С. 165–170.

**Донная фауна и оценка качества воды малых рек
Айтуарской степи (Оренбургский государственный степной
заповедник) по биологическим показателям**

Т.С. Крайнева, Н.Н. Паньков

ПГНИУ

Аннотация. Произведена оценка качества воды малых рек Карагашта, Ташкак, Шинбутак и Айтуарка, протекающих по территории Айтуарской степи, по биологическим показателям. В составе зообентоса этих водотоков выявлено 49 видов и форм донных животных. Наиболее разнообразно представлены личинки двукрылых (19 видов и форм), в том числе – комаров-звонцов (11). Сравнительно богаты видами подёнки (10), ручейники (7) и веснянки (5). Моллюски представлены тремя видами. Олигохеты, клопы, жуки, ракообразные и личинки вислокрылок насчитывают по одному виду. Согласно индексам Е.В. Балуткиной, Ф.С. Вудивисса, С. Дж. Гуднайта и Л.С. Уитлея, Д.И. Кинга и Р.С. Болла, воды малых рек Айтуарской степи имеют олигосапробный статус и соответствуют качеству «чистая».

Ключевые слова: Качество воды, беспозвоночные, Айтуарская степь.

Государственный природный заповедник «Оренбургский» был создан 12 мая 1989 года с целью сохранения и восстановления степных ландшафтов Заволжья, Предуралья, Южного Урала и Зауралья [1]. Одной из его частей является Айтуарская степь. Эта территория расположена в левобережье реки Урал, близ посёлка Айтуарка Кувандыкского муниципального района. В ее пределах протекает несколько ручьёв и речек, наиболее крупными из которых являются Карагашта, Ташкак, Шинбутак и Айтуарка.

Согласно схеме физико-географического районирования [2], Айтуарская степь принадлежит к Губерлинскому придолинно-мелкосопочному району южноуральской степной низкогорной провинции Уральских гор. Это наиболее гористый участок заповедника. Ландшафтную структуру Айтуарской степи образуют горные плакоры с типчаково-ковыльной растительностью, глубокие балки и их склоны, мелкосопочки с живописными останцами. На фоне степной и каменисто-степной растительности выделяются приручьевые черноольшаники, ивняки, балочные и нагорные березняки и осинники.

Климат Айтуарской степи имеет континентальный характер. Самый тёплый месяц – июль (средняя многолетняя температура +21°C),

самый холодный – январь ($-15,6^{\circ}\text{C}$). Важной особенностью природных условий является недостаточное увлажнение – 388 мм осадков в год.

Настоящее сообщение основано на результатах обработки 12 количественных проб зообентоса, отобранных в июле 2017 г. в русле малых рек Айтуарка, Карагашта, Шинбутак и Ташкак. Пробы отбирались с помощью бентометра конструкции В.В. Богатова [3] и гидробиологическим скребком. Обработка материала осуществлялась по стандартной методике [4].

Для уточнения таксономической принадлежности обитающих в ключах и ручьях личинок амфибиотических насекомых на камнях и прибрежной растительности, вручную и при помощи энтомологического сачка, отлавливались их крылатые стадии. Оригинальные материалы дополнены сборами, сделанными С.Л. Есюниным в апреле и мае 1997 и 2000 гг. Совокупный объём материала составил 41 сбор имаго.

В качестве биологических показателей качества воды рассчитывались индексы Е.В. Балушкиной [5], Ф.С. Вудивисса [6], С. Дж. Гуднайта и Л.С. Уитлея [7], Д.И. Кинга и Р.С. Болла [8].

В составе зообентоса малых рек Айтуарской степи выявлено 49 видов и форм донных животных.

Наиболее разнообразно представлены личинки двукрылых, насчитывающие 19 видов и форм, из которых особенно богато видами семейство Chironomidae (11 таксонов).

Из нехириномидных двукрылых зарегистрированы личинки мошек Simuliidae, комаров-болотниц Limoniidae (*Dicranota sp.*), комаров-долгоножек Tipulidae, слепней Tabanidae, толкунчиков Empididae, мокрецов Ceratopogonidae, земноводных комариков Dixidae и бабочниц Psychodidae.

В составе фауны подёнок (Ephemeroptera) зарегистрировано 10 видов и форм, принадлежащих к семействам Ametropodidae, Baetidae, Neptageniidae, Ephemeridae и Leptophlebiidae.

Среди ручейников (Trichoptera) отмечено 7 видов из 5 семейств: Rhyacophilidae, Polycentropodidae, Brachycentridae, Apataniidae, Limnephilidae.

Веснянки (Plecoptera) представлены 5 видами из семейств Nemouridae и Leuctridae.

Из двустворчатых моллюсков (Bivalvia) установлены два вида из семейства Sphaeriidae. Брюхоногие (Gastropoda) представлены одним видом прудовиков Lymnaeidae.

Среди прочих беспозвоночных зарегистрированы малощетинковые черви Naididae, бокоплавы Gammaridae, вислоккрылки Sialidae, клопы Aphelocheiridae и жесткокрылые Elmiidae.

Индекс Е.В. Балушкиной основан на соотношении численности личинок комаров-звонцов из различных подсемейств:

$$K = (a_t + 0,5 a_{ch})/a_o,$$

где a_t , a_{ch} и a_o – смещённые относительные численности отдельных подсемейств хирономид: a_t – Tanypodinae, a_{ch} – Chironominae, a_o – Orthocladiinae и Diamesinae; $a = N + 10$, где N – относительная численность личинок хирономид данного подсемейства в процентах от общей численности всех личинок комаров-звонцов.

Индекс Е.В. Балушкиной для малых рек Айтуарской степи составил 0,36. Эта величина соответствует классу качества вод «чистая».

Биотический индекс Вудивисса широко используется во всём мире для определения качества воды в ручьях и реках по структурным характеристикам зообентоса. Он учитывает таксономическое разнообразие населяющих водоток донных животных и наличие в нём организмов, принадлежащих к той или иной индикаторной группе.

Индекс Вудивисса для водотоков Айтуарской степи оказался равным 10, что также соответствует классу качества вод «чистая».

Ещё одним распространённым показателем качества воды является индекс Гуднайта-Уитлея, отражающего долю малощетинковых червей в общей численности зообентоса. Чем больше значение индекса, тем выше степень загрязнения водного объекта.

Индекс Гуднайта-Уитлея для малых рек Айтуарской степи изменялся от нуля до 13,7%, что говорит о том, что реки заповедника имеют олигосапробный статус и находятся в хорошем состоянии.

Индекс Кинга и Болла представляет собой отношение биомассы насекомых к биомассе олигохет. При загрязнении водоёма индекс равен нулю или меньше единицы. В малых реках Айтуарской степи он изменялся от 685 до 1,8 (в среднем 237,2), что говорит о их чистоте.

Таким образом, воды малых рек Айтуарской степи имеют олигосапробный статус и соответствуют качеству «чистая».

Библиографический список

1. Чибилёв А.А. Природное наследие Оренбургской области. Оренбургское книжное издательство, 1996. 197 с.
2. Чибилёв А.А. Река Урал. Историко-географические и экологические очерки. Л.: Гидрометеиздат, 1987. 168 с.
3. Богатов В.В. Экология речных сообществ Российского Дальнего Востока. Владивосток. 1994. 209 с.
4. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов / под ред. Ф.Д. Мордухай-Болтовского. М.: Наука, 1975. 240 с.
5. Балушкина Е.В. Функциональное значение личинок хирономид в континентальных водоемах. Л.: Наука, 1987. 179 с.

6. Woodiwiss F.S. The biological system of stream classification used by the Trent River Authority // Chemistry and Industry, 1964. P. 443–447.

7. Goodnight C.J., Whitley L.S. Oligochaetes as indicators of pollution // Proc. 15th Ind. Waste Conf., Purdue Univ. Ext. Sec? 1961. V. 106. P. 139–142.

8. King D.I., Ball R.S. A quantitative biological measure stream pollution // J. Water Pollution Control Federation, 1964. V. 36. №5. P. 650–653.

Изменчивость морфологических характеристик речного гольяна в зависимости от условий обитания

Н.А. Кустов¹, П.Б. Михеев^{1, 2}

¹ ПГНИУ

² ХабаровскНИРО

Аннотация. Представлены результаты анализа изменчивости морфологических характеристик речного гольяна в зависимости от условий обитания. Можно предположить, что морфологическая дифференциация гольяна определяется характером донного субстрата и степенью развития укрытий. Также результаты могут свидетельствовать об отсутствии значительных миграций и оседлости речного гольяна в реке Вишера.

Ключевые слова: речной гольян, морфологические признаки, факторы среды.

Полиморфизм, или способность вида изменять свой фенотип в ответ на условия окружающей среды, является важной чертой, позволяющей организмам лучше приспосабливаться к условиям окружающей среды [1, 2]. Актуальность настоящей работы была продиктована наличием пробелов в знаниях об экологии такого полиморфного вида как речной гольян, а также его популяционной структуры в пределах крупных реках Урала. При этом отсутствуют знания об уровнях миграции и оседлости вида в речных бассейнах [3].

Цель работы: восполнить пробелы в знаниях об экологии гольяна методами морфологического анализа. Рассматривали связь морфотипа гольяна от следующих экологических факторов: температура воды, скорость течения, характер и развитие укрытий, донный субстрат.

Материал был собран в р. Вишера в пределах заповедника Вишерский с 8 по 23 июня 2021 г. в четырех локациях со следующими координатами: 1 – 61.175001, 58.790256, 2 – 61.164529, 58.761202, 3 – 61.165182, 58.764534, 4 – 60.914796, 58.885965. Данные об месте, дате отлова и объеме собранного материала, а также факторах среды представлены в таблице.

Отлов рыб проводили с помощью малькового неводка, пойманных особей фиксировали в формалине, лабораторную обработку проводили на кафедре зоологии позвоночных ПГНИУ. Были проанализированы, 4 счетных признака (число лучей в плавниках), а также 26 пластических морфологических признака. Была использована схема промеров карповых из руководства по изучению рыб И.Ф. Правдина [4, 5]. Статистическая обработка данных и визуализация проходила в программе RStudio.

Оценивали нормальность распределения. Также была проведена трансформация данных которые не подчинялись нормальным законам распределения. Различия выборок по морфологическим признакам оценивали на основе дисперсионного анализа (ANOVA) и критерия Манна-Уитни. Был использован стандартный уровень значимости ($p=0.05$).

Таблица

Описание факторов среды точек сбора проб речного гольяна

Точки сбора материала	Название реки (локация)	Дата сбора	Число особей	Температура воды, °C	Скорость течения (м/с)	Донный субстрат	Степень развития и характер укрытий
1	Вишера (коса)	11.06. 2021	25	13	0,22	средний гравий	отсутствует
2	Сухая Лыпя	12.06. 2021	27	7	отсутствует	средний гравий	коряги, одна треть площади
3	Вишера (заводь)	14.06. 2021	27	17	0,15	ил, песок	макрофиты, коряги, одна треть площади
4	Вишера (71 кв.)	22.06. 2021	31	11	0,4	крупный гравий	отсутствует

На основе попарного сравнения четырех проанализированных выборок гольяна были получены следующие результаты. Наибольшее число различий между выборками, из 6 возможных пар сравнения, наблюдалось для вентроанального расстояния, а также для длины рыла, головы, максимальной и минимальной высоты тела, антеанального расстояния и высоты спинного плавника. Таким образом по этим признакам наблюдается наибольшая изменчивость

Достоверных различий по счетным признакам выявлено не было. Наибольшие отличия характерны для выборок 3 и 4. Наименьшие для выборок 1 и 2. Выборка 4 отличается наибольшей длиной рыла и минимальным диаметром глаза. Для выборки 3 характерно короткое рыло и голова. Также наибольшая степень различий между 3 и 4 выборки отмечена по пропорциям тела. Большой вклад в морфологическую дифференциацию между проанализированными выборками вносят характеристики плавников. Для выборки 1 характерна минимальная длина основания спинного плавника, наибольшая длина грудного и нижней лопасти хвостового плавника. Для выборки 2 характерна минимальная длина брюшного плавника. Для выборки 3 минимальная высота спинного плавника. Для выборки 4 максимальная длина брюшного плавника.

Поскольку наибольшая морфологическая дифференцировалась характерна для выборок 3 и 4, можно предположить, что их морфологическая дифференциация определяется характером донного субстрата и степенью развития укрытий. Кроме того, не стоит забывать, что точка 4

расположена в 30 км от района сбора материала точек 1, 2 и 3, что может свидетельствовать об отсутствии значительных миграций речного гольяна в реке Вишера. Также в пользу оседлости гольяна говорит большое количество значимых различий между выборками 1, 2, 3. Все возникшие теории требуют подтверждения, для чего необходимо продолжение исследовательских работ.

Библиографический список

1. Uller T. Developmental plasticity and the evolution of parental effects. *Trends in Ecology & Evolution*, 2008. 23, 432–438.
2. Burton T. & Metcalfe N.B. Can environmental conditions experiences in early life influence future generations? *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 2014. 281, 20140311.
3. Зиновьев Е.А., Семёнов В.В. Рыбы Вишерского заповедника. Пермь, 2013. 96 с.
4. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. Изд. 4-е доп. М.: Пищев. пром., 1966. 376 с.
5. Зиновьев Е.А., Мандрица С.А. Методы исследования пресноводных рыб: Учеб. пособие. Пермь, 2003. С. 115.

**Таксономический состав и количественные характеристики
дрифта верхнего течения реки Вишеры (заповедник «Вишерский»)
М.С. Орлова, К.П. Черноусова, Н.Н. Паньков
ПГНИУ**

Аннотация. В составе дрифта верхнего течения р. Вишеры выявлено 14 семейств водных, и 25 – наземных беспозвоночных. Их распределение на вертикальном профиле неравномерно. В приповерхностном горизонте по численности доминируют организмы водной фракции (80,6%), по биомассе – наземно-воздушные членистоногие (65,7). В придонном горизонте на долю водной фракции приходится 99,5% численности и 89,4% биомассы беспозвоночных. Организмы водной фракции приурочены, главным образом, к придонному горизонту (69,9% численности и 57,9% биомассы). Наземно-воздушные членистоногие дрейфуют, большей частью, в приповерхностном горизонте (95,7% численности и 95,6% биомассы). Интенсивность дрифта, в среднем, составила 3,7 тыс. экз./м², или 3,3 г/м² в час, при численности 2,6 экз./м³ и биомассе 2,3 мг/м³.

Ключевые слова: Дрифт, беспозвоночные, Вишера.

Под дрифтом понимается пассивное перемещение организмов в речном потоке вниз по течению [1]. Это явление играет исключительно важную роль в жизни речных экосистем. Организмами дрифта питаются многие ценные виды рыб [2]. За счёт дрифта донных животных осуществляется связь относительно изолированных зообентоценозов вдоль оси водотока, обеспечивается расселение гидробионтов в соответствии с их экологическими потребностями [3]. Воздушная фракция дрифта, или его аллохтонный компонент [4, 5], обеспечивает поток вещества и энергии из экосистем суши в гидроэкосистемы [6].

Несмотря на большое значение дрифта в функционировании речных экосистем, в Прикамье данное явление изучено недостаточно. Известно всего лишь две работы, посвящённые дрифту донных беспозвоночных р. Сылвы [7, 8].

Вишера – один из горных притоков р. Камы, берет начало близ северо-восточной границы Пермского края, на западном склоне хребта Поясовый камень на высоте около 1000 м над уровнем моря, и впадает в главную реку на 958 км от ее устья. Длина Вишеры составляет 415 км [9]. Верхнее течение Вишеры целиком лежит в пределах Государственного природного заповедника «Вишерский». Здесь обитает одна из наиболее многочисленных популяций европейского хариуса, и самая многочисленная – в бассейне Волги [10].

Организмы дрефта являются одним из компонентов кормовой базы этого ценного вида рыб. В связи с вышесказанным, настоящая работа представляется особенно актуальной.

Сбор материала осуществлялся на 58-км участке верхнего течения Вишеры от кордона «Хальсория» до кордона «Лыпя» летом 2016 и 2021 гг. Для отбора проб использовалась ловушка – коническая сетка из мельничного газа с площадью входного отверстия 7.0 дм² и глубиной 75 см. Для расчета истинного объема воды, профильтрованной ловушкой, выполнялась ее предварительная тарировка. Пробы дрефта отбирались попарно, в придонном и поверхностном горизонтах воды, каждый час в течение суток. Экспозиция ловушки в потоке составляла 5 минут. При отборе поверхностной пробы дрефта ловушка устанавливалась так, чтобы захватывалась и поверхностная пленка воды.

Всего отобрано четыре суточных серии проб. Кроме того, 28 парных проб отобрано вне суточного графика, в дневные часы. Общий объем материала составляет 124 парные проб дрефта.

В результате проведенных исследований, в составе дрефта Верхней Вишеры зарегистрировано 14 семейств водных, и 25 – наземных беспозвоночных.

Среди водных беспозвоночных наиболее разнообразно представлены двукрылые и поденки (по три семейства). Им сопутствуют веснянки, ручейники и жесткокрылые (по два семейства). Большекрылые и клещи насчитывают по одному семейству каждое.

Животные суши представлены только членистоногими. Из них преобладают двукрылые (6 семейств). Им сопутствуют жесткокрылые (4), ручейники (3), пауки, поденки, веснянки, равнокрылые и перепончатокрылые (по 2), взрослые трипсы и гусеницы бабочек (по одному семейству).

Дрифт приповерхностного и придонного горизонтов заметно различается по своей экологической и таксономической структуре. В приповерхностном горизонте по своему разнообразию преобладают наземно-воздушные членистоногие (все 25 семейств), тогда как водная фракция представлена только 12 семействами. В придонном горизонте зарегистрировано 13 семейств водной фракции дрефта, и лишь одно – наземно-воздушной, а именно – взрослые ручейники *Leptoceridae*, погружившиеся под воду, по-видимому, для откладки яиц.

В количественном отношении, в приповерхностном горизонте по численности доминируют организмы водной фракции (80,6%), из которых 52,0% приходится на личинок комаров-звонцов, и 13,2% – на поденок рода *Baetis*. По биомассе же превалируют наземно-воздушные членистоногие (65,7%), что связано с их заметно более крупными размерами. Среди них преобладают взрослые ручейники (22,4%), жуки и их

личинки (20,0%), веснянки (6,5%) и равнокрылые (5,0%). На долю пауков, муравьёв и гусениц чешуекрылых приходится по 2,6%. Доля прочих членистоногих невелика.

В придонном горизонте на долю водной фракции дрефта приходится 99,5% численности и 89,4% биомассы беспозвоночных. Среди них доминируют личинки и куколки комаров-звонцов Chironomidae (86,4% численности и 46,0% биомассы), им сопутствуют поденки *Ephemerella mucronata* (Bengtsson, 1909) из Ephemerellidae (1,2% и 22,1% соответственно), жесткокрылые рода *Elmis* из Elmidae (3,5% и 12,4%), подёнки рода *Baetis* из Baetidae (2,6% и 4,7%), а также водяные клещи Hydracarina (3,5% и 3,7%).

Организмы водной фракции дрефта приурочены, главным образом, к придонному горизонту воды: здесь сосредоточено 69,9% их общей численности и 57,9% биомассы. Наземно-воздушные членистоногие дрейфуют, большей частью, в приповерхностном горизонте, где концентрируется 95,7% их общей численности и 95,6% биомассы.

Интенсивность дрефта беспозвоночных Верхней Вишеры, в среднем, составила 3,7 тыс. экз./м², или 3,3 г/м² живого сечения потока в час, что соответствует его численности 2,6 экз./м³ и биомассе 2,3 мг/м³. При этом, в приповерхностном горизонте сплывало 42,7% численности и 71,5% биомассы всех дрейфующих беспозвоночных.

Для других изученных водотоков России приводятся близкие характеристики дрефта. Так, интенсивность дрефта в р. Лувеньге (Кольский полуостров), по данным В.М. Задориной [11], изменялась в пределах 0,05-16,0 тыс. экз./м² в час; в некоторых водотоках Дальнего Востока этот параметр составил 4,9-56,8 тыс. экз./м² в час [12]. Численность мигрирующих животных в реке Шугоре (Северный Урал) достигала 0,92-35,6 экз./м³ [13]. В предгорной реке Сылве (Предуралье) численность и интенсивность дрефта находилась в диапазоне 0,31-16,9 экз./м³ и 1,12-60,96 тыс. экз./м² соответственно [8].

Библиографический список

1. Waters T.F. The drift of stream insects // Ann. rev. Entomol., 1972. Vol. 17. P. 253–272.
2. Богатов В.В. Экология речных сообществ Российского Дальнего Востока. Владивосток. 1994. 209 с.
3. Астахов М.В. Дрейфт беспозвоночных в двух водотоках о. Кунашир (Курильский архипелаг) // Биология внутренних вод, 2019. №4. Вып. 1. С. 60–67.
4. Шустов Ю.А. Дрейфт донных беспозвоночных в лососевых реках бассейна Онежского озера // Гидробиол. журнал, 1977. Т. 13. Вып. 3. С. 32–37.

5. Чебанова В.В. Динамика дрейфа беспозвоночных в лососевых реках разного типа (юго-восток Камчатки) // Гидробиол. журнал, 1992. Т. XXVIII. №4. С. 31–39.

6. Астахов М.В. Динамика поступления наземных беспозвоночных в пищевую сеть малой лососевой реки // Сибирский экологический журнал, 2016. №4. С. 575–583.

7. Паньков Н.Н. Дрейф донных беспозвоночных в предгорной реке Среднего Урала (на примере р. Сылвы, заказник «Предуралье») // Биология внутренних вод: проблемы экологии и биоразнообразия: тез. докл. XII Междунар. конф. молодых ученых. Борок, 2002. С. 86–87.

8. Паньков Н.Н. Основные итоги изучения дрейфа реки Сылвы (заказник «Предуралье», 1997-2004 гг.) // Вестник Пермского университета, 2007. Вып. 5 (Биология). С. 83–89.

9. Комлев А., Черных Е. Реки Пермской области. Пермь, 1984. 214 с.

10. Зиновьев Е.А., Семёнов В.В. Рыбы Вишерского заповедника. Пермь, 2013. 96 с.

11. Задорина В.М. Суточная динамика дрейфа водных беспозвоночных в реках Кольского полуострова // Биология внутренних вод: информ. бюлл. Л.: Наука, 1987 б. №73. С. 22–25.

12. Богатов В.В. Некоторые особенности динамики бентостока в условиях дождевого паводка // Систематика и экология речных организмов. Владивосток: Изд-во ДВО АН СССР, 1989. С. 112–119.

13. Шубина В.Н. Гидробиология лососевой реки Северного Урала. Л.: Наука, 1986. 158 с.

**Гнездование сапсана (*Falco peregrinus*)
в долине р. Чусовая Свердловской области**
Д.В. Патласов¹, А.В. Хлопотова², М.Ю. Шершнев²

¹ ПГНИУ

² ФГБУ «Висимский государственный заповедник»

Аннотация. В статье представлены данные по успешности гнездования и мечению сапсана на 9 исследуемых гнездах. Кроме того, приводятся данные по трофической базе сапсана в гнездовой период.

Ключевые слова: сапсан, успешность гнездования, трофическая база.

Сапсан (*Falco peregrinus*, Tunstall, 1771) – крупный сокол, населяющий огромную территорию от степи до тундры включительно. Из всех пригодных для гнездования сапсана биотопов несомненное предпочтение отдается скалистым побережьям рек [1]. Территориальное распространение сапсана определяется в регионе наличием рифовых скальных обнажений по берегам рек. Гнёзда сокола находятся в труднодоступных местах: в нишах и на уступах известняково-гипсовых скал по берегам рек и логов [2].

Внесен в Красные книги РФ, в ряд региональных Красных книг, в том числе Свердловской области [3]. Относится к 3 категории редкости.

Заметный рост встречаемости сапсана отмечен в начале XXI столетия, что отражает как повышение интенсивности исследований в регионе, так и процесс восстановления его популяции после периода многолетней депрессии [4]. За прошедшие полтора десятилетия сапсан зарегистрирован в большинстве районов Свердловской области, во многих случаях подтверждено его гнездование, либо есть основания предполагать его. Наиболее высокая численность вида установлена в природном парке «Река Чусовая» [5].

Нами была поставлена следующая цель: изучение гнездования сапсана в долине р. Чусовая (Свердловская область). Для ее достижения требовалось: изучить пространственно-временную структуру гнездовой группировки сапсана в долине р. Чусовая; выявить успешность размножения сапсана на исследуемом участке; провести индивидуальное мечение птенцов; выяснить трофические связи сапсана в гнездовой период.

Материалы собраны с 25 мая по 20 июля 2021 г. в Свердловской области во время прохождения производственной практики, в рамках государственного задания ФГБУ «Висимский государственный заповедник». Основные методы: маршрутный учет (автомобильный, пеший

и водный), наблюдение, измерение кладок и птенцов, изучение кормовой базы (разбор поедей).

Было пройдено 19 маршрутов, кроме того 6 из них были пройдены повторно. Из 19 посещённых локаций для гнездования 10 были заняты птицами, в 9 была кладка. Некоторые потенциальные гнездовые участки в этом году остались без гнезда, но было выявлено явное посещение этих скал птицами, так как были найдены свежие поеди птиц, было слышно общение двух взрослых особей.

Данные по успешности гнездования представлены в таблице 1.

Таблица 1

Успешность гнездования сапсана на исследуемой территории

Гнездовой участок	Кол-во яиц	Кол-во вылупившихся	Кол-во вставших на крыло
1	2	1	1
2	3	2	2
3	3	3	3
4	3	2	2
5	4	4	3
6	2	2	2
7	3	3	3
8	3	3	2
9	4	0	0

По полученным нами данным можно рассчитать, что среднее число яиц в гнезде 3; среднее число вылетевших птенцов 2. Доля эмбриональной смертности составила 26%, доля постэмбриональной смертности 7%. Общий процент смертности 33%. Успешность гнездования сапсана в обнаруженных гнёздах составила в среднем 67% (от 0 до 100% в отдельных гнёздах).

Цветными легкими кольцами Российской сети изучения пернатых хищников помечены 10 птенцов (3 самца, 7 самок). На левую лапу надевается синее, на правую – красное с индивидуальным символьным кодом, адресом (www.gtscn.ru) сайта для сообщения о находке птицы. Цветовая схема применяется для сапсана в Свердловской области и Пермском крае. Добывание производилось под контролем сотрудников Уральского межрегионального управления Росприроднадзора.

Также были получены некоторые данные по трофической базе сапсана в период гнездования. Участки, на которых птицы гнездились, были обследованы на предмет костных остатков, которые собирались и упаковывались в пакеты и маркировались. После чего производился анализ остатков жертв, определение их до вида и занесение в таблицу. Определение производилось путём сравнения с эталонными образцами.

Был определён костный материал в количестве 2828 костей: 1064 костей, собранных в 2020 год (3 гнездовых участка), и 1764 кости, собранных совместно в 2021 году (5 гнездовых участков).

Анализ показал, что трофическая база сапсана в гнездовой период представлена как минимум 20 видами птиц, относящихся к 12 семействам, 8 отрядам. Преобладающее большинство остатков костей принадлежали сизому голубю (*Columba livia*), вальдшнепу (*Scolopax rusticola*) и озерной чайке (*Larus ridibundus*).

Таким образом, в результате исследований было выявлено 9 мест гнездования сапсана на 40 км маршрута по р. Чусовая (Свердловская область), со средней успешностью гнездования в них 67 %. Сапсан использует одни и те же участки гнездования в течение многих лет. Условием возобновления гнездования в следующем году является сохранение (возврат с зимовки) по меньшей мере, одного партнёра из пары. Было помечено цветными кольцами 10 птенцов. Основными кормовыми объектами сапсана в данных гнездах стали сизый голубь, вальдшнеп и озерная чайка.

Библиографический список

1. Рябицев В.К. Птицы Урала, Приуралья и Западной Сибири. Справочник-определитель. Екатеринбург: Изд-во Уральского университета, 2008. 634 с.
2. Шепель А.И. Сапсан *Falco peregrinus* и филин *Bubo bubo* в Пермском крае // Русский орнитологический журнал. 2018. Т. 27. С. 2276–2280.
3. Красная книга Свердловской области: животные, растения, грибы / отв. ред. Н.С. Корытин. Екатеринбург: ООО «Мир», 2018. 450 с.
4. Ляхов А.Г., Коровин В.А., Тарасов В.В. Хищные птицы окрестностей Екатеринбурга: исторический обзор и современное состояние // Фауна Урала и Сибири. Вып. 2. 2016. С. 109–131.
5. Хлопотова А.В., Шершнева М.Ю., Рудацкая А.Д. Результаты мониторинга гнездовой группировки сапсана на реке Чусовой // Хищные птицы Северной Евразии. Проблемы и адаптации в современных условиях. Ростов-на-Дону, 2016. С. 350–354.

**Возможно ли использование количественных признаков
молоди кеты *Oncorhynchus keta* для определения
промыслового возврата особей искусственного
и естественного происхождения?**

Полыгалова М.Д.¹, Костицына Н.В.¹, Михеев П.Б.^{1, 2}

¹ ПГНИУ

² ХабаровскНИРО

Аннотация. представлены результаты подсчета миомеров и лучей в спинном и анальном плавниках молоди амурской кеты заводского и естественного происхождения. Предлагается использовать данные счетные признаки в качестве маркеров искусственного происхождения при определении промыслового возврата кеты.

Ключевые слова: кета, заводская молодь, счетные признаки.

На сегодняшний день водные биологические ресурсы – ресурсы животного происхождения, наиболее массово изымаемые человеком из природы. В связи с нарушением водных экосистем в результате деятельности человека наблюдается депрессивное состояние стад многих рыб. Основной способ поддержания промыслового запаса этих рыб – восполнять ущерб, наносимый деятельностью человека, выпуская заводскую молодь в водоемы, для чего сегодня создаются рыбоводные заводы.

Главным критерием эффективности работы любого рыбзавода является промысловый возврат, поэтому разрабатываются разнообразные методы его определения, при котором происходит мечение заводской молоди на ранних этапах онтогенеза [1, 2, 3]. Основными недостатками указанных методов являются трудности индивидуального мечения, а при массовом мечении – вероятность систематической ошибки [4].

Наше исследование направлено на отработку идентификации заводской молоди амурской осенней кеты по морфологическим признакам. Закладка метамерных признаков у рыб зависит от температурных условий раннего постнатального онтогенеза: чем выше температура, тем быстрее растет и формируется молодь рыб, соответственно, метамерных структур закладывается меньше [5]. Температура выращивания молоди кеты на рыбоводных заводах выше, чем температура в естественном водоеме в осенне-зимний период, следовательно, можно ожидать отличия заводской и естественной молоди кеты по таким признакам, как количество миомеров и лучей в анальном и спинном плавниках.

Материалом для исследования послужила искусственная молодь кеты с Гурского и Удинского лососевых рыбоводных заводов, современная мощность которых составляет около 30 млн экз. молоди кеты в

год. Молодь естественного происхождения получена на р. Гур, которая также относится к бассейну р. Амур.

Статистическая обработка данных и визуализация результатов происходила в программе PAST, для определения достоверности различий использовали t-критерий Стьюдента.

На рисунке представлены итоги обработки результатов подсчета количественных признаков, демонстрирующих достоверные отличия.

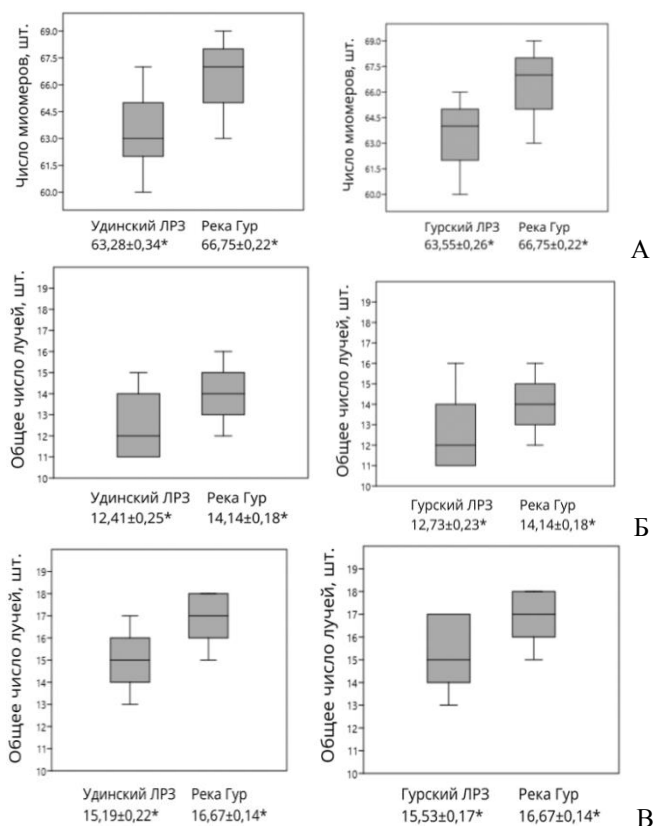


Рис. 1. Сравнение счетных признаков молоди кеты искусственного и естественного происхождения: А – по числу миомеров, Б – общему числу лучей в спинном плавнике, В – общему числу лучей в анальном плавнике (* – среднее значение ± ошибка среднего).

Подсчет числа миомеров, лучей в спинном и анальном плавниках показал следующие отличия: достоверно больше счетных элементов отмечено в рассматриваемых структурах у молоди естественного происхождения по сравнению с искусственно выращенными мальками кеты. У заводской молоди, полученной на обоих лососевых заводах, различия не достоверны.

Таким образом, можно рассматривать общее число миомеров, лучей в спинном и анальном плавниках в качестве маркеров искусственного происхождения амурской кеты при определении промыслового возврата рыбы, выращенной на рыбоводных заводах.

Библиографический список

1. Запорожец Г.В., Запорожец О.М. Лососевые рыбоводные заводы Дальнего Востока в экосистемах Северной Пацифики. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2011. 268 с. [Электронный ресурс] UPD: <http://www.npacific.ru/np/library>, дата обращения 12.04.2022.
2. Зуев И.В., Зуева А.В. Оценка эффективности мечения рыб флуоресцентными красителями на различной полимерной основе // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2015. Вып. 1, №29. С. 103–112.
3. Попова Т. А., Чебанов Н. А. Динамика миграции покатной молоди тихоокеанских лососей разных форм воспроизводства (западная Камчатка) // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2007. Вып. 9. С. 164–169.
4. Растягаева Н.А. Некоторые результаты идентификации лососей различного происхождения и определения их возрастной структуры разными методами // Вестник КамчатГТУ. 2013. Вып. 23. С. 72–77.
5. Хованский И.Е. Морфофизиологические и функциональные особенности молоди кеты и кижуча, выращенной при повышенной температуре и физической нагрузке // VIII науч. конф. по экологической физиологии и биохимии рыб: тез. докл. Петрозаводск. 1992. Т. 2. С. 148–149.

**Межвидовые отношения сивуча *Eumetopias jubatus*
и северного морского котика *Callorhinus ursinus*
на гаремном участке (о. Тюлений)**

В.А. Селезнева¹, Е.С. Васюков^{2, 3}, А.Д. Кириллова²

¹ ПГНИУ

² Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН

³ ФГБОУ ВО «КамГУ им. Витуса Беринга»

Аннотация. В настоящей работе представлены основные результаты наблюдений за взаимоотношениями сивуча и северного морского котика на территории репродуктивного лежбища о. Тюлений (лето, 2021 г.).

Ключевые слова: взаимоотношения, сивуч, северный морской котик.

Изучение взаимоотношений сивуча *Eumetopias jubatus* и северного морского котика *Callorhinus ursinus* происходило в 50–70 гг. XX в., во времена активного котиного промысла. Некоторые исследователи считали, что сивучи, являясь конкурентами, вытесняют с лежбищ котиков. Другие, наоборот, доказывают, что интенсивное использование тюленями островных систем достигается координацией годовых циклов, следовательно, обусловливается отсутствие острой конкуренции между данными видами [1–3]. Оказалось, что у сивучей период родов и спаривания происходит раньше, чем у котиков, и массовый выход самок северного морского котика приходится на период распада гаремов сивучей, что позволяет оптимально использовать ресурсы лежбища обоими видами [1].

В прошлом столетии стоял вопрос о том, как влияет сивуч на ценный промысловый вид, сейчас же котик потерял свою промысловую значимость, а сивуч находится в Красной книге и подлежит строгой охране. В связи с этим, на первый план выходят проблемы, характеризующиеся сохранением и выживанием сивуча [3].

Ряд работ отечественных ученых посвящен взаимоотношениям представителей ушастых тюленей на Командорских островах [2–4].

Однако есть лишь единичные исследовательские материалы межвидовых связей внутри семейства на о. Тюлений, для которого характерно чрезвычайно плотное заселение в репродуктивный период. Гаремы сивучей сосредоточены в прибрежной приливно-отливной зоне, отдельные молодые животные и детеныши проникают вглубь пляжа. Гаремы котиков расположены на всем открытом пространстве, а также поднимаются на плато к востоку острова.

Отсюда целью настоящей работы явилась оценка взаимоотношений сивуча и северного морского котика на гаремном участке.

Основные задачи исследования:

1. Выбрать типичный, просматриваемый участок острова.
2. Провести серию визуальных наблюдений на выбранном пространстве.
3. Зафиксировать взаимоотношения и их характер между различными половозрастными группами животных.

Материалы были собраны в период с 21.06.2021 по 31.07.2021. Наблюдения проводились за прибрежной зоной и побережьем участков 8 и 9 о. Тюлений, в течение 30–90 минут в отрезок времени с 18:30 до 20:30. Отмечались сивучи с опознавательными знаками (тавро или ошейник), регистрировались время их взаимодействия, половозрастная категория сивуча и северного морского котика, краткое описание взаимодействия с сопровождением описания погодных условий. Часть наблюдений фиксировалась на фото- и видеосъемку.

В работе использовался бинокль. Пункт наблюдений находился на высоте около 13 м, между 8 и 9 участками. Лежбище расположено на пляже, который представлен плохо отсортированным галечником с песчаным заполнением [5].

В ходе работы было проведено 20 визуальных наблюдений, часть запланированных наблюдений не состоялась из-за низкой видимости и неблагоприятных погодных условий.

По нашим данным, на поведение тюленей оказывали воздействие погодные условия: в солнечные жаркие дни они были менее подвижны, что приводило к снижению как внутривидовых, так и межвидовых контактов. Были выделены следующие виды взаимодействий: проход или проникновение на территорию гарема, насильственные действия, игра, защита, отстаивание границ гарема, а также проход по щенку.

Оказалось, что 65,17% контактов приходилось на взаимодействия самок сивуча с детенышами и разновозрастных самцами котика. Самки двух видов не проявляли никакого интереса друг к другу. Гаремные секачи сивучей практически не реагировали на территориальных и гаремных секачей котика, были зафиксированы единичные случаи конфликтов.

Только 28,57% взаимодействий между сивучами и северными морскими котиками заканчивались непосредственным агрессивным физическим контактом (укусом, удержанием и проч.). В двух случаях было зафиксировано агрессивное поведение (укус, отбрасывание от себя) со стороны самки сивуча, лежащей со своим детенышем, в сторону проходившего мимо щенка котика.

На выходящих на территорию гаремов молодых самцов сивучей агрессивно реагировали гаремные секачи обоих видов.

Было зафиксировано 8 случаев нападения молодых самцов котиков на сивучат, 6 из которых произошли в июне. Только в одном случае котика отогнал гаремный секач сивуча. В остальных, происходящих на территориях сивучиных гаремов, самки отгоняли от себя преследуемого сивучонка. В июле сивучата были достаточно крупными, чтобы самостоятельно дать отпор.

Таким образом, межвидовые контакты ушастых тюленей, как правило, не несут насильственный характер и являются нейтральными, однако исключением является интерес молодых самцов котика к сивучатам.

Работа проводилась при поддержке North Pacific Wildlife Consulting, LLC.

Библиографический список

1. Крушинская Н.Л., Лисицына Т.Ю. Поведение морских млекопитающих. М: Наука, 1983. 336 с.
2. Лисицына Т.Ю., Бурдин А.М. Межвидовые взаимоотношения в сообществе морских млекопитающих северного побережья острова Беринга (Командорские острова) // Морские млекопитающие Голарктики: сб. научн. трудов. СПб, 2006. С. 316–319.
3. Никулин В.С., Бурканов В.Н. Взаимоотношения сивуча *Eumetopias jubatus* и северного морского котика *Callorhinus ursinus* на Северо-Западном лежбище острова Беринга в 2013–2015 гг. // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: тез. докл. XVI межд. науч. конф. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2015. С. 324–327.
4. Бородавкина М.В., Мамаев Е.Г., Рязанов С.Д. Результаты наблюдений за сообществом крупных млекопитающих в прибрежной зоне и на берегу определенного участка о. Медный (Командорские острова) // Морские млекопитающие Голарктики: сб. научн. трудов. Т. 1. Москва, 2015. С. 83–88.
5. Кузин А.Е. Пространственная структура и возрастно-половой состав залежек сивуча на о. Тюленьем (Сахалинская область) // Известия ТИНРО. Т. 143. Владивосток: ТИНРО-центр, 2005. С. 97–107.

**Оценка относительного обилия таежного клеща
Ixodes persulcatus Schulze с помощью маршрутных учетов
на территории УНБ «Предуралье»**

**Е.Е. Соловьёва, В.С. Тиморгалеева, В.Е. Ефимик
ПГНИУ**

Аннотация. В мае–июле 2021 г на территории учебно-научной базы «Предуралье» Пермского государственного национального исследовательского университета было изучено относительное обилие таежного клеща *Ixodes persulcatus* Schulze с помощью маршрутных учетов. Было отмечено, что концентрация клещей в пределах активно посещаемых дорог и троп значительно выше, чем в естественных экосистемах и на редко посещаемых лесных дорогах.

Ключевые слова: таежный клещ, маршрутный учет, относительное обилие.

Пермский край относится к районам с высоким уровнем активности иксодовых клещей и высоким уровнем заболеваемости, связанными с клещевыми инфекциями [1, 3].

Учебно-научная база «Предуралье» Пермского государственного национального исследовательского университета, расположенная на границе Кунгурского и Кишертского районов Пермского края ежегодно является местом для проведения полевых учебных, производственных практик, а также научных исследований для более чем 300 студентов и сотрудников. В то же время территория УНБ «Предуралье» входит в зону природных очагов опасных клещевых заболеваний, таких как вирусный клещевой энцефалит, иксодовый клещевой боррелиоз, и другие. Поэтому, было особенно важно оценить потенциальную опасность для людей, ежегодно посещающих данное место.

Сбор материала проводили в мае–июле 2021 г. по методике, принятой для изучения иксодовых клещей [2, 4]. Для сбора материала применялся флаг (кусоч «вафельной» ткани 60х100 см, закрепленной на рейке со шнуром). Оценка обилия клещей, рассчитывалась на 1 км маршрута и на одного учетчика (флаг/км).

Для учета численности клещей было проложено 6 стационарных маршрутов (рис. 1): МС-1 – через темнохвойный лес от западного края поляны «Веселуха» до профессорских дач, МС-2 – через широколиственный лес до зарастающих полей на границе, МС-3 – через темнохвойный лес от северо-западного края поляны «Веселуха» на север и запад с возвращением на исходную., МС-4 – через темнохвойный лес от острова по правому берегу р.Сылва вверх против течения, МС-5 – тропа

через смешанный лес до скалы «Бастион-2», МС-6 – дорога по правому берегу р.Сылва от д. Частые до острова.

На рисунке 2 изображен график активности таежного клеща по усредненным данным на всех маршрутах за период исследования. Стоит отметить, что большая активность клещей наблюдалась в период с конца мая по первую половину июня с двумя пиками – 30 мая и 13 июня. В это время среднее количество особей на один маршрут примерно равнялось 30 экз. на флажок/км. Со второй половины июня происходит спад, а с 20 июля клещи уже не попадались.

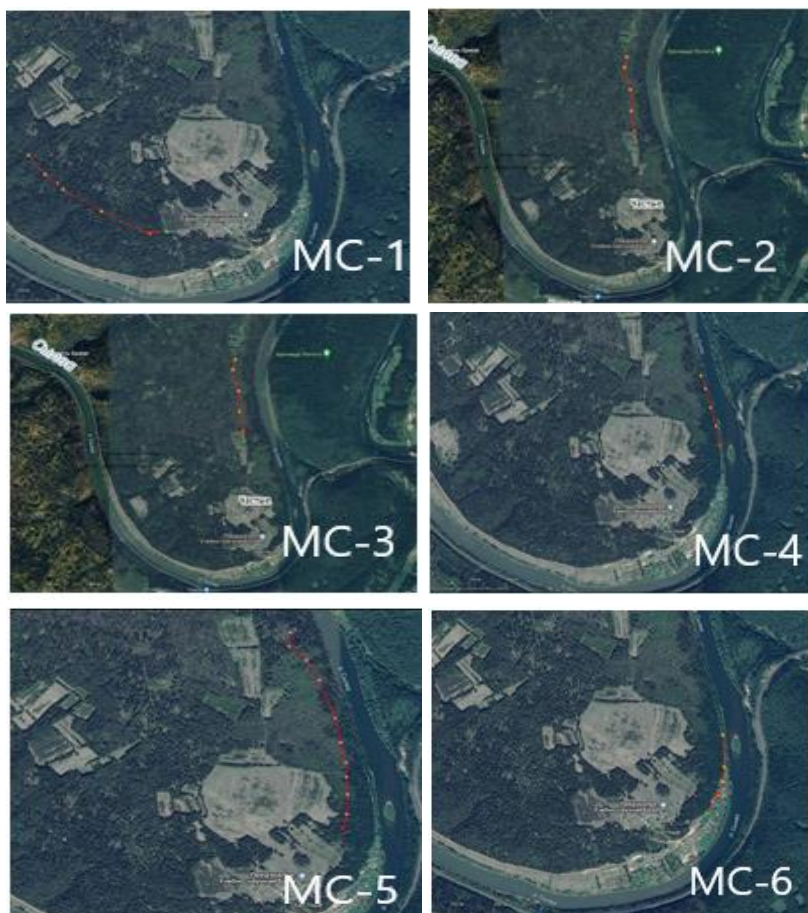


Рис. 1. Схемы стационарных маршрутов на карте УНБ «Предуралье» (пояснения в тексте).

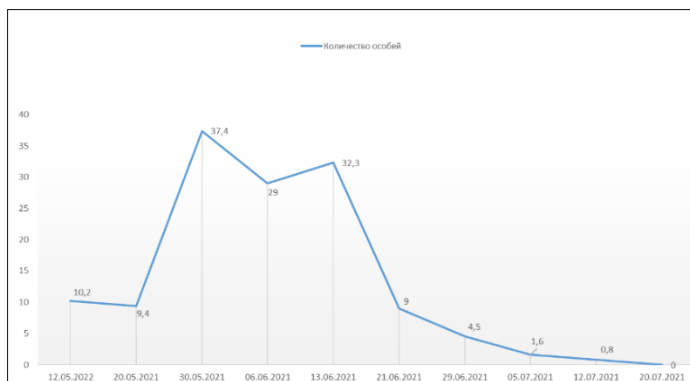


Рис. 2. Среднее количество клещей на 1 маршрут по декадам за сезон исследования на территории УНБ «Предуралье».

Для оценки биотопической приуроченности таежного клеща использовались показатели относительного обилия, рассчитанного по сумме ежедекадных показателей обилия на 1 км маршрута за период активности [5].

Анализ относительного обилия таежного клеща на различных маршрутах показал следующее. Наибольшая концентрация клещей за период исследования наблюдалась на стационарных маршрутах МС-1 и МС-4. Численность клещей на них составила 100 и 96 экз. на флаго/км соответственно. Примерно в два раза меньше клещей было собрано на маршрутах МС-5 и МС-6 (43 и 46 экз. на флаго/км соответственно). На маршруте МС-2 было зафиксировано 26 клещей на флаго/км. Наименьшая концентрация клещей наблюдалась на маршруте МС-3, где численность составила 5 экз. на флаго/км.

Мы обратили внимание на тот факт, что маршруты МС-1 и МС-3, проходившие по дорогам через однотипные леса – темно-хвойники, отличаются по обилию клещей в 20 раз. Эти маршруты различаются еще и тем, что по дороге через лес до профессорских дач (МС-1) постоянно ходят студенты по одиночке и группами на экскурсии, а дорога по маршруту МС-3 не популярна и редко посещается в основном лесниками. Вероятно, есть какая-то связь присутствия клещей в местах, где повышена активность их потенциальных прокормителей, что, конечно же, требует дополнительных исследований.

Также, было замечено, что концентрация клещей в пределах дорог и троп значительно выше, чем в естественных экосистемах. В рекомендациях специалистов-акариологов по распределению маршрутов на местности так и указывается: «учеты клещей по тропам проводить не следует, если не преследуются специальные цели» [5]. Как раз такие

цели мы и преследовали. Все, активно посещаемые людьми, дороги, а стационарные маршруты проходили только по ним, отличаются высоким уровнем активности таежного клеща. Это маршруты МС-1, МС-4, МС-5 и МС-6. Редко посещаемые дороги отличаются низкой численностью клещей. К ним относятся маршруты МС-2 и МС-3. Даже маршруты, проходившие по дорогам через однотипные леса, отличаются низким обилием клещей, вероятно из-за низкой активности людей – одного из прокормителей имаго таежного клеща в данной местности.

Библиографический список

1. Берестнев В.В., Ефимик В.Е. Новые данные о распространении *Dermacentor reticulatus* Fabricius, 1794 в Пермском крае // Вестник Пермского университета. Сер. Биология. 2021. Вып. 3. С. 185–190.
2. Беспятова Л. А., Бугмырин С. В. Иксодовые клещи Карелии (распространение, экология, клещевые инфекции): учебно-методическое пособие. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2012. 100 с.
3. Николенко В.В., Воробьева Н.Н., Меркурьева Е.В., Николенко А.В., Суслина О.А. Иксодовый клещевой боррелиоз: клинико-эпидемиологические особенности течения на территории крупного промышленного центра Западного Урала // Пермский медицинский журнал, 2020. Т. 37, №4. С. 46–53.
4. Сбор, учет и подготовка к лабораторному исследованию кровососущих членистоногих в природных очагах опасных инфекционных болезней: методические указания. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011. 55 с.
5. Таежный клещ *Ixodes persulcatus* Schulze (Acarina, Ixodidae): Морфология, систематика, экология, медицинское значение. Л.: Наука, 1985. 416 с.

Качественная и количественная структура попадаемости насекомых в модифицированные ловушки H-trap с приманками различных цветов

П.А. Стольников, М.Я. Лямин

ПГНИУ

Аннотация. В данной статье предоставлены данные о исследовании специфики попадаемости насекомых в модифицированные ловушки H-trap с различными типами приманок. Были использованы черная, красная, синяя, хаки и два типа черно-белых пятнистых приманок. Наиболее эффективной для отлова слепней оказалась черная приманка. Красная, синяя и хаки приманки оказались наиболее эффективны для отлова насекомых, при исключении слепней, в разные промежутки времени.

Ключевые слова: ловушка H-trap, слепни, зрение насекомых.

Исследования проводились на территории Государственного Троицкого комплексного заказника (Троицкий район, Челябинской области) в период с 30 мая по 20 июля 2021 года. Целью данной работы является изучение качественной и количественной структуры попадаемости насекомых различных семейств, при использовании сменных приманок различных типов. Определение семейств отряда Diptera производилось по определителю Э.П. Нарчук [Нарчук, 2003]. Определение семейств остальных насекомых по определителю Г.Н. Горностаева [Горностаев, 1999]. Для представителей семейства Tabanidae определение происходило до видов по определителю Н.Г. Олсуфьева [Олсуфьев, 1977]. Сбор материала осуществлялся с помощью четырёх модифицированных ловушек H-trap, расположенных по кругу на расстоянии 10 метров друг от друга. Материал вынимался из ловушек каждые два дня, после чего менялась конфигурация расположения приманок в соответствии с запланированным графиком. Известно, что видимый диапазон насекомых сильно варьирует у разных видов [Хвир, Буга, 2009]. Для исследования были выбраны следующие типы приманок: чёрная, синяя, красная, хаки, чёрно-белая и бело-чёрная. Чёрно-белая и бело-чёрная приманки представляли собой бихромные типы с чёрными пятнами на белой поверхности и белыми на чёрной, соответственно. Ранее было доказано, что увеличение количества пятен, при сохранении занимаемой площади снижает эффективность приманки [Miklos Blaho et al., 2012]. В данной работе происходит сравнение пятнистых приманок при противопоставлении цветов.

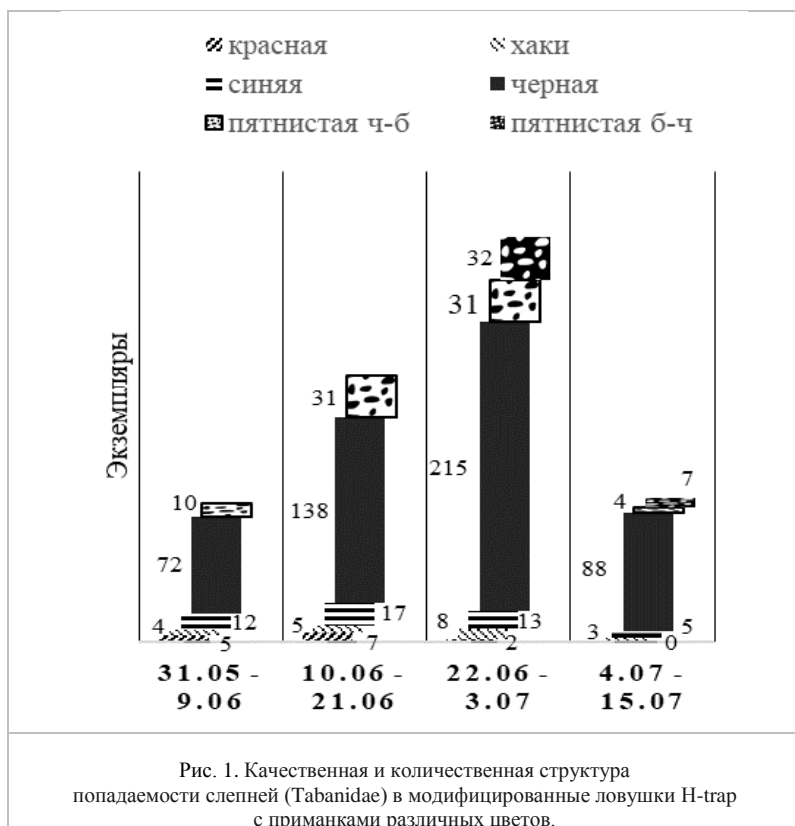


График (рис. 1) отображает поймаемость слепней в ловушки с разными типами приманок за равные количества учетов. На данном графике видно, что максимальная активность слепней наблюдается во вторую и третью декады июня. Черный тип приманки обладает наибольшей эффективностью. Среди остальных типов приманки наиболее эффективны вариации черно-белых приманок – черно-белая и бело-черная. Бело-черная приманка была добавлена позже остальных, однако данные, полученные за последние два промежутка времени позволяют судить о том, что ее эффективность близка к эффективности черно-белой приманки. Среди цветных приманок наиболее эффективна синяя приманка. Красная и хаки приманки обладают близкой по значению эффективностью.

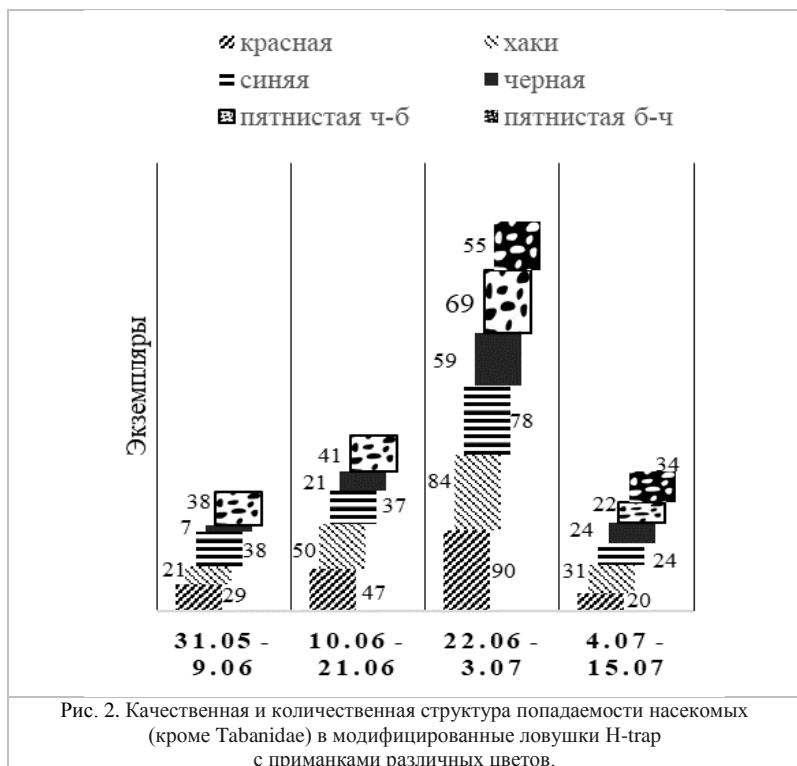


Рис. 2. Качественная и количественная структура попадаемости насекомых (кроме Tabanidae) в модифицированные ловушки H-trap с приманками различных цветов.

На графике (рис. 2) видно, что попадаемость насекомых, не учитывая слепней, в ловушки с разными типами приманок за равные количества учетов. На данном графике видно, что максимальная активность насекомых также наблюдается во вторую и третью декады июня. Это связано с благоприятными условиями в данный промежуток времени. В различные промежутки времени доминирующими оказываются разные типы цветных ловушек: в первую декаду – синяя ловушка, во вторую – хаки, в третью декаду – красная. Тип доминирующей ловушки может зависеть от фенофазы растительного сообщества, привлекая насекомых, опыляющих растения со схожим цветом цветка.

Библиографический список

1. Нарчук Э.П. Определитель семейств двукрылых насекомых (Insecta: Diptera) фауны России и сопредельных стран (с кратким обзором семейств мировой фауны) // Труды Зоологического института РАН. Т. 294. СПб, 2003. 250 с.

2. Горностаев Г.Н. Определитель отрядов и семейств насекомых фауны России / Г.Н. Горностаев. М.: Логос, 1999. 159 с.
3. Олсуфьев Н.Г. Слепни (сем. Tabanidae) Фауна СССР. Т. 7. Вып. 2. Л.: «Наука», 1977. 435 с.
4. Хвир В.И., Буга С.В. Опыление цветковых растений насекомыми. 2009. С. 51–55.
5. Blaho M., et. all. Stripes disrupt odour attractiveness to biting horseflies: Battle between ammonia, CO₂, and colour pattern for dominance in the sensory systems of host-seeking tabanids // *Physiology & Behavior*. 2013. №119. P. 168–174.

Наземные моллюски УНБ «Предуралье»

М.А. Тартмина, Н.Б. Овчанкова

ПГНИУ

Аннотация. Впервые представлен аннотированный список видов брюхоногих моллюсков УНБ «Предуралье». В список было включено 15 видов брюхоногих моллюсков из 7 биотопов (суходольный луг, пойменный луг, заросли околотовной растительности, березняк, прибрежный лес, смешанный лес и хвойный лес). Впервые для региона установлено 8 видов моллюсков.

Ключевые слова: брюхоногие моллюски, Прикамье, Предуралье.

Сбор материала проводился с 28 мая по 19 июля 2021 года в УНБ «Предуралье». Материал собирался с 7 биотопов (рис. 1). Собрано и обработано 468 экземпляров брюхоногих моллюсков.



Рис. 1. Карта биотопов: 1 – заросли околотовной растительности, 2 – пойменный луг, 3 – суходольный луг, 4 – прибрежный лес, 5 – березняк, 6 – смешанный лес, 7 – хвойный лес.

Результаты и их обсуждение.

На основании оригинальных данных для УНБ «Предуралье» выявлено 15 видов наземных брюхоногих моллюсков из 10 семейств и 13 родов подкласса Pulmonata, отряда Stylommatophora: Zonitidae (3 рода, 3 вида), Succineidae (1 род, 2 вида), Hygromiidae (2 рода, 2 вида), Cochlicopidae (1 род, 2 вида), Bradybaenidae (1 род, 1 вид), Valloniidae (1 род, 1 вид), Euconulidae (1 род, 1 вид), Arionidae (1 род, 1 вид), Helicidae (1 род, 1 вид), Boettgerillidae (1 род, 1 вид).

Для Пермского Прикамья впервые указываются 8 видов наземных моллюсков: *Succinea putris* (Linnaeus, 1758), *Succinea oblonga* Draparnaud, 1801, *Vallonia pulchella* (O.F. Müller, 1774), *Oxychilus* (*Oxychilus*) *draparnaldi* (Beck, 1837), *Zonitoides nitidus* (O.F. Müller, 1774), *Arion circumscriptus* John. 1828, *Trichia* (*Trichia*) *hispida* (Linnaeus, 1758), *Boettgerilla pallens* Simroth, 1912.

Для зоогеографической характеристики видов брюхоногих моллюсков за основу взята система ареалов К.Б. Городкова (1984). Из трёх составляющих ареала использована только долготная. Анализ ареалов установленных видов позволяет отнести их к шести зоогеографическим группам (табл. 1):

1. Голарктические – широко распространённые в Северном полушарии виды;
2. Европейские – распространённые на территории Европы; Урал для них является восточной границей распространения;
3. Западно-палеарктические – обитающие на территории Европы и Северной Африки;
4. Европейско-Сибирские – обитающие на территории Европы, Урала и Сибири;
5. Европейско-центральноазиатские – обитающие на территории Европы и Центральной Азии;
6. Палеарктические – распространённые на территории Европы, Азии к северу от Гималаев и без Аравийского полуострова, а также в Северной Африке до южного края пустыни Сахара [1].

Ядро фауны исследуемого региона составляют голарктические виды (46,7% от общего видового состава). Несколько меньший вклад вносят виды с европейским распространением (20% от общего видового состава). Западно-палеарктические виды составляют 13,3% от общего состава. Один вид *Pseudotrachia rubiginosa* (A. Schmidt, 1853) имеет европейско-сибирское распространение, вид *Succinea oblonga* Draparnaud, 1801 имеет европейско-центральноазиатское распространение, вид *S. putris* (Linnaeus, 1758) имеет палеарктическое распространение, их вклад в общее видовое богатство незначителен (по 6,7%).

Таблица 1

Список видов моллюсков с типами ареалов

Группировка	Виды	Доля, %
Голарктическая	<i>Cochlicopa lubrica</i> (O.F. Müller, 1774), <i>C. lubricella</i> (Porro, 1838), <i>Vallonia pulchella</i> (O.F. Müller, 1774), <i>Euconulus fulvus</i> (O.F. Müller, 1774), <i>Perpolita hammonis</i> (Strom, 1765), <i>Zonitoides nitidus</i> (O.F. Müller, 1774), <i>Arion circumscriptus</i> John. 1828	46,7
Европейская	<i>Oxychilus (Oxychilus) draparnaldi</i> (Beck, 1837), <i>Trichia (Trichia) hispida</i> (Linnaeus, 1758), <i>Boettgerilla pallens</i> Simroth, 1912	20
Западно-палеарктическая	<i>Fruticicola fruticum</i> (O.F. Müller, 1774), <i>Euomphalia strigella</i> (Draparnaud, 1801)	13,3
Европейско-Сибирская	<i>Pseudotrichia rubiginosa</i> (A. Schmidt, 1853)	6,7
Европейско-Центральноазиатская	<i>Succinea oblonga</i> Draparnaud, 1801	6,7
Палеарктическая	<i>Succinea putris</i> (Linnaeus, 1758)	6,7

В целом полученные данные зоографического анализа согласуются с представлениями И.М. Лихарева, Е.С. Раммельмейера [2] и подтверждают наличие Среднего Урала (в состав которого входит УНБ «Предуралье»), характеризующегося доминированием голарктических и европейских видов.

Библиографический список

1. Городков К.Б. Типы ареалов насекомых тундры и лесных зон европейской части СССР. Л.: Наука, 1984. С. 3–20.
2. Лихарев И.М. Наземные моллюски фауны СССР / И.М. Лихарев, Е.С. Раммельмейер. Санкт-Петербург: АН СССР, 1952. 511 с.
3. Лихарев И.М. Фауна СССР. Моллюски. Т. 3, вып. 5. Слизни фауны СССР и сопредельных стран / И.М. Лихарев, А.И. Виктор. Санкт-Петербург: сб. науч. тр. Зоол. ин-та АН СССР, 1979. 438 с.
4. Хохуткин И.М. Моллюски Свердловской области. Атлас-справочник / И.М. Хохуткин, Н.Г. Ерохин, М.Е. Гребенников. Екатеринбург: УрО РАН, 2000. 176 с.
5. Хохуткин И.М. Моллюски: Биоразнообразие, экология / И.М. Хохуткин, Н.Г. Ерохин, М.Е. Гребенников. Екатеринбург: УрО РАН, 2003. 227 с.

Кишечные паразиты северного морского котика моря Беринга
А.А. Трутнева¹, С.С. Мишкин¹, Е.А. Тропина¹, Т.Н. Сивкова^{1, 2}

¹ Пермский ГАТУ

² ПГНИУ

Аннотация. Проведено паразитологическое исследование проб содержимого кишечника добытых традиционным промыслом северных морских котиков моря Беринга комбинированным и седиментационным методами. Установлено наличие заражения анизакидозом, трематодо-
зами и пиромикцефалезом.

Ключевые слова: морские котики, гельминты.

Морская рыба во всех акваториях мирового океана заражена различными гельминтами, которые также относятся к атропозоонозам. В природе их окончательными хозяевами являются хищные морские млекопитающие, к которым относится и северный морской котик – *Callorhinus ursinus* (Linnaeus, 1758). Актуальность нашей работы заключается в необходимости изучения котиков и сохранения экосистемы Берингова моря.

Цель настоящего исследования – выявление степени зараженности кишечными паразитами северных морских котиков.

В сентябре 2021 г. в период экспедиции на остров Беринга были получены 14 образцов содержимого кишечника добытых традиционным промыслом морских котиков. В лабораторию паразитологии Пермского ГАТУ материал, фиксированный 4%-ным раствором нейтрального формалина, был любезно предоставлен кандидатом биологических наук, научным сотрудником Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии Согриной Анастасией Викторовной.

Пробы исследовали методом Г.А. Котельникова и В.М. Хренова с раствором аммиачной селитры, а также методом последовательных промываний. Препараты просматривали на микроскопе Meiji (Япония) с увеличением x100 и x400 и фотографировали с использованием камеры Vision (Канада). Определение видовой принадлежности паразитов осуществляли по имеющимся в отечественной и зарубежной литературе описаниям.

В результате паразитологического исследования содержимого кишечника северных котиков в 5 пробах из 14 были обнаружены кишечные паразиты, таким образом, экстенсивность инвазии (ЭИ) в целом составила 35,71%.

Среди паразитов были выявлены лентецы – *Piromicrocephalus phocarum* (Fabricius, 1780) Monticelli, 1890, нематоды – *Anisakis spp.* (Dujardin, 1845), а также четыре вида трематод (рис.). Количество выявленных экземпляров кишечных паразитов в каждом образце оказалось небольшим, что позволяет судить об относительно невысокой интенсивности инвазии обследованных животных.

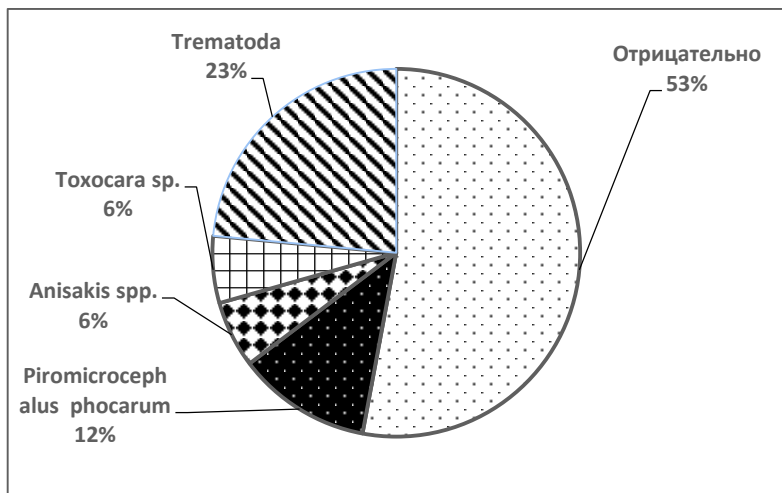


Рис. Экстенсивность инвазии северных морских котиков.

У северного морского котика ранее выявляли 6 видов скребней, 10 видов цестод, 7 – нематод и 4 вида трематод [1].

Цикл развития выявленных паразитов сложный с неоднократной сменой хозяев [2, 3]. Основными хозяевами являются морские млекопитающие (морские котики, моржи, киты, тюлени), в качестве промежуточных хозяев первой стадии выступают рачки, моллюски, во второй – рыбы, кальмары и каракатицы, но в циклах развития некоторых видов гельминтов они могут и отсутствовать. Человек, домашние животные и птицы являются случайными хозяевами, заражаясь при употреблении сырой или недостаточно термически обработанной рыбы [3]. Зараженность рыбы личинками анизакид во многих странах Европы, Северной и Южной Америки, а также Юго-Восточной Азии может достигать 100% [4, 5].

Таким образом, паразитологическое исследование содержимого кишечника северных котиков с моря Беринга свидетельствует о 35,71%-ной экстенсивности инвазии кишечными паразитами.

Библиографический список

1. Felix J.R. Reported Incidences of Parasitic Infections in Marine Mammals from 1892 to 1978. Zea E-Books. 2013. 153 p.
2. Сивкова Т.Н. Имагинальные цестодозы: учебное пособие; М-во с.-х. РФ, федеральное гос. бюджетное образов. учреждение высшего образов. «Пермский гос. аграрно-технолог. ун-т им. акад. Д.Н. Прянишникова». Пермь: ИПЦ «Прокрость». 2018. 147 с.
3. Гаевская А.В. Анизакидные нематоды и заболевания, вызываемые ими у животных и человека // Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. 2005. 223 с.
4. Hoshino C., Narita M. Anisakis simplex – induced anaphylaxis // J Infect Chemother. 2011. №17. С. 544–546.
5. Беспалова Н.С. Трематоды и трематодозы домашних животных: учебное пособие. Воронеж: ВГАУ, 2016. 184 с.

Моллюски в составе зообентоса нижнего течения реки Амур

А.С. Филиппова, Н.Б. Овчанкова

ПГНИУ

Аннотация. В составе зообентоса нижнего течения реки Амур всего выявлено 28 таксонов беспозвоночных. Обнаружены брюхоногие моллюски (Gastropoda) – 14 видов и двустворчатые (Bivalvia) – 4 вида, личинки амфибиотических насекомых из четырех отрядов, помимо насекомых найдены пиявки (Hirudinea), равноногие ракообразные (Isopoda), десятиногие ракообразные (Decapoda). Наибольший уровень развития моллюсков наблюдается в протоке Какинская – 2587,7 г/м². Весьма значительна роль моллюсков вблизи Магинского сельского поселения и села Сусанино – 1587,4 и 1502,15 г/м² соответственно. Наименьшие количественные показатели развития моллюсков зарегистрированы в протоке Капкудан: 6,53 г/м². Наибольший показатель численности моллюсков наблюдается на острове Мага 1265,4 экз/м². Весьма значительна численность моллюсков в протоке Какинская – 965,7 экз/м². В оз Гавань и протоке Пальвинская численность моллюсков составляет 0 экз/м².

Ключевые слова: моллюски, зообентос, река Амур.

Пресноводные моллюски представляют собой таксономически разнообразную, экологически пластичную и весьма широко распространенную группу гидробионтов, роль которых в жизни пресноводных экосистем огромна. Без изучения моллюсков невозможно ни комплексное исследование континентальных водоемов, ни решение таких важнейших практических задач, как профилактика трематодозов, оценка рыбохозяйственного значения водоемов, биомониторинг. Малакологические данные используются также в целях стратиграфии – раковины моллюсков относительно неплохо сохраняются в отложениях и во многих случаях являются руководящими ископаемыми [4, 8, 13].

Река Амур – одна из наиболее значительных рек России, по водности уступающая лишь Енисею, Оби и Лене. Образуется слиянием рек Аргуни и Шилки, впадает восточнее г. Николаевск-на-Амуре в Амурский лиман Татарского пролива. Длина р. Амур от места слияния составляющих ее рек до устья 2824 км. По характеру строения долины и русла и по условиям протекания р. Амур принято делить на три части: Верхний, Средний и Нижний. Верхний Амур начинается от места слияния рек Шилки и Аргуни и заканчивается у г. Благовещенска, у устья р. Зеи. Длина его 883 км. Средний Амур охватывает участок между

гг. Благовещенском и Хабаровском. Длина его 975 км. Нижний Амур наиболее протяженный (996 км) – от г. Хабаровска до устья [15].

Первые сведения о животном мире Дальнего Востока были получены в XVII и XVIII столетиях от русских землепроходцев – С.И. Дежнева, В.В. Атласова, В.Д. Пояркова, Е.П. Хабарова и других [6]. Самые ранние сборы бентоса были проведены на Амуре в 1907–1913 гг. В.К. Солдатовым. Значительная часть материала по фауне водоемов бассейна р. Уссури и Амур собрана в 1927–1928 гг. экспедицией Зоологического института АН СССР под руководством А.В. Мартынова. Первые рекогносцировочные данные по биомассе бентоса в русле Амура и пойменных озерах нижнего течения получены в 1933 и 1935 гг. Л.В. Микулич и А.А. Ловецкой [7]. Количественные данные развития зообентоса нижнего течения р. Амур и оз. Ханка приводятся в работе Дальневосточного филиала АН СССР и ТИНРО [2].

Работа по изучению бентоса р. Амур и ее поймы проводилась в составе комплексной Амурской ихтиологической экспедиции при НИИЗ МГУ и ТИНРО в 1945–1949 гг. Участниками экспедиции был собран материал из 50 различных водоемов бассейна Верхнего и Нижнего Амура и прилегающих районов. В Амурском отделении ТИНРО (ныне Хабаровский филиал ТИНРО) в 1948–1962 гг. под руководством В.Я. Леванидова проводилось планомерное изучение кормовых ресурсов рыб в притоках Амура и Уссури, а также кормовой базы и питания мальков лососей на рыбоводных заводах Амура [9]. В 1971 г. В.Я. и И.М. Леванидовы организовали Лабораторию пресноводной гидробиологии и ихтиологии в составе Биолого-почвенного института (БПИ) ДВНЦ АН СССР для целенаправленного изучения экосистем континентальных водоемов Дальнего Востока России. За прошедшие 30 лет исследованиями сотрудников гидробиологических лабораторий БПИ значительно расширены знания по фауне, систематике и распространению беспозвоночных, населяющих водотоки и водоемы Дальнего Востока, в том числе и р. Амур [10].

Известны публикации, посвященные изучению распространения и биологии двустворчатого моллюска корбикулы японской (*Corbicula japonica*) [3]. В работе Д.В. Матафонова и др. (2004) отражены результаты гидробиологического обследования водотоков бассейна реки Амур (Читинская область), всего авторами отмечено 16 групп донных беспозвоночных [11]. М.О. Засыпкиной 2008 г. приводятся данные по видовому составу и распространению водной малакофауны бассейна Верхнего Амура. Автором отмечено 43 вида водных моллюсков из 11 семейств и проведен краткий биогеографический анализ [5].

Сведения о составе зообентоса реки Амур отражены в работе С.Е. Сиротского и др. 2009 г. [12]. В 2012 В.В. Богатовым была проведена ревизия амурских *Nodulariinae* (рода *Nodularia* и *Middendorffinaia*) [1].

В работе Н.М. Яворской 2015 г. впервые получены количественные характеристики зообентоса р. Левая (басс. р. Амур), протекающей по территории пригородной зоны г. Хабаровска. В бентосной фауне р. Левая автором обнаружено 15 систематических групп [14].

Из относительно поздних работ следует отметить публикацию Н.М. Яворской (2016), в которой автор указывает 295 таксонов беспозвоночных животных в составе зообентоса левобережных притоков Нижнего Амура. Среди беспозвоночных широко представлены оказались личинки поденок, веснянок, ручейников и хирономид [15]. В публикации Н.М. Яворской (2017) приводятся результаты исследований реки Амур после катастрофического наводнения 2013 г. Автором дается оценка изменениям в структуре зообентоса на примере протоки Амурская (окрестности г. Хабаровск) [16]. В работе Н.М. Яворской (2020) представлена информация об общем таксономическом составе и встречаемости донных беспозвоночных водоемов и водотоков заповедника «Болоньский» (Хабаровский край, Россия), а также приводятся данные по структуре, и количественным показателям их популяций. Всего автором зарегистрировано 168 таксонов из 15 систематических групп гидробионтов (весной и летом – по 15 групп, осенью – 11), большинство из которых составляли хирономиды (87 видов), ручейники (18 видов) и поденки (16 видов) [17].

Наша работа является продолжением изучения таксономического богатства зообентоса Нижнего Амура, в том числе и пресноводных моллюсков; а также изучения особенностей количественного развития донных организмов. Основу оригинальных данных составляют результаты таксономической обработки донных беспозвоночных из гидробиологических проб, выполненные автором во время экспедиции на научно-исследовательском судне «Профессор Солдатов» (тип «Ярославец») в период с 16 по 30 июня. Заключительным этапом был сбор материала в окрестностях города Хабаровска с 9 по 16 июля.

Пробы отбирались с помощью дночерпателя Петерсена и скребка. Пробы с помощью дночерпателя были взяты в четырех точках: вблизи поселка Тыр (озеро Мачи), вблизи поселка Иннокентьевка, протока Пальвинская, вблизи поселка Мага. С помощью скребка пробы были взяты в пятнадцати точках. В ходе полевых работ в общей сложности было собрано 40 гидробиологических проб.

В составе зообентоса нижнего течения реки Амур всего выявлено 28 таксонов беспозвоночных. Вблизи острова Мага и Магинского сельского поселения обнаружено 9 и 7 таксонов соответственно, 8 таксонов обнаружено вблизи села Сусанино. Меньшее число таксонов было обнаружено в протоке Какинская, озере Орель и Чля (по 5 таксонов).

В составе донных беспозвоночных нижнего течения реки Амур обнаружены брюхоногие моллюски (Gastropoda) – 14 видов, двусторчатые моллюски (Bivalvia) – 4 вида, пиявки (Hirudinea) – 3 вида, а также

личинки амфибиотических насекомых из четырех отрядов: полужесткокрылые (Hemiptera) – 1 вид, стрекозы (Odonata) – 1 вид, хирономиды (Chironomidae) – 1 вид и ручейники (Trichoptera) – 1 вид. Помимо насекомых найдены равноногие ракообразные (Isopoda) – 1 вид и десятиногие ракообразные (Decapoda) – 1 вид. Наибольшее видовое богатство обеспечивают двустворчатые (Bivalvia) и брюхоногие моллюски (Gastropoda). Менее разнообразны по числу видов личинки амфибиотических насекомых, равноногие и десятиногие ракообразные. Низкое видовое разнообразие по сравнению с литературными данными может быть связано с разливом реки Амур и затоплением берегов во время экспедиции.

Среди двустворчатых моллюсков установлено 4 вида из 2 семейств. В числе Unionidae зарегистрировано 3 вида – *Nodularia middendorffi*, *Cristaria atuberculata* и *Cristaria plicata*. В составе Corbiculidae отмечен один вид – *Corbicula sirotskii*.

Среди брюхоногих моллюсков установлено 14 видов из 6 семейств. В числе Planorbidae зарегистрировано 4 вида – *Anisus stroemi*, *A. zhirmunskii*, *A. acronicus* и *Helicorbis rara*. В составе Viviparidae отмечено три вида – *Cipangopaludina zejaensis*, *C. ussuriensis* и *Amuropaludina pachya*. В семействе Lymnaeidae выявлено три вида – *Radix auricularia*, *Lymnaea liogyra*, *Orientogalba viridis*. В семействах Jugidae, Valvatidae и Bithyniidae отмечено по одному виду: *Parajuga heukelomiana*, *Valvata middendorffi* и *Boreoelona contortrix* соответственно.

Наибольший уровень развития моллюсков наблюдается в протоке Какинская – 2587,7 г/м², высокий показатель биомассы обеспечивает *Cristaria tuberculata*. В протоке Какинская моллюски обеспечивают своим развитием до 98% общей массы донной фауны. Весьма значительна роль моллюсков вблизи Магинского сельского поселения и села Сусанино – 1587,4 и 1502,15 г/м² соответственно, что составляет 97 и 98% общей массы донных животных соответственно. Вблизи острова Мага и озера Чля значение моллюсков значительно ниже (1457,8 и 1189,8 г/м², или 100 и 96% общей массы зообентоса). Во всех случаях высокие показатели биомассы обеспечивают 3 вида – *Cipangopaludina ussuriensis*, *Parajuga heukelomiana* и *Amuropaludina pachya*. Наименьшие количественные показатели развития моллюсков зарегистрированы в протоке Капкудан: 6,53 г/м², что составляет 100% общей массы зообентоса.

Наибольший показатель численности моллюсков наблюдается на острове Мага 1265,4 экз/м², что составляет 100% от общей численности донной фауны. Весьма значительна численность моллюсков в протоке Какинская – 965,7 экз/м², что составляет 83% от общей численности донных животных. Вблизи Магинского сельского поселения (п. Мага)

численность моллюсков значительно ниже – 432,9 экз/м² (93% от общей численности). Во всех случаях высокие показатели численности обеспечивают 3 вида – *Cipangopaludina ussuriensis*, *Parajuga heukelomiana* и *Amuropaludina pachya*. Меньшие количественные показатели отмечены в с. Сусанино, оз. Чля и Протоке Какинская – 366,3, 299,7 и 199,8 экз/м² соответственно. В оз. Чля и с. Сусанино численность моллюсков составляет 92% от общего количества, в протоке Какинская численность моллюсков составляет – 52%. В оз. Гавань и протоке Пальвинская численность моллюсков составляет 0 экз/м².

Таким образом популяции брюхоногих и двустворчатых моллюсков являются важным компонентом изученных зообентоценозов нижнего течения реки Амур, как по численности, так и по биомассе.

Библиографический список

1. Богатов В.В. Перловицы Амура подсемейства Nodulariinae (Bivalvia, Unionidae) // Зоологический журнал. 2012. Т. 91, №12. С. 393–403.
2. Боруцкий Е.В., Ключарева О.А., Никольский Г.В. Донные беспозвоночные (зообентос) Амура и их роль в питании амурских рыб // Труды Амурской ихтиол. экспедиции 1945–1949 гг. М.: МОИП, 1952. Т. 3. С. 5–139.
3. Дуленина П.А. 2003. Корбикула японская (*Corbicula japonica*) внутренних водоемов и эстуариев рек Хабаровского края: информационный обзор // Чтения памяти В.Я. Леванидова. Вып. 2. С. 153–159.
4. Жадин В.И. Пресноводные моллюски СССР. Л.: Ленснбтехиздат, 1933. 232 с.
5. Засыпкина М.О. Фауна водных моллюсков бассейна Верхнего Амура. Владивосток: Дальнаука, 2008. С. 144–150.
6. Куренцов А.И. Животный мир Приамурья и Приморья. Хабаровск: Кн. изд-во, 1959 263 с.
7. Леванидова И.М. Бентос притоков Амура (эколого-фаунистический обзор) // Известия ТИНРО. Т. 64. 1968. С. 181–290.
8. Лешко Ю.В. Моллюски. Фауна Европейского Северо-Востока России. Т. 5. Ч. 1. СПб: Наука, 1998. 168 с.
9. Макаrenchенко Е.А., Макаrenchенко М.А., Зорина О.В., Яворская Н.М. Предварительные данные по фауне хирономид (Diptera, Chironomidae) бассейна реки Амур // Пресноводные экосистемы бассейна реки Амур. Владивосток: Дальнаука, 2008. С. 189–208.
10. Макаrenchенко Е.А., Богатов В.В. Гидробиологические исследования в Биолого-почвенном институте ДВО РАН // История науки и техники. 2012. №1 С. 58–69.
11. Матафонов Д.В., Лиханов В.В., Тараканова Т.К., Латынцев А.А., Суханова Е.А., Аллоярова О.В. 2005. Результаты гидробиологического

обследования водотоков бассейна реки Амур (Читинская область) в 2004 году // Горные экосистемы Южной Сибири: изучение, охрана и рациональное природопользование: тр. ГПЗ «Тигирекский». Барнаул. Вып. 1. С. 319–323.

12. Сиротский С.Е., Макаrenchенко Е.А., Макаrenchенко М.А. Характеристика бассейна реки Амур по составу зообентоса // Вопр. рыболовства. Т. 10. №3(39). 2009. С. 453–467.

13. Хохуткин И.М., Винарский М.В., Гребенников М.Е. Моллюски Урала и прилегающих территорий. Семейство Прудовиковые *Lymnaeidae* (Gastropoda, Pulmonata, Lymnaeiformes). Екатеринбург: Голицкий, 2009. Ч. 1. 156 с.

14. Яворская Н.М. Структура сообществ донных беспозвоночных животных реки Левая (бассейн реки Амур) (Хабаровский край) // Амур. зоол. журн. 2015. Т. 7, №1. С. 14–19.

15. Яворская Н.М. Донные беспозвоночные левобережных притоков Нижнего Амура (Хабаровский край) // Региональные проблемы. 2016. Т. 19, №3. С. 62–72.

16. Яворская Н.М. Состояние реки Амур после катастрофического наводнения 2013 г.: оценка изменений в структуре зообентоса на примере протоки Амурская (окрестности г. Хабаровск) // Вода: химия и экология. №2. 2017. С. 51–58.

17. Яворская Н.М. Зообентос водоемов и водотоков заповедника «Болоньский» (Россия) // Nature Conservation Research. Заповедная наука. 2020. Т.5, №2. С. 64–79.

Эколого-орнитологическая обстановка на аэродроме «Диксон»

Р.В. Харин, Г.К. Матвеева

ПГНИУ

Аннотация. Представлены сведения по оценке орнитологической обстановки аэродрома «Диксон» в осенний и весенний периоды.

Ключевые слова: авиационная орнитология, безопасность полетов, аэропорт, аэродром, Диксон.

Аэродром располагается на острове Диксон, в городском поселении Диксон, расположенный в Таймырском Долгано-Ненецком районе Красноярского края. Весенний этап исследований проводился в период с 15 по 21 июня 2020 г., осенний – с 14 по 23 сентября 2020 г. На аэродроме проведены учеты птиц, пересекающих взлетно-посадочную полосу (ВПП) на постоянных наблюдательных пунктах (ППП) и маршрутные учеты по периметру аэродрома. Для характеристики напряженности орнитологической обстановки на аэродроме использовали методику В.А. Юдкина и М.А. Грабовского [1]. На прилегающей территории проведены маршрутные учеты и точечные наблюдения. Особое внимание уделялось выявлению мигрирующих птиц и путей миграции вблизи аэродрома [2, 3]. Порядок перечисления видов приведен по Л.С. Степаняну [4].

Согласно критериям использованной методики [1] в весенний период орнитологическая обстановка удовлетворительная (табл. 1). Существенной разницы интенсивности перемещений птиц на разных торцах ВПП нет. Основной вклад в усложнение орнитологической обстановки внесли: черная казарка, галстучник, камнешарка, пуночка. Высоты перемещений птиц на аэродроме не превышали 50 м.

В осенний период орнитологическая обстановка – критическая (табл. 2). Основной вклад в биомассу птиц, перемещающихся через ВПП, внесли гуси – белолобый гусь и гуменник, а также черная казарка. Основные высоты перемещений птиц на аэродроме не превышали 100 м.

Таблица 1
Интенсивность перемещений птиц через ВПП, кг/час*км²

Период исследований	Западный торец, кг/ч*км ²	Восточный торец, кг/ч*км ²	Среднее по аэродрому, кг/ч*км ²	Значения min–max, кг/ч*км ²
Весенний период	7,3	10,7	9,0	3,8–16,6
Осенний период	102,5	155,3	128,9	5,5–393,6
Среднее	54,9	83,0	68,9	3,8–393,6

Массовых суточных перемещений в весенний и осенний период исследований на аэродроме не наблюдалось. Весной на аэродроме отмечены токующие самцы бурокрылой ржанки и белохвостых песочников, камнешарки, рогатые жаворонки, краснозобые коньки, пуночки. Постоянно на летном поле держатся небольшие группы галстучников. На территорию аэродрома иногда залетают одиночные особи длиннохвостых поморников, восточносибирская чайка, бургомистр, полярная крачка. Наиболее высокая интенсивность перемещений птиц наблюдается утром и вечером. На прилегающей территории массовые суточные перемещения связаны с полетами чаек. Перемещений чаек из поселка на аэродром не отмечали.

Массовых миграций в весенний период проведения исследований не наблюдалось. По литературным данным миграцию гусей около Диксона отмечали во второй декаде июня. Самым массовыми видами были черная казарка и белолобый гусь, единичные пары гуменников [5]. Нами отмечались на аэродроме черные казарки 18–19 июня, одиночные и по 2–3 особи.

В осенний период наблюдалась массовая миграция гусей. Стаи летели вдоль материкового побережья, затем вдоль и (или) через остров Диксон. Большая часть стай летела по северному побережью острова, часть птиц пересекала остров (и аэродром), некоторые огибали остров с южной стороны. Миграция происходила в западном генеральном направлении. Самым многочисленным был белолобый гусь. Гуси летели в стаях от 10 до 200 особей, чаще 50–150 особей. Казарки летели стаями до 10 особей. Массовый лет наблюдался 16–18 сентября. Наибольшая активность наблюдалась вечером, а также ночью и утром; но отдельные стаи встречались и днем. Высоты перемещений мигрирующих гусей варьировали от 20 до 100 м, основная масса птиц летела на высоте около 50–70 м.

Кроме того, во второй декаде сентября наблюдались массовые кочевки (миграция) рогатых жаворонков и пуночек. Пуночки летели в стаях от 10 до 50 особей, иногда до 300 особей. Стаи рогатых жаворонков насчитывали от 10 до 40 особей.

Во второй декаде июня больших скоплений птиц не наблюдалось. В осенний период на острове регистрировались скопления пуночек и рогатых жаворонков. На территории посёлка и в порту держалась группа восточносибирских чаек, около 50 особей.

Вблизи поселка имеется свалка и небольшие кучи мусора на окраине, стоят баки с мусором, что является привлекательным для чаек. Окружающие территорию аэродрома пространства идеально подходят для гнездования галстучников, белохвостых песочников, рогатых жаворонков, краснозобых коньков и других птиц; а весной и осенью они образуют скопления птиц во время кочевки и миграции.

За период исследований на рассматриваемой территории встречено 27 видов птиц: черная казарка *Branta bernicla*, белолобый гусь *Anser albifrons*, гуменник *Anser fabalis*, мохноногий канюк *Buteo lagopus*, сапсан *Falco peregrinus*, тундрная куропатка *Lagopus mutus*, бурокрылая ржанка *Pluvialis fulva*, галстучник *Charadrius hiaticula*, камнешарка *Arenaria interpres*, фифи *Tringa glareola*, кулик-воробей *Calidris minuta*, белохвостый песочник *Calidris temminckii*, дутыш *Validris melanotos*, бекас *Gallinago gallinago*, длиннохвостый поморник *Stercorarius longicaudus*, восточносибирская чайка *Larus vegae*, бургомистр *Larus hyperboreus*, полярная крачка *Sterna paradisaea*, рогатый жаворонок *Eremophila alpestris*, краснозобый конек *Anthus cervinus*, белая трясогузка *Motacilla alba*, варакушка *Luscinia svecica*, рябинник *Turdus pilaris*, белобровик *Turdus iliacus*, обыкновенная чечетка *Acanthis flammea*, лапландский подорожник *Calcarius lapponicus*, пуночка *Plectrophenax nivalis*.

На аэродроме «Диксон» основную опасность для воздушных судов весной и осенью представляют мигрирующие птицы крупных размеров – черная казарка, белолобый гусь, гуменник и др. Опасность могут представлять мигрирующие и кочующие птицы средних и мелких размеров, образующие большие скопления осенью. Например, куропатка, бурокрылая ржанка, а также рогатый жаворонок, пуночка. Потенциальную опасность могут представлять одиночные крупные птицы – бургомистр, мохноногий канюк и др.

Библиографический список

1. Юдкин В.А., Грабовский М.А. Количественный метод оценки орнитологической обстановки на аэродроме // Научный Вестник МГТУ ГА, Т. 21, №04. М., 2018. С. 48–59.
2. Кузякин А.П. Метод учета лесных птиц // География и экология наземных позвоночных Нечерноземья. Птицы. Владимир, 1981. С. 38–48.
3. Гаврилов Э.И. Методика сбора и обработки материалов по количественной характеристике видимых миграций птиц // Методы изучения миграций птиц. М.: Наука, 1977. С. 96–117.
4. Степанян Л.С. Конспект орнитологической фауны России и сопредельных территорий (в границах СССР как исторической области). М.: Академкнига, 2003. 808 с.
5. Томкович П.С., Вронский Н.В. Фауна птиц окрестностей Диксона // Русский орнитологический журнал. 2019. Т. 28. Экспресс-выпуск 1848: 5285–5322.

К фауне стрекоз (Insecta: Odonata) Троицкого заказника

С.В. Худякова, А.В. Тиунов

ПГНИУ

Аннотация. По результатам сборов в 2019 и 2021 гг. составлен аннотированный список видов стрекоз Троицкого заказника.

Ключевые слова: стрекозы, Южный Урал, Троицкий заказник.

Стрекозы — летающие амфибионтные насекомые с неполным превращением, играющие важную роль как в водных, так и в наземных экосистемах. Описано более 6,5 тыс. видов стрекоз, обитающих на всех континентах, кроме Антарктиды [3]. В России встречается 160 видов стрекоз из 9 семейств [9]. Несмотря на то, что одонатофауна Южного Урала хорошо изучена [10], важно дополнять общую картину фаунистических данных локальными исследованиями. Исследования проводились в южной части лесостепного Зауралья, на территории Государственного природного Троицкого комплексного заказника регионального значения [4]. На территории заказника находится несколько водных объектов: оз. Кукай, ныне заболоченное, поросшее околосводной растительностью, естественно-искусственный водоем (водопой). Близко к территории заказника находится оз. Шамрат. Сбор имаго энтомологическим сачком осуществлялся в утреннее, дневное и вечернее время. Обработаны результаты сборов двух лет: июнь–июль 2019 г. — А.А. Мелентьев (1924 экз., 33 вида); июнь–июль 2021 г. — С.В. Худякова (2001 экз., 35 видов). Для определения видовой принадлежности имаго стрекоз были использованы определители [2], [3], [5], [8]. Идентификация спорных видов уточнялась у В.В. Онишко (сотр. Московского государственного зоологического парка). В списке приводится название вида, характеристика относительного обилия по шкале Песенко [6], данные о времени находок, характеристика ареала.

Аннотированный список стрекоз, обитающих в Троицком государственном заказнике.

Подотряд *Zygoptera* (Selys, 1854).

Семейство Стрелки — *Coenagrionidae* (Kirby, 1890).

1. *Coenagrion armatum* (Charpentier, 1840). Трансевразийский вид. Редкий, до середины июня (2021), близ березовых колок.

2. *C. lunulatum* (Charpentier, 1840). Трансевразийский вид. Обычен. Раннелетний вид, массово встречался в первой половине июня, к середине июля встречались лишь единичные экземпляры.

3. *C. ecornutum* (Selys, 1872). Трансевразийский вид. Обычен.

4. *C. hastulatum* (Charpentier, 1825). Европейский вид. Редок.
5. *C. puella* (Linnaeus, 1758). Европейский вид. Редок.
6. *C. pulchellum* (Vander Linden, 1825). Европейский вид. Обычен.
7. *Enallagma cyathigerum* (Charpentier, 1840). Циркумбореальный вид. Обильный.
8. *Erythromma najas* (Hansemann, 1823). Трансевразийский вид. Единичные находки.
Семейство Плосконожки – Platycnemididae (Tillyard, 1917).
9. *Platycnemis pennipes* (Pallas, 1771). Европейский вид. Единичные находки: 2019 г. — около оз. Кукай (2 экз.), 2021 г. — около оз. Шамрат (1 экз.).
Семейство Красотки — Calopterygidae (Selys, 1850).
10. *Calopteryx splendens* (Harris, 1780). Западно-центрально-палеарктический вид. Единичные находки.
Семейство Лютки – Lestidae.
11. *Lestes dryas* (Kirby, 1890). Циркумбореальный вид. Обильный.
12. *L. sponsa* (Hansemann, 1823). Трансевразийский вид. Является доминирующим видом в сборах.
13. *L. virens* (Charpentier, 1825). Транспалеарктический вид. В 2019 г. лишь единственный экземпляр, в 2021 г. присутствовал почти в каждом сборе и являлся обильным.
14. *L. barbarus* (Fabricius, 1798). Транспалеарктический вид. Редок.
15. *Sympecma paedisca* (Brauer, 1877). Трансевразийский вид. В сборах 2019 года редок, в 2021 – обычный.
16. *S. fusca* (Vander Linden, 1820). Средиземноморско-европейский вид. Единичные экземпляры (только 2021).
Подотряд Anisoptera (Selys, 1854).
- Семейство Настоящие стрекозы – Libellulidae (Rambur, 1842).
17. *Libellula quadrimaculata* (Linnaeus, 1758). Циркумбореальный вид. Обычен.
18. *Leucorrhinia albifrons* (Burmeister, 1839). Европейский вид. Единичные экземпляры в березовых колках недалеко от оз. Шамрат.
19. *L. pectoralis* (Charpentier, 1825). Европейский вид. Редкий (только 2019).
20. *L. dubia* (Vander Linden, 1825). Европейский вид. Единичные экземпляры.
21. *L. rubicunda* (Linnaeus, 1758). Европейский вид. Редкий.
22. *Sympetrum flaveolum* (Linnaeus, 1758). Трансевразийский вид. Является доминирующим видом в сборах.
23. *S. sanguineum* (Muller, 1764). Европейско-западносибирский вид. Обычен.
24. *S. vulgatum* (Linnaeus, 1758). Трансевразийский вид. Обычен.

25. *S. danae* (Sulzer, 1776). Циркумбореальный вид. Единичная находка (2021).

26. *S. meridionale* (Selys, 1840). Южно-средиземноморский вид. Редок (только 2021).

Семейство Бабки – Corduliidae (Selys, 1871).

27. *Cordulia aenea* (Linnaeus, 1758). Трансевразиатский вид. Встречается редко, до конца июня.

28. *Epiheca bimaculata* (Charpentier, 1825). Трансевразиатский вид. Единичные экземпляры.

Семейство Дедки – Gomphidae (Rambur, 1842).

29. *Gomphus vulgatissimus* (Linnaeus, 1758). Трансевразиатский вид. Единично (только 2019).

30. *Onychogomphus cecilia* (Fourcroy, 1785). Трансевразиатский вид. Единично (2019).

31. *O.s forcipatus* (Linnaeus, 1758). Европейский вид. Редок.

Семейство Коромысла – Aeshnidae (Rambur, 1842).

32. *Anax imperator* (Leach, 1815). Эфиопско-палеарктический вид. Единственный экземпляр пойман в 2021 году рядом с оз. Шамрат.

33. *Aeshna grandis* (Linnaeus, 1758). Европейский вид. Редок.

34. *A. juncea* (Linnaeus, 1758). Циркумбореальный вид. Редок.

35. *A. serrata* (Hagen, 1856). Трансевразиатский вид. Обычен.

36. *A. viridis* (Eversmann, 1836). Транспалеарктический вид. Редок.

37. *A. affinis* (Vander Linden, 1820). Транспалеарктический вид. Единичные экземпляры.

Закключение.

Для Троицкого лесостепного заказника отмечено 37 видов из 8 семейств – 53,6% от общего числа (69) видов на Южном Урале [7]. Видовые списки других локальных фаун обычно насчитывают от 30 до 38 видов [10], следовательно, видовое богатство стрекоз Троицкого заказника можно считать хорошо изученным. Наиболее многочисленны виды *Coenagrion pulchellum* (2019), *Lestes sponsa* (2021) и *Sympetrum flaveolum* (2019, 2021).

На территории заказника обнаружено 19 видов, занесенных в Красные книги субъектов РФ, один вид (*Anax imperator*) занесен в Красную книгу РФ. Присутствие некоторых видов, не свойственных для водных объектов заказника (*C. splendens*), вероятно, является случайным.

Библиографический список

1. Бельшев Б.Ф., Харитонов А.Ю. Определитель стрекоз по крыльям (роды Бореального фаунистического царства и сопредельных земель, виды фауны СССР). Новосибирск: Наука, 1977. 398 с.

2. Бельшев Б.Ф. Определитель стрекоз Сибири по имагинальным и личиночным фазам. М.; Л.: изд-во АН СССР. 1963. 114 с.

3. Макарова Т.Н., Гизатуллин А.Н. 90 лет со времени образования Троицкого лесостепного. Биосферное хозяйство: теория и практика. 2018. №2(5).
4. Песенко Ю.А. Номограмма для распределения видов животных по классам относительного обилия, построенная на основе пятибалльной логарифмической шкалы // Зоологический журнал. 1972. Т. 51, №12. С. 1875–1878.
5. Попова О.Н., Харитонов А.Ю. Межгодовые изменения структуры фауны стрекоз (Insecta, Odonata) Южного Урала // Экология. М.: Наука, 2008. №6. С. 427–435.
6. Скворцов В.Э. Стрекозы Восточной Европы и Кавказа: Атлас-определитель. КМК, 2010. 624 с.
7. Татиринов А.Г., Кулакова О.И. Стрекозы. Фауна европейского Северо-Востока России. Т. 10. Санкт-Петербург: Наука. 2009. 213 с.
8. Харитонов А.Ю., Ерёмкина Е.Е. Стрекозы (Odonata) Южного Урала – опыт регионального фаунистического исследования // Евразийский энтомолог. журнал. 9(2): 263–273.

**Тафономическая и таксономическая характеристики
ископаемой фауны мелких млекопитающих
из отложений пещеры Иманай (Республика Башкортостан)**

К.В. Черемискина, Т.В. Фадеева

ПГНИУ

Аннотация. Первые результаты исследования ископаемой фауны мелких млекопитающих из отложений квадрата В4 пещеры Иманай (Южный Урал) показывают, что в отложениях преобладают останки видов открытых (степных) биотопов. Данные сравнительного анализа ископаемой фауны с известными датированными фаунами из местонахождений Южного Урала позволяют сделать вывод, что исследованные отложения образованы не позднее среднего голоцена.

Ключевые слова: млекопитающие, голоцен, Южный Урал.

Нынешнее состояние фауны большинства регионов является результатом длительного исторического развития. Знание истории формирования животного мира региона позволяет оценить роль исторического прошлого в ее современном состоянии и более обоснованно прогнозировать ее возможные изменения в будущем [1].

В 2009 году на территории национального парка «Башкирия» (Мелеuzовский район Республики Башкортостан, Россия) была обнаружена пещера Иманай (53°02' с.ш., 56°26' в.д.) с останками ископаемых млекопитающих, среди которых определены кости крупных пещерных львов и пещерных медведей [2]. Цель данной работы – исследование останков мелких млекопитающих из отложений участка пещеры Иманай, как источника информации для решения биостратиграфических и биохронологических задач.

Материал для исследования предоставлен Д.О. Гимрановым, с.н.с. лаборатории палеоэкологии Института экологии растений и животных УрО РАН. Из костного концентрата (отложения условного горизонта 11, глубина 100-110 см, квадрат раскопа В4) выбраны все зубы и фрагментированные челюсти мелких млекопитающих, их определение в основном проведено по методике [3]. Выявленные виды грызунов отнесены к индикаторам определенных экологических условий [4] и дифференцированы на четыре группы.

Костный материал из отложений исследуемого горизонта пещеры имеет высокую степень раздробленности, однороден по цветовым характеристикам. Исходя из степени фрагментации костного материала, можно предположить, что зоогенные отложения были образованы в результате жизнедеятельности хищных млекопитающих (лиса, песец), использующих внутренних грот пещеры в качестве временного убежища.

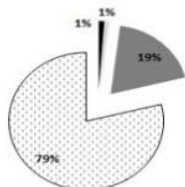
Таблица 1

**Таксономический состав, количество останков
мелких млекопитающих из отложений условного горизонта
11 квадрата В4 (глубина 100-110 см) пещеры Иманай**

Отряд	Таксон	Кол-во останков
Eulipotyphla	<i>Sorex</i> sp.	13
Chiroptera	Vespertilioninae	3
Lagomorpha	<i>Ochotona</i> sp.	124
Rodentia	<i>Sciurus vulgaris</i> Linnaeus 1758	2
	<i>Spermophilus</i> sp.	1
	<i>Allactaga major</i> Kerr 1792	1
	<i>Alactagulus</i> sp.	1
	<i>Cricetus cricetus</i> Linnaeus 1758	26
	<i>Allocricetulus eversmanni</i> Brandt 1859	1
	<i>Cricetulus migratorius</i> Pallas 1773	20
	<i>Ellobius talpinus</i> Pallas 1770	14
	<i>Lemmini</i> gen.	1
	<i>Craseomys</i> sp., <i>Myodes</i> sp.	43
	<i>Lagurus lagurus</i> Pallas 1773	797
	<i>Eolagurus luteus</i> Eversmann 1840	49
	<i>Arvicola amphibius</i> Linnaeus, 1758	1
	<i>Alexandromys oeconomus</i> Pallas (m1)	8
	<i>Microtus (Stenocranius) gregalis</i> Pallas 1779 (m1)	231
	cf. <i>Microtus (Stenocranius) gregaloides</i> Hinton 1923 (m1)	11
	<i>Microtus ex gr. agrestis-arvalis</i> (m1)	7
	<i>Microtus</i> sp.	752
Всего		2106

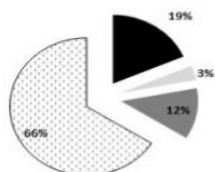
Из исследованных отложений определен 21 таксон мелких млекопитающих из 4 отрядов (табл. 1). Более 93% останков принадлежит степным видам. Доминирующее положение останков этой группы млекопитающих зафиксировано в ископаемых фаунах из отложений позднеледниковья и первой половины голоцена в местонахождениях горной части Южного Урала – пещере Байслан-Таш и Максютковском гроте [5]. Для позднеголоценовых отложений этой территории характерно преобладание костных останков лесных видов (рис. 1). Таким образом, по предварительным данным, исследованные отложения пещеры Иманай образованы не позже второй половины голоцена.

Максютовский грот, сл. 2-3



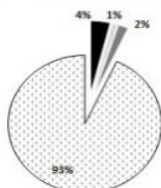
15650 ± 150 BP (SOAN-7755)

Пещера Байслан-Таш, сл. 4

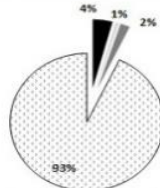


13560 ± 250 BP (GIN-10853)

Пещера Иманай, В4/11

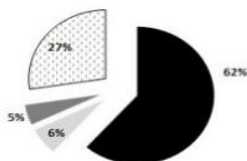


Пещера Байслан-Таш, сл. 3

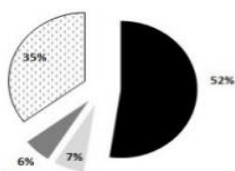


7140 ± 170 BP (GIN-10854)

Пещера Байслан-Таш, сл. 2



Пещера Байслан-Таш, сл.1



1600 ± 50 BP (GIN-10852)

■ лес ■ луг ■ интразона ■ степь

Рис. 1. Соотношения долей останков мелких млекопитающих с различными экологическими предпочтениями в зоогенных отложениях пещер горной части Южного Урала.

Библиографический список

1. Бачура О.П., Косинцев П.А. Фауны млекопитающих в позднем плейстоцене и голоцене на Южном Урале // Вестник ОГУ. 2010. №12(118). С. 42–48.
2. Гимранов Д.О., Котов В.Г., Румянцев М.М., Яковлев А.Г., Сотникова М.В., Нурмухаметов И.М., Сатаев Р.М., Косинцев П.А. Пещера Иманай – новое палеонтологическое и археологическое местонахождение на Южном Урале // 100-летие Палеонтологического общества России. Проблемы и перспективы палеонтологических исследований:

матер. 62-й сессии Палеонтологического общества при РАН. СПб.: ВСЕГЕИ, 2016. С. 231–233.

3. Бородин А.В. Определитель зубов полевок Урала и Западной Сибири (поздний плейстоцен-современность). Екатеринбург: УрО РАН, 2009. 100 с.

4. Маркова А.К. Индикаторные виды и экологические группы млекопитающих // Эволюция экосистем Европы при переходе от плейстоцена к голоцену (24-8 т. л. н. н.). М.: КМК, 2008. С. 29–39.

5. Danukalova G., Yakovlev A., Osipova E., Alimbekova L., Yakovleva T., Kosintsev P. Biostratigraphy of the Late Upper Pleistocene (Upper Neopleistocene) to Holocene deposits of the Belaya River valley (Southern Urals, Russia) // Quaternary International. 2011. V. 231(1–2). P. 28–43.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Секция «Ботаника, генетика и экология растений»	4
<i>Аширова А.Т., Ефимик Е.Г.</i>	
Биоразнообразие сосудистых растений ООПТ «Кузеньяровский орешник» (Пермский край)	4
<i>Белоногова А.Г.</i>	
Микроклональное размножение некоторых видов рода <i>Gladiolus</i> L	8
<i>Васильева А.П., Ефимик Е.Г.</i>	
Биоразнообразие сосудистых растений ООПТ «Язовской», г. Пермь	13
<i>Зайнутдинова К.С., Бельтюкова Н.Н.</i>	
Анализ популяционной структуры представителей рода <i>Stipa</i> L. на территории Троицкого заказника	16
<i>Имайкина Е.И.</i>	
Генетическое разнообразие и структура популяций березы повислой в Пермском крае	19
<i>Корякова А.С.</i>	
Молекулярно-генетический анализ видов рода <i>Picea</i> в Пермском крае	22
<i>Мазунина Ж.И., Шибанова Н.Л.</i>	
Оценка эффективности режимов стерилизации на выход стерильных эксплантов <i>Staurogyne repens</i> (Nees) Kuntze в культуре <i>in vitro</i>	25
<i>Масленникова А.П., Тарбеев И.А., Данилова М.А.</i>	
Зерновые озимые культуры, перспективные для выращивания в Пермском крае	28
<i>Морозова Т.С.</i>	
Изучение степени микотрофности овса сорта Конкур	31
<i>Перевозчикова Ю.С., Шибанова Н.Л.</i>	
Введение сирени (<i>Syringa</i> L.) французской селекции в культуру <i>in vitro</i>	35
<i>Печенкина К.О., Новоселова Л.В., Селиванов А.Е.</i>	
Структура фитоценозов на обнажениях горных пород некоторых хребтов Северного Урала	38
<i>Пыстогова Н.А.</i>	
Молекулярно-генетический анализ популяций сосны обыкновенной Среднего Урала	42

<i>Сомова Е.Ю., Шибанова Н.Л.</i>	
Введение <i>Paeonia hybrida</i> Pall. в культуру <i>in vitro</i>	45
<i>Щипанова Е.А., Новоселова Л.В., Селиванов А.Е.</i>	
Лихенофлора скальных выходов долины р. Чусовая	48
Секция «Экофизиология растений и экология почв»	51
<i>Багина Т.В., Митракова Н.М.</i>	
Фитотестирование поверхностных слоев почв и ТПО отвалов и изливов с отвалов Кизеловского угольного бассейна	51
<i>Баянгулова А.Р., Еремченко О.З.</i>	
Накопление пролина и флавоноидов в листьях ржи при адаптации к засоленной почве с разной реакцией среды	54
<i>Болотова Ю.П., Кайгородов Р.В.</i>	
Содержание фенольных соединений в биологически активных кормовых растениях	57
<i>Бояришинова Ю.К., Ушаков В.Ю., Алимова Г.С.</i>	
Содержание радона в почвах Тобольского и Вагайского района Тюменской области	61
<i>Васильева К.В., Кайгородов Р.В.</i>	
Содержание аминокислот в биологически активных кормовых растениях	64
<i>Зотова С.А., Яценко Д.В., Москвина Н.В.</i>	
Вторично засоленные аллювиальные почвы и ТПО в долине реки Толыч	67
<i>Ложкина Е.А., Сапцын Р.В., Еремченко О.З.</i>	
Динамика остаточного содержания нефтепродуктов после технической рекультивации темно-бурой почвы	71
<i>Малышкина Е.Е., Пахоруков И.В.</i>	
Свойства аллювиальных почв долины р. Чёрная, находящихся под воздействием солеотвала	73
<i>Мальцева А.Д., Малышкина Е.Е., Шилова А.Д., Щербёнок С.В., Четина О.А.</i>	
Некоторые химические свойства корнеобитаемого слоя почв при техногенном засолении	76
<i>Москвина Н.В., Кошкина П.С., Фаткуллина А.З.</i>	
Динамика содержания органического вещества в урбостратоземах и квазиземах жилых районов г. Перми	80
<i>Соломенникова Т.А., Кайгородов Р.В.</i>	
Антиоксидантные свойства некоторых видов биологически активных кормовых растений	83

Фирсова В.В., Кайгородов Р.В.

Содержание витаминов и фитоэкдизонов
в биологически активных кормовых растениях 86

Федотов С.В., Халилов Р.И., Алимова Г.С., Ушаков В.Ю.

Физико-химические свойства и содержание
некоторых радионуклидов (^{137}Cs , ^{232}Th , ^{226}Ra , ^{40}K)
в почвах Тюменской области 89

Четина О.А., Салимова А.А.

Содержание аскорбиновой кислоты в листьях *Avena sativa*
при раздельном и комбинированном воздействии
NaCl-засоления и pH-уровня почвы 92

Четина О.А., Тряцына Д.Н.

Содержание глицин бетаина в листьях растений
при раздельном и комбинированном действии NaCl-засоления
и разного уровня pH корневой среды 96

Юсупов Д.Р., Чудинова Л.А.

Влияние резкого и постепенного хлоридного засоления
на активность протеолитических ферментов в побегах
проростков ржи 100

Якина Т.А., Еремченко О.З.

Влияние засоления и разной реакции почвенной среды
на содержание фотосинтетических пигментов в листьях ржи 103

**Секция «Микробиология, биотехнология,
фундаментальная и прикладная медицина,
физиология человека, иммунология» 106**

Ахунзянова И.Р., Елькин А.А.

Биодеградация углеводов штаммом
Rhodococcus qingshengii ИЭГМ 1359 106

Баяндина Е.А., Глебов Г.Г., Куюкина М.С.

Влияние источника углерода на формирование
биопленки родококков 109

Быкова Я.Е., Максимова Ю.Г.

Влияние углеродных нанотрубок на физиологическое
состояние бактериальных клеток в составе биопленок 113

Васильев В.О., Максимов А.Ю.

Изучение биокаталитической активности почвенных бактерий,
метаболизирующих амиды и нитрилы карбоновых кислот 116

Верёвкина А.В., Куюкина М.С.

Биотрансформация холестана родококками 119

Вершинин М.Н., Долгих О.В.

Особенности контаминации биосред канцерогенными соединениями и маркеры их эффекта
(на примере населения Красноярска) 124

Глазырина А.М., Максимов А.Ю.

Культуральные свойства и фитостимулирующая активность почвенных бактерий – продуцентов гидролитических ферментов ... 127

Гутина Е.В., Заморина С.А.

Фармакологическая коррекция трансплантационного иммунитета с помощью коротких пептидов ТБГ 130

Елкина П.О., Устинова О.Ю.

Патоморфоз сердечно-сосудистой патологии у взрослого населения в условиях сочетанного воздействия неблагоприятных экологических и климатических факторов 133

Калинин А.М., Барков С.Ю., Шилов С.Ю., Шилов Ю.И.

Инструментальные методы оценки функций фагоцитирующих клеток 137

Колегова А.А., Барков С.Ю., Шилов С.Ю., Шилов Ю.И.

Оценка функций фагоцитирующих клеток при воспалении 140

Колпаков К.И.

Влияние эндоморфинов-1,2 на антителогенез в селезенке в зависимости от времени введения антигена *in vivo* 143

Лазарев С.С.

Оптимизация технологии культивирования гибридных клеток ... 146

Лобанов А.Н., Назаров А.В., Назарова Э.А.

Деструкция хлоргидрохинона и гидрохинона бактериями-деструкторами линдана, выделенными из техногенного грунта г. Чапаевск 149

Скоклов Г.В., Долгих О.В.

Влияние химических факторов техногенной провинции на здоровье детского населения 152

Тян С.М.

Раздельное и сочетанное воздействие напроксена и мелоксикама на актинобактерии 156

Секция «Зоология» 159

Андреева А.А., Лямин М.Я.

Влияние факторов среды на сезонную динамику и активность лёта разноусых чешуекрылых в Троицком заказнике 159

Ардашева А.А., Коротаева С.Э.

Динамика некоторых популяционных характеристик бычка-кругляка бассейна р. Кама 164

<i>Артемьева Е.Р.</i>	
Фауна двустворчатых моллюсков семейства Sphaeriidae водоёмов Ильменского заповедника	167
<i>Бабушкина К.С., Фадеева Т.В.</i>	
Морфологические характеристики ископаемых зубов копытных леммингов (<i>Dicrostonyx</i> sp.) из отложений пещеры Уньинская (Республика Коми, Россия)	170
<i>Баяндин Н.Г., Михеев П.Б., Костицына Н.В.</i>	
Материалы по питанию речного голяна заповедника «Вишерский»	174
<i>Варушкина Т.С., Матвеева Г.К.</i>	
Сравнительный анализ орнитофауны долин малых рек г. Перми ...	177
<i>Васёв А.Б., Белоусова А.А., Михеев П.Б.</i>	
Экотопическая дифференциация амурского чебачка <i>Pseudorasbora parva</i> в нативном ареале по результатам морфологического анализа	181
<i>Васюков Е.С., Кириллова А.Д., Бурканов В.Н.</i>	
Краткие результаты наблюдений за зимующими сивучами (<i>Eumetopias jubatus</i>) в черте г. Петропавловск-Камчатский в 2020–2021 гг.	185
<i>Волков С.В., Понятов М.П.</i>	
Морфологические изменения в поджелудочной железе при вирусном перитоните кошек	188
<i>Волков С.В., Носова П.С.</i>	
Отдаленные метастазы конъюнктивальной меланомы у кошки на примере клинического случая	191
<i>Зуев Н.А.</i>	
Морфометрические характеристики моевки <i>Rissa trydactyla</i> птичьих базаров Баренцева моря	194
<i>Иманаев Э.Ш., Михеев П.Б., Бакланов М.А.</i>	
Изменчивость биологических характеристик речного голяна в реках заповедника «Вишерский»	198
<i>Касимов О.Р., Смирнова А.В.</i>	
Поведенческие паттерны рыжей полевки <i>Clethrionomys glareolus</i> в лабораторных условиях	201
<i>Князева Е.В., Четанов Н.А.</i>	
Морфология обыкновенной медянки в Камском Предуралье	205
<i>Комарова А.А., Лямин М.Я.</i>	
Структура населения дневных чешуекрылых (Lepidoptera, Rhopalocera) различных биотопов Троицкого заказника	208

<i>Копотева Е.И., Фадеева Т.В.</i>	
Новые данные по голоценовой фауне мелких млекопитающих Среднего Зауралья	211
<i>Крайнева Т.С., Паньков Н.Н.</i>	
Донная фауна и оценка качества воды малых рек Айтуарской степи (Оренбургский государственный степной заповедник) по биологическим показателям	214
<i>Кустов Н.А., Михеев П.Б.</i>	
Изменчивость морфологических характеристик речного гольяна в зависимости от условий обитания	218
<i>Орлова М.С., Черноусова К.П., Паньков Н.Н.</i>	
Таксономический состав и количественные характеристики дрифта верхнего течения реки Вишеры (заповедник «Вишерский»)	221
<i>Патласов Д.В., Хлопотова А.В., Шершнев М.Ю.</i>	
Гнездование сапсана (<i>Falco peregrinus</i>) в долине р. Чусовая Свердловской области	225
<i>Полыгалова М.Д., Костицына Н.В., Михеев П.Б.</i>	
Возможно ли использование количественных признаков молоди кеты <i>Oncorhynchus keta</i> для определения промыслового возврата особей искусственного и естественного происхождения?	228
<i>Селезнева В.А., Васюков Е.С., Кириллова А.Д.</i>	
Межвидовые отношения сивуча <i>Eumetopias jubatus</i> и северного морского котика <i>Callorhinus ursinus</i> на гаремном участке (о. Тюлений)	231
<i>Соловьёва Е.Е., Тиморгалеева В.С., Ефимик В.Е.</i>	
Оценка относительного обилия таежного клеща <i>Ixodes persulcatus</i> Schulze с помощью маршрутных учетов на территории УНБ «Предуралье»	234
<i>Стольников П.А., Лямин М.Я.</i>	
Качественная и количественная структура попадаемости насекомых в модифицированные ловушки H-trap с приманками различных цветов	238
<i>Тартмина М.А., Овчанкова Н.Б.</i>	
Наземные моллюски УНБ «Предуралье»	242
<i>Трутникова А.А., Мишкин С.С., Тропина Е.А., Сивкова Т.Н.</i>	
Кишечные паразиты северного морского котика моря Беринга ...	245
<i>Филиппова А.С., Овчанкова Н.Б.</i>	
Моллюски в составе зообентоса нижнего течения реки Амур	248

<i>Харин Р.В., Матвеева Г.К.</i>	
Эколого-орнитологическая обстановка на аэродроме «Диксон»	254
<i>Худякова С.В., Тиунов А.В.</i>	
К фауне стрекоз (Insecta: Odonata) Троицкого заказника	257
<i>Черемискина К.В., Фадеева Т.В.</i>	
Тафономическая и таксономическая характеристики ископаемой фауны мелких млекопитающих из отложений пещеры Иманай (Республика Башкортостан)	261

Научное издание

**Фундаментальные и прикладные исследования
в биологии и экологии**

Сборник статей по материалам
региональной научной конференции

(г. Пермь, ПГНИУ, 19–25 апреля 2022 г.)

Публикуется в авторской редакции
Компьютерная верстка: *А. Б. Крашенинников*

Объем данных: 4,27 Мб
Подписано к использованию 08.12.2022

Размещено в открытом доступе
на сайте www.psu.ru
в разделе НАУКА / Электронные публикации
и в электронной мультимедийной библиотеке ELiS

Издательский центр
Пермского государственного
национального исследовательского университета
614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15