

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В БИОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ

Сборник статей по материалам
региональной научной конференции
(19-23 апреля 2021 года, г. Пермь)



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
(19 - 23 апреля 2021 года, г. Пермь)



Пермь 2021

УДК 57
ББК 28.0+20.1
Ф947

Фундаментальные и прикладные исследования в биологии и экологии [Электронный ресурс] : сборник статей по материалам региональной научной конференции (19-23 апреля 2021 года, г. Пермь) / гл. ред. А. А. Елькин; отв. ред. А. Б. Крашенинников; Пермский государственный национальный исследовательский университет. – Электронные данные. – Пермь, 2021. – 4,87 Мб; 224 с. – Режим доступа: <http://www.psu.ru/files/docs/science/books/sborniki/fundamentalnye-i-prikladnye-issledovaniya-v-biologii-i-ekologii.pdf>. doi: 10.17072/fpibe-2021

ISBN 978-5-7944-3721-8

Материалы конференции отражают результаты студенческих 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
ББК 28.0+20.1

Издается по решению организационного комитета конференции

Редакционная коллегия

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

ISBN 978-5-7944-3721-8

© ПГНИУ, 2021

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»

Генетическая и эколого-физиологическая характеристика бактерий рода *Salinisphaera* (класс *Gammaproteobacteria*), выделенных из рудника Верхнекамского месторождения солей

В.С. Алеев

ПГНИУ

Научный руководитель: д.б.н., профессор Е.Г. Плотникова, ПГНИУ

Аннотация. Из глинистых отложений рассолоотводящих выработок и рассолосборников рудника Верхнекамского месторождения солей (г. Соликамск, Пермский край) было выделено 5 штаммов галофильных бактерий. В результате филогенетического анализа, проведенного на основе сравнения последовательностей гена 16S рРНК, было установлено, что выделенные культуры являются представителями семейства *Salinisphaeraceae*. Три галофильных штамма SHV2, RV14 и SWV1 имели сходство с ближайшим типовым штаммом вида *Salinisphaera hydrothermalis* на уровне 95.94-96.62% (ген 16S рРНК), что указывает на принадлежность этих штаммов к новому таксону. Все выделенные бактерии являются галофилами: растут при высокой солености среды (до 270-300 г/л NaCl).

Ключевые слова: Верхнекамское месторождение солей, галофильные бактерии, *Salinisphaera*, гены 16S рРНК.

Верхнекамское месторождение калийно-магниевых и натриевых солей (ВМКМС) является одним из крупнейших месторождений солей в мире. В результате воздействия огромного количества отходов калийных предприятий происходит засоление почв, поверхностных и подземных вод, что способствует формированию на территории солеразработок специфических условий для выживания растений и микроорганизмов.

Ранее штаммы рода *Salinisphaera* были изолированы из воды, донных отложений, отходов производства калийных солей (г. Соликамск) [1].

Цель работы – выделение галофильных микроорганизмов из глинистых отложений рассолоотводящих выработок и рассолосборников рудника ВМКМС (г. Соликамск, Пермский край), их таксономическая и эколого-физиологическая характеристика.

Для выделения микроорганизмов были использованы образцы глинистых отложений, отобранные из рассолоотводящих выработок и рассолосборников в одном из рудников ВМКМС (г. Соликамск, Пермский край). Для выделения галофилов использован метод накопительного культивирования в богатой среде Раймонда (БСР) [2] с добавлением триптона (5 г/л), дрожжевого экстракта (2.5 г/л) и хлорида натрия (100, 150 и 200 г/л). Для получения накопительных культур в колбы со 100 мл БСР и разной концентрацией соли, добавляли 1 г глины. Культивирование проводили в течение 3 недель, затем осуществляли высеv суспензии на агаризованную БСР (15 г/л агара) с содержанием 150 г/л NaCl.

ДНК-типирование чистых культур бактерий проводили методом ВОХ-ПЦР [3]. Идентификацию бактерий осуществляли на основе анализа гена 16S рРНК. Для выделения ДНК из чистых культур бактерий использовали метод «щелочного лизиса». Амплификацию фрагмента гена 16S рРНК проводили с универсальными бактериальными праймерами 27F и 1492R [4]. Определение нуклеотидных последовательностей гена 16S рРНК осуществляли на автоматическом секвенаторе Genetic Analyser 3500XL («Applied Biosystem», США) на кафедре ботаники и генетики растений ПГНИУ. Филогенетический анализ полученных нуклеотидных последовательностей проводили с использованием программ Sequence Scanner v. 2.0., MEGA 7.0 [<http://megasoftware.net>]. В базе данных EzBioCloud осуществлялся поиск гомологичных последовательностей [<http://ezbiocloud.net>]. Множественное выравнивание нуклеотидных последовательностей проводили в программе MEGA 7.0.

Рост бактерий при различных концентрациях хлорида натрия оценивали на агаризованной БСР с содержанием соли 10-300 г/л. Рост при разных значениях pH определяли при концентрации 70 г/л NaCl в буферных системах, приготовленных на основе БСР с pH 5.0, 6.0, 7.0, 8.0, 9.0, 10.0. Оценку роста проводили через две недели культивирования [5].

Из полученных накопительных культур были выделены 5 бактериальных штаммов. Изоляты являлись галофильными бактериями: росли при содержании 10-270/300 г/л NaCl в среде культивирования; росли

при pH среды 6.0-7.0 и температуре до 40°C (оптимум роста при +28°C), но не росли при +4°C.

Анализ нуклеотидных последовательностей гена 16S рРНК показал, что штаммы SHV1 и SHV6 имели наибольший уровень сходства 99.89% с *Salinisphaera hydrothermalis* EPR70^T (класс *Gammaproteobacteria*, порядок *Nevskiales*, семейство *Salinisphaeraceae*). Штаммы SHV2 и RV14 при анализе фрагмента гена 16S рРНК имели сходство с типовым штаммом вида *Salinisphaera hydrothermalis* на уровне 96.62%, а сходство почти полного гена 16S рРНК штамма SWV1 – на уровне 95.94% (таблица).

Анализ нуклеотидных последовательностей генов 16S рРНК
изолированных бактерий

Штамм	Сходство, %	Типовой штамм ближайшего родственного вида	Номер в базе данных GenBank	Кол-во нуклеотидов
SWV1	95,94	<i>Salinisphaera hydrothermalis</i> EPR70 ^T	EU740416	1,411
SHV1	99,89		EU740416	929
SHV2	96,62		EU740416	920
SHV6	99,89		EU740416	895
RV14	96,63		EU740416	923

Полученные данные позволяют предположить, что штаммы SHV2, RV14 и SWV1 представляю новые таксономические единицы, поэтому дальнейшее их исследование вызывает несомненный интерес.

Библиографический список

1. Корсакова Е.С. Культивируемые аэробные бактерии из района промышленных разработок Верхнекамского месторождения солей: дис...канд. биол. наук. Пермь, 2014. 150 с.
2. Raymond, R.L. Microbial oxidation of n-paraffinichydrocarbons // Develop. Ind. Microbiol. 1961. V. 2. № 1. P. 23-32.
3. Versalovic J., Schneider M., de Bruijn F.J., Lupski J. Genomic fingerprinting of bacteria using repetitive sequence-based polymerase chain reaction // Meth. Cell. Mol. Biol. 1994. V. 5. P. 25-40.
4. Lane D.J. 16S/23S rRNA sequencing. In: Nucleic acid techniques in bacterial systematics / Eds Stackebrandt E., Goodfellow M. New York.: John Wiley and Sons. 1991. P. 115-175.

5. Методы общей бактериологии: Пер. с англ. / Под ред. Ф. Герхардта с соавторами. М.: Мир. 1983. Т. 1-3.

Микроклональное размножение видов и сортов рода Крокус (*Crocus* L.)

В.В. Алексеева

ПГНИУ

Научный руководитель: к.б.н, доц. *Н.Л. Шибанова*, ПГНИУ

Аннотация. Представлены результаты по микроклональному размножению одного сорта и трех видов крокусов. Использовались два режима стерилизации и два варианта питательной среды Мурасиге и Скута (МС). Выход стерильной культуры оказался низким и не превысил 58%. Жизнеспособность эксплантов на варианте среды МС+ БАП 2 мг/л + 2,4-Д 0,5 мг/л достигла 100%, на варианте среды МС+ БАП 1 мг/л + НУК 5 мг/л не превысила 69%. Образование каллуса происходило на обоих вариантах среды, на среде с добавлением БАП 1 мг/л и НУК 5 мг/л наблюдалось образование микропобегов и эмбриогенез.

Ключевые слова: *Crocus* L., микроклональное размножение

Необходимость применения метода культуры тканей *in vitro* обусловлена особенностями дикорастущих видов крокуса: ранними сроками цветения, коротким сроком вегетации, низкой всхожестью семян, а также высокой степенью пораженности клубнелуковиц патогенной инфекцией и трудностями введения в условия интродукции [1]. Технология микроклонального размножения позволяет массово получить заведомо безвирусный материал для быстрого размножения видов и сортов, в течение нескольких месяцев, вместо нескольких лет стандартными методами, а также для сохранения редких видов и выведения новых сортов [2, 3].

Цель данной работы – микроклональное размножение видов и сортов рода *Crocus* L.

В качестве объектов исследования были выбраны: *C. autumnalis* Mill., *C. sativus* L., *C. vernus* (L.) A.J.Hill, *C. chrysanthus* сорт «Prins Claus».

В качестве эксплантов для введения в культуру *in vitro* были использованы части клубнелуковиц размером 0,5-0,8 см с пазушными почками

или без них. Стерилизация эксплантов проходила в три общепринятых этапа [4]. Режимы стерилизации отличались по экспозиции в стерилизующих агентах: 70% этиловый спирт и 7% раствор гипохлорита натрия «Белизна».

В качестве базовой среды была выбрана среда Мурасиге и Скуга [5]. Для первого этапа микроклонального размножения использовались два варианта питательной среды, которые отличались фитогормонами: БАП 1 мг/л и НУК 5 мг/л; БАП 2 мг/л и 2,4-Д 0,5 мг/л. В обоих вариантах добавлялось по 30 г/л сахарозы и 7 г/л агар-агара. Пробирочный материал с эксплантами, высаженными на первом варианте среды, содержали в условиях освещения под лампой с фотопериодом 12/12, экспланты, высаженные на втором варианте среды, содержались первые 5 недель в темноте.

Установлено, что второй режим стерилизации, с увеличенным временем обработки 70% спиртом, для *C. vernus* и *C. autumnalis* показал до 58% стерильности. Для *C. sativus* наибольший процент наблюдался на первом режиме, с более длительной обработкой раствором гипохлорита натрия. Выбранные режимы стерилизации оказались не подходящими для сорта «Prins claus», поэтому второй режим был дополнен предварительной обработкой в растворе противогрибкового средства. Благодаря этому стало возможно получить до 50% стерильных объектов (Таблица 1).

Высокий процент выхода жизнеспособных эксплантов отмечается на втором варианте питательной среды с добавлением фитогормонов БАП (2 мг/л) и 2,4-Д (0,5 мг/л) для видов *C. vernus* и *C. autumnalis* (Таблица 2).

Каллус у *C. vernus* и *C. autumnalis* начал образовываться на обоих вариантах среды через 3-4 недели после посадки. Прямой органогенез пазушных почек наблюдался через 7 дней после посадки на питательную среду. На первом варианте среды у *C. autumnalis* начал происходить непрямой органогенез, сначала с образованием корней через 6-7 недель после посадки, а позже микропобегов и листьев после 2,5 месяцев культивирования. Эмбриогенез наблюдался у *C. sativus* после 2 месяцев культивирования на первом варианте питательной среды.

Таблица 1

Выход стерильной культуры крокуса в зависимости
от режима стерилизации

Растительный объект	Режим стерилизации	Выход стерильной культуры, %
<i>Crocus vernus</i> (L.) A.J.Hill	I	53
	II	58
<i>Crocus autumnalis</i> Mill.	I	32
	II	41
<i>Crocus sativus</i> L.	I	50
	II	32
<i>Crocus chrysanthus</i> сорт «Prins claus»	I	0
	II	50

I режим – 70% этиловый спирт 1 мин и 7% раствор гипохлорита натрия «Белизна» 15 мин; II режим – 70% этиловый спирт 3 мин и 7% раствор гипохлорита натрия «Белизна» 10 мин

Таблица 2

Выход жизнеспособных эксплантов в зависимости
от варианта среды Мурасиге-Скуга

Растительный объект	Варианты среды	Выход жизнеспособных эксплантов, %
<i>Crocus vernus</i> (L.) A.J.Hill	1	29
	2	70
<i>Crocus autumnalis</i> Mill.	1	69
	2	100
<i>Crocus sativus</i> L.	1	10
	2	0
<i>Crocus chrysanthus</i> сорт «Prins claus»	1	0
	2	0

1 вариант – МС + БАП 1 мг/л + НУК 5 мг/л; 2 вариант – МС + БАП 2 мг/л + 2,4-Д 0,5 мг/л

Библиографический список

1. Микроклональное размножение крокуса: методические рекомендации / В.К. Мурсалиева В.К., Д.Н.Сатыбалдиева, С.В. Нам, И.Р. Рахимбаев / Алматы. 2015. 24 с.
2. Введение в культуру *in vitro* крокуса алатауского *Crocus alataviscus* L. / Д.Н. Сатыбалдиева, С.В. Нам, В.К. Мурсалиева, Б.К. Заядан // Вестник КазНУ. Серия биологическая. 2014. №1/2 (60). С. 336–339.
3. Тимофеева О.А., Невмержицкая Ю.Ю. Клональное микроразмножение растений: Учебно-методическое пособие. Казань: Казанский университет, 2012. 56 с.
4. Бутенко Р.Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнологии на их основе: Учеб. пособие. М.: ФБК-ПРЕСС, 1999. 160 с.
5. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures // *Physiol. plant.* 1962. Vol. 15. P. 473–497.

Введение *Muscari armeniacum* Leichtlin ex Baker в культуру *in vitro*

Н.А. Андреева

ПГНИУ

Научный руководитель: к.б.н, доцент Н.Л. Шибанова, ПГНИУ

Аннотация. Представлены результаты исследований по введению в культуру *in vitro* вида *Muscari armeniacum* Leichtlin ex Baker семейства Спаржевые (*Asparagaceae* Juss.). В качестве эксплантов были использованы сегменты чешуй лукович размером 5×10 мм. Для изученного вида наиболее оптимальным оказался следующий порядок применения стерилизующих агентов: 0,1%-ый раствор $KMnO_4$ с экспозицией 25 мин, 70%-ый этанол с экспозицией 1 мин, 5%-ый раствор гипохлорита натрия «Белизна» с экспозицией 20 мин. Выход стерильной культуры составил не менее 55,0%. Процент жизнеспособных эксплантов при данном режиме варьирует от 64,3 до 91,7.

Ключевые слова: культура *in vitro*; *Muscari armeniacum* Leichtlin ex Baker.

Высокие адаптационные способности и декоративный потенциал мускари армянского с каждым годом вызывают все больший научно-

практический интерес. В отличие от традиционного вегетативного размножения, метод микроклонального размножения дает реальную возможность получать большое количество здорового посадочного материала за короткое время [1].

Цель исследования – введение в культуру *in vitro* *Muscari armeniacum* Leichtlin ex Baker.

Исследование проводилось в 2020 году в лаборатории микроклонального размножения кафедры ботаники и генетики растений Пермского государственного национального исследовательского университета.

В качестве объекта исследований выбран *M. armeniacum* – многолетнее луковичное растение высотой 15-20 см. Вид имеет узкие, ланцетные листья. Стебель голый, имеющий в верхней части плотное соцветие с ярко-синими цветками [2,3].

Первичными эксплантами для клонального микрокразмножения служили сегменты чешуй луковиц размером 5×10 мм. Стерилизацию материала проводили в 3 этапа: 1) престерилизация – погружение экспланта в нейтральный детергент на 40 мин и промывка проточной водой в течение 10 мин, 2) стерилизация – погружение в 0,1%-ый раствор $KMnO_4$ на 25 мин, 70%-ый этанол на 1 мин и в 50%-ый раствор «Domestos» на 25 мин или в 5%-ый раствор гипохлорита натрия «Белизна» на 20 мин, 3) постстерилизация – промывка стерилизованной дистиллированной водой, трехкратно по 5 мин. Экспланты высаживались на твердую питательную среду с минеральной основой по Т. Murashige и F. Skoog (MS) [4] с добавлением 0,7% агара. Всего было использовано 4 варианта питательной среды MS с разным соотношением витаминов и фитогормонов (таблица).

В результате проведенных исследований было установлено, что самый высокий выход стерильной культуры (80,0%) был получен на четвертом варианте питательной среды (6-БАП 1 мг/л, НУК 2 мг/л) при стерилизации эксплантов с использованием 5%-го раствора гипохлорита натрия «Белизна». Эффективность режима стерилизации с применением 50%-го раствора «Domestos» на этом варианте среды оказалась ниже – процент выхода стерильной культуры составил 14,3. Разница между режимами стерилизации по критерию Фишера оказалась достоверной ($p = 0,00$; $p < 0,05$). При использовании в качестве основного стерилизующего агента гипохлорита натрия «Белизна» на остальных

вариантах питательной среды MS выход стерильной культуры составляет не менее 55,0 %. В работе Е.В. Мокшина и др. [5] при использовании данного режима выход стерильной культуры варьировал от 70,5% до 80,2%, в нашей работе – от 55,0% до 80,0%. Средний процент выхода стерильной культуры при стерилизации эксплантов в растворе гипохлорита натрия «Белизна» составил 64,6, в растворе «Domestos» – 37,5.

Варианты питательной среды Мурасиге и Скуга

Вариант среды	Витамины, мг/л	Фитогормоны, мг/л	Сахароза, г/л
1	тиамин (1 мг/л), пиридоксин (1 мг/л), аскорбиновая кислота (15 мг/л)	6-БАП (2,5 мг/л), ИУК (0,5 мг/л)	40
2	тиамин (1 мг/л), пиридоксин (1 мг/л), аскорбиновая кислота (15 мг/л)	6-БАП (3,5 мг/л), ИУК (0,5 мг/л)	30
3	тиамин (1 мг/л), пиридоксин (1 мг/л), аскорбиновая кислота (15 мг/л)	6-БАП (2 мг/л), ИУК (0,5 мг/л)	30
4	тиамин (1 мг/л), пиридоксин (1 мг/л), никотиновая кислота (0,5 мг/л)	6-БАП (1 мг/л), НУК (2 мг/л)	30

Наибольший выход жизнеспособных эксплантов (91,7%) наблюдается на первом варианте среды MS (2,5 мг/л 6-БАП, 0,5 мг/л ИУК) при стерилизации эксплантов 5%-ым раствором гипохлорита натрия «Белизна». При использовании для стерилизации раствора «Domestos», выход эксплантов с регенерационной активностью составил 60,0% ($p = 0,03$; $p < 0,05$). На втором (3,5 мг/л 6-БАП, 0,5 мг/л ИУК) и четвертом (1 мг/л 6-БАП, 2 мг/л НУК) вариантах питательной среды с использованием этого же режима стерилизации не наблюдалось регенерационной активности, а при стерилизации эксплантов 5%-ым раствором гипохлорита натрия «Белизна», их жизнеспособность составила 72,2% и 75,0% соответственно ($p = 0,01$, $p = 0,03$; $p < 0,05$). На третьем варианте

среды (6-БАП 2 мг/л, ИУК 0,5 мг/л) выход жизнеспособных эксплантов при их стерилизации раствором гипохлорита натрия «Белизна» составляет 64,3%, раствором «Domestos» – 25,0% ($p = 0,11$; $p < 0,05$).

Таким образом, для введения в культуру *in vitro* *Muscari armeniacum* наиболее оптимальным оказался следующий порядок применения стерилизующих агентов: 0,1%-ый раствор $KMnO_4$ с экспозицией 25 мин, 70%-ый этанол с экспозицией 1 мин, 5%-ый раствор гипохлорита натрия «Белизна» с экспозицией 20 мин.

Библиографический список

1. Турбина И.Н. Рост и развитие интродуцированных видов рода *Muscari* Mill. в Западной Сибири // Субтропическое и декоративное садоводство. 2010. №43-2. С. 45-49.
2. Аксенов Е.С., Аксенова Н.А. Декоративные растения. Т.2. Изд. 2-е. Энциклопедия природы России. М.: АБФ/АВФ, 2000. 608 с.
3. Боков Д.О. Фитохимический состав и биологическая активность мускари армянского (*Muscari armeniacum* Leichtlin) // МедиАль. 2019. №1(23). С. 61-65.
4. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures // *Physiol. plant.* 1962. Vol. 15. P.473-497.
5. Мокшин Е.В. и др. Особенности получения асептической культуры и выращивания *in vitro* некоторых луковичных и клубнелуковичных геофитов // Биотехнология как инструмент сохранения биоразнообразия растительного мира: материалы VII Междунар. научн. конф. Симферополь. 2016. С. 100-101.

Флора и растительность ООПТ «Ледяная гора и Кунгурская Ледяная пещера» (Пермский край)

А.В. Владыкина

ПГНИУ

Научный руководитель: к.б.н., доцент *Е.Г. Ефимик*, ПГНИУ

Аннотация. Приведены итоги изучения флоры и растительности особо охраняемой природной территории «Ледяная гора и Кунгурская Ледяная пещера». Список видов включает 281 вид сосудистых растений, относящихся к 180 родам и 56 семействам.

Ключевые слова: флора, растительность, ООПТ.

На северо-восточной окраине города Кунгура Пермского края расположен уникальный историко-природный комплекс – «Ледяная гора и Кунгурская ледяная пещера». Территория ООПТ занимает участок, вытянутый на 1,5 км вдоль правого берега реки Сылвы [1]. В соответствии с ботанико-географическим районированием Пермского края территория ООПТ находится в районе островной Кунгурской лесостепи [4].

Одной из первых, выполнивших геоботаническое обследование Ледяной горы в пределах современной ООПТ, стала Н.Н. Рычкова [5]. Впоследствии периодические гербарные сборы проводили сотрудники и студенты ПГУ (ПГНИУ). Тем не менее, современных данных о растительности ООПТ нет, как нет и полных флористических списков для этой территории. Изучение биоразнообразия сосудистых растений ООПТ «Ледяная гора и Кунгурская Ледяная пещера» стало главной целью нашей работы.

С мая по сентябрь 2020 г. нами проводилось флористическое обследование ООПТ «Ледяная гора и Кунгурская ледяная пещера». Обследована вся территория ООПТ, проведен сбор гербарного материала и выполнены геоботанические описания. Камеральная обработка собранного материала проводилась на кафедре ботаники и генетики растений ПГНИУ. Для установления видовой принадлежности собранного материала использовался «Иллюстрированный определитель растений Пермского края» [2].

Растительность ООПТ «Ледяная гора и Кунгурская ледяная пещера» представлена лесами и лугами различных типов, участками ковыльной, овсецовой и каменистой степи.

Преобладающими типами лесов на территории ООПТ являются светлохвойные (сосновые леса), которые представлены посадками *Pinus sylvestris*. Среди сосновых посадок отмечены небольшие участки темнохвойного (елового) леса, древостой которых образован *Picea obovata*. Мелколиственные (березовые леса) также имеют широкое распространение и представлены *Betula pendula*. Видовой состав травяного яруса во всех типах леса схож и представлен следующими видами растений: *Carex rhizina*, *Aegopodium podagraria*, *Alchemilla vulgaris* и др.

Склоны южной экспозиции занимают участки ковыльной и овсецово-ковыльной степи, флористический состав которой представлен в основном *Stipa pennata*, *Echinops ruthenicus*, *Agrostis tenuis*, *Verbascum thapsus*, *Aster alpinus* и др.

На коренных склонах реки Сылвы развита каменистая степь. Во флористическом составе господствуют лугово-степные и горно-степные виды: *Artemisia sericea*, *A. frigida*, *Salvia stepposa*, *Stipa pennata*, *Helianthemum nummularium*, *Onosma simplicissima*, и др.

В травостое мезофильных лугов преобладают следующие виды: *Equisetum arvense*, *Poa pratensis*, *Alchemilla vulgaris*, *Potentilla anserine*, *P. argentea*, и др. Происходит зарастание участков соснами.

Карстовые воронки занимают значительный процент территории Ледяной горы. Травостой карстовых воронок в основном представлен зарослями *Pteridium aquilinum*, *Urtica dioica*, *Aegopodium podagraria* и др. Нередко по краям воронок или на дне встречаются кустарники: *Ame-lanchier ovalis*, *Acer negundo*.

Для поймы реки Сылвы характерны заросли видов рода *Salix* (*S. myrsinifolia*, *S. triandra*), *Acer negundo*, *Urtica dioica* и др.

В составе практически всех фитоценозов присутствуют сорно-рудеральные виды растений: *Cirsium setosum*, *C. arvense*, *Heracleum sosnovskyi*, *Taraxacum officinale*, и мн. др.

Всего на территории ООПТ «Ледяная гора и Кунгурская ледяная пещера» в результате проведенных исследований нами обнаружен 281 вид сосудистых растений, относящиеся к 180 родам и 56 семействам.

Покрытосеменные – наиболее крупный отдел, на его долю приходится 97,1% от общего количества видов, голосеменных – 1,1%, папоротниковидные составляют 1,1%, хвощевидные – 0,7%. Основу флоры составляют покрытосеменные растения, среди которых преобладают двудольные.

Наибольшее число видов содержат семейства: *Asteraceae* – 37 (13,2%), *Poaceae* – 29 (10,3%), *Rosaceae* – 27 (9,6%). Лидирующее положение по числу родов занимают семейства *Asteraceae* (24), *Poaceae* (15), *Rosaceae* (13), *Fabaceae* (13). Порядок ведущих семейств в головной части семейственного спектра говорит о лесостепном характере флоры.

При анализе жизненных форм было выявлено преобладание гемикриптофитов – 176 видов (62,6% от общего количества видов). Качественное превосходство гемикриптофитов над другими жизненными формами характерно для умеренной климатической зоны.

Экологический анализ флоры Ледяной горы выявил, что основная доминирующая экологическая группа – мезофиты – 192 вида (68,3%), что говорит о благоприятных условиях увлажнения и определяют мезофильный характер флоры. При этом присутствует достаточно большое

количество ксеромезорфитов – 42 вида (15,0%), мезоксерофитов – 19 видов (6,8%), а также гигрофитов – 15 видов (5,3 %). Доля остальных экологических групп составляет менее 5 %.

На территории ООПТ «Ледяная гора и Кунгурская ледяная пещера» нами подтверждено наличие двух видов, включенных в Красную книгу Пермского края [3]: *Cephalanthera rubra* (III категория редкости) и *Stipa pennata* (III категория редкости). Также нами отмечены растения, которые занесены в Приложение к Красной книге Пермского края: *Helianthemum nummularium*, *Polygala sibirica*, *Epipactis atrorubens*, *E. helleborine*, *Helictotrichon schellianum*, *Quercus robur*, *Astragalus sulcatus*, *Thymus serpyllum*, *Aster alpinus*.

На территории ООПТ обнаружено 139 синантропных видов растений, что составляет 49,5% от общего видового состава. Высокий процент синантропной флоры объясняется близостью города, большим количеством посетителей Ледяной Пещеры, наличием нарушенных биотопов, несанкционированных мест отдыха и свалок. В целом, исследуемая территория подвержена высокой антропогенной нагрузке.

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. Красная книга Пермского края / под общ. ред. М.А. Бакланова. Пермь: Алдари, 2018. 232 с.
4. Овеснов С.А. Местная флора. Флора Пермского края и её анализ: учеб. пособие по спецкурсу. Пермь, 2009. 215 с.
5. Рычкова Н.Н. Ботаническая характеристика участка над Кунгурской ледяной пещерой. // Охрана природы на Урале, 1961. Выпуск II. С. 155-161.

Аэробиологический мониторинг в городе Киров в 2020 г.

Е.И. Гребёнкина

ПГНИУ

Научный руководитель: д.б.н., профессор Л.В. Новоселова

Аннотация. В г. Киров в 2020 г. аэропаленологические исследования проводились с 1 декады апреля по 2 декаду ноября при помощи 2 пыльцеуловителей Дюрама. Выявлен таксономический и количественный состав спорово-пыльцевого спектра района исследования. За весь период исследования в г. Киров было определено 67 338 пыльцевых зерен (далее ПЗ) и 55 034 (81,7%) спор грибов на открытом воздухе, 12 304 (18,3%) в помещении.

Ключевые слова: пыльцевой мониторинг, пыльцевые зёрна, аллергенные растения, споры грибов, г. Киров.

Аэропаленологические исследования актуальны в связи с ростом численности аллергических заболеваний. Первая волна пыления – весенняя (апрель – май) характеризуется цветением древесных растений. Летняя волна (июнь – июль) связана с пылением злаков. На третью волну летне-осеннюю (август – сентябрь) приходится пыление сорных трав. Сенсибилизирующей активностью обладают не только ПЗ, но и споры плесневых грибов [1,2,3]. Новизна исследования состоит в том, что вносится вклад в слабоизученный вопрос о видовом составе, спектре доминирования и динамике численности ПЗ растений-аллергенов и спор грибов в г. Киров [4,5,6]. Цель исследования – анализ данных аэропаленологического мониторинга в г. Киров в 2020 г., которые получены с помощью 2 гравиметрических пыльцеуловителей Дюрама, их принцип работы заключается в оседании взвешенных в воздухе биочастиц на специально обработанную поверхность стекла. Пыльцеуловители были установлены на 7 этаже многоэтажного жилого дома на высоте 20 м. Один пыльцеуловитель размещался на открытом воздухе с южной стороны здания, второй – на подоконнике окна, выходящего на восток, в комнате с постоянным микропроветриванием. Идентификация ПЗ осуществлялась с помощью микроскопа Olympus BX 61 с системой визуализации изображений Cell В в лаборатории цитогенетики и генетических ресурсов растений. Подсчет проводился по международной методике в 28 вертикальных трансектах, диаметр поля зрения – 0,17 см.

Таблица

Результаты аэропалинологического исследования, г. Киров, 2020 г.

Таксон	Количество ПЗ на открытом воздухе, %	Количество ПЗ в помещении, %	Даты окончания регистрации ПЗ на открытом воздухе	Даты окончания регистрации ПЗ в помещении
Деревья				
1. <i>Acer</i>	108 (0,3%)	17 (0,2%)	17 – 20.05	17 – 20.05
2. <i>Alnus</i>	97 (0,2%)	17 (0,2%)	23 – 26.05	23 – 26.05
3. <i>Betula</i>	30 854 (74,6%)	8 525 (89,4%)	17 – 20.05	14 – 17.05
4. <i>Picea</i>	165 (0,4%)	28 (0,3%)	26 – 29.05	17- 20.05
5. <i>Pinus</i>	7 184 (17,4%)	349 (3,7%)	16 – 19.06	28 – 31.07
6. <i>Populus</i>	2306 (5,6%)	500 (5,2%)	07 – 10.06	04 – 07.07
7. <i>Quercus</i>	314 (0,8%)	25 (0,3%)	16 – 19.06	07 – 10.06
8. <i>Salix</i>	190 (0,5%)	45 (0,5%)	04 – 07.07	16 – 19.07
9. <i>Tilia</i>	100 (0,2%)	14 (0,1%)	19 – 22.07	16 – 19.07
10. <i>Corylus</i>	38 (0,1%)	16 (0,2%)	29.05- 01.06	04 – 07.06
11. <i>Juniperus</i>	28 (0,1%)	3 (0,03%)	19 – 22.06	26 – 29.05
Травы				
12. <i>Poaceae</i>	2 597 (34,3%)	483 (30,7%)	25 – 28.07	06 – 09.08
13. <i>Urtica</i>	1260 (16,6%)	147 (9,4%)	13 – 16.07	07 – 10.07
14. <i>Rumex</i>	138 (1,8%)	11 (0,7%)	19 – 22.07	10 – 13.07
15. <i>Plantago</i>	2 654 (35,1%)	729 (46,4%)	21 – 24.08	09 – 18.08
16. <i>Apiaceae</i>	72 (1,0%)	9 (0,6%)	22 – 25.07	27 – 30.08
17. <i>Chenopodiaceae</i>	124 (1,6%)	32 (2,0%)	30.08- 06.09	03 – 06.08
18. <i>Asteraceae</i>	724 (9,6%)	161 (10,2%)	30.0 – 06.09	27 – 30.08
Грибы				
19. <i>Cladosporium</i>	5 575 (91,5%)	1 068 (90,1%)	24 – 27.08	06 – 09.08
20. <i>Alternaria</i>	512 (8,4%)	125 (10,5%)	13 – 20.09	06 – 13.09

Аэриобиологическое исследование проводилось с 9 апреля по 22 ноября 2020 г. (результаты представлены в таблице). За весь период наблюдений в г. Киров было зафиксировано 67 338 ПЗ и спор грибов, при этом 55 034 (81,7%) на открытом воздухе и 12 304 (18,3%) в помещении. 2020 г. отличается обилием ПЗ древесных растений, которые представлены 11 родами (41 378 ПЗ (75,2%) на открытом воздухе) и 9 родами (539 (77,5%) в помещении), при этом доминируют ПЗ *Betula*, *Pinus*, что связано с преобладанием видов семейств *Betulaceae* и *Pinaceae* среди лесобразующих растений Кировской области. ПЗ травянистых растений, которые представлены видами из 4 семейств и 3 родов, зафиксированы на открытом воздухе – 7 569 (82,8%) и 1 572 (17,2%) в помещении. Преобладают ПЗ *Plantago*, *Roaceae*. Максимальное содержание ПЗ и спор в атмосфере в 2020 г. за трое суток было зафиксировано на открытом воздухе с 05 по 08.05. и составило 15 064 (27,4%), в помещении с 08 по 11.05 – 7 419 (60,3%). В эти дни были отмечены наиболее благоприятные погодные условия для пыления растений: температура воздуха 25–30°C; скорость ветра 5–15 км/ч; солнечная погода без осадков [6]. Число зафиксированных ПЗ на открытом воздухе примерно в 4,5 раз выше, чем в помещении. Были установлены даты основных периодов пыления (когда количество ПЗ в атмосфере составляет 95% от их суммарного количества за сезон). Первая волна пыления в 2020 г. закончилась 17 – 20.05 (зафиксированы ПЗ *Acer* и *Betula*). Вторая волна завершилась 25 – 28.07 (зафиксированы ПЗ *Roaceae*). Окончание третьей волны пыления – 30.08 – 06.09 (зафиксированы ПЗ из семейства *Asteraceae*).

Споры плесневых грибов – важная группа ингаляционных алергенов наряду с ПЗ. В микологическом спектре г. Кирова среди микроскопических грибов преобладают споры *Cladosporium*, *Alternaria*. Наибольшее число спор зафиксировано в летние месяцы, начало спороношения отмечается во второй декаде апреля, конец – в третьей декаде ноября. Максимум был в июле – 4 606 (75,0%) на открытом воздухе и 928 (81,0%) в помещении. Нарастание числа спор в летние месяцы обусловлено активными процессами жизнедеятельности микроскопических грибов в прогретой почве и подстилке. Количество фиксируемых спор к концу сезона сокращается, за октябрь-ноябрь их число составляет 51 (0,8%) на улице и 7 (0,6%) в помещении от общего числа спор. Спороношение плесневых грибов носит некруглогодичный характер,

следовательно, все уловленные в помещении споры поступили из внешней среды.

Таким образом, таксономический состав пыльцевого спектра г. Киров в 2020 г. представлен 18 таксонами растений с преобладанием ПЗ рода *Betula*, *Pinus*, *Plantago*, и представителей семейства *Roaceae*. В аэромикобиоте преобладают споры *Cladosporium*, *Alternaria*, их максимум фиксируется в июле и составляет 4 606 (75,0%) на открытом воздухе и 928 (81,0%) в помещении. На открытом воздухе было отмечено 55 034 ПЗ, что примерно в 4,5 раз больше, чем в помещении (12 304). При благоприятных погодных условиях для пыления растений фиксируется большее количество ПЗ, максимум зафиксирован на открытом воздухе с 05 по 08.05.2020 г., а в помещении с 08 по 11.05.2020 г. Первая волна пыления в 2020 г. закончилась в период 17 – 20.05 единичными ПЗ *Acer* и *Betula*. Вторая волна завершилась 25 – 28.07 единичными ПЗ семейства *Roaceae*. Окончание третьей волны пыления было отмечено 30.08 – 06.09 единичными ПЗ семейства *Asteraceae*.

Библиографический список

1. Адо В.А., Астафьева Н.Г. Поллинозы. М.: Изд-во «Знание». 1991. С. 16–17.
2. Астафьева Н.Г., Горячкина Л.А. Поллиноз – пыльцевая аллергия // Аллергология. 1998. Т.2. С. 34–40.
3. Балаболкин И.И. Поллиноз у детей и подростков: современные аспекты патогенеза и тенденции в терапии // Аллергология и иммунология в педиатрии. 2020. 62 (3). С. 6–14.
4. Именитова А.С., Пупышева С.А., Жуйкова И.А. Анализ таксономического состава и динамики аэропалинологического спектра Северо-Востока Русской равнины // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2016. Т. 15. С. 871–875.
5. Минаева Н.В., Новоселова Л.В., Плахина К.В., Ширяева Д.М. Пыльцевая сенсibilизация и аэропалинологический мониторинг в определении значимых аллергенов при раннем весеннем поллинозе // Российский аллергологический журнал. – 2015 – №2. – С. 19–24.
6. Singh A.B., Babu C.R. Studies on pollen allergy in Dehli. Diurnal periodicity of common allergenic pollen // Allergy. 1980. Vol. 35, № 4. P. 311–317.

Введение в культуру *in vitro* некоторых сортов тюльпана (*Tulipa* L.)

А.М. Домолазова

ПГНИУ

Научный руководитель: к.б.н., доцент Н.Л. Шибанова, ПГНИУ

Аннотация. Представлены результаты по получению стерильной культуры 8 сортов тюльпана. В качестве первичного экспланта выбраны чешуи луковиц. Использовано 8 режимов стерилизации. Для каждого сорта подобран наиболее эффективный режим стерилизации. Выход стерильной культуры варьировал от 25 до 90%.

Ключевые слова: стерильная культура, *Tulipa* L.

Тюльпаны – уникальная культура, которая по праву занимает одно из первых мест в отечественном цветоводстве [1]. В настоящее время селекция тюльпанов сочетает разные методы, применение которых позволяет в более короткие сроки получать новые сорта и формы [2]. Микрореклональное размножение помогает решать важные вопросы в размножении и селекции и получать за более короткий промежуток времени генетически однородный безвирусный посадочный материал с высоким коэффициентом размножения [3]. На первом этапе важно получить хорошо растущую стерильную культуру [4].

Цель данной работы – получение стерильной культуры 8 сортов *Tulipa* L. Исследования проводились в 2020 г. в лаборатории микрореклонального размножения кафедры ботаники и генетики растений Пермского государственного национального исследовательского университета. В качестве экспланта выбраны чешуи луковиц, размером 0,5х0,5 см. Всего было высажено 598 эксплантов. Использовалось 8 режимов стерилизации.

Экспланты высаживались на твердую питательную среду Мурасиге и Скуга (MS) с повышенным содержанием 60 г/л сахарозы, 0,7 г/л агар-агара, 0,04 г/л аскорбиновой кислоты [5]. Всего было использовано 4 варианта питательной среды с разным сочетанием фитогормонов: БАП 0,5 мг/л + НУК 1,0 мг/л; БАП 0,5 мг/л + НУК 1,0 мг/л; БАП 0,5 мг/л + ИУК 2,0 мг/л; БАП 0,5 мг/л + НУК 1,0 мг/л + ИУК 2,0 мг/л + 30 мг/л тетрациклин. Также в среду добавлялись витамины:

пиридоксин, тиамин и никотиновая кислота в концентрации по 1 мг/л. Пробирки с питательной средой стерилизовали в автоклаве Sanyo MLS-3780 при давлении 1 атм. и температуре 120°С в течение 15 мин.

Выход стерильной культуры тюльпана

Сорта Стерилизующие агенты	Выход стерильной культуры, %							
	Ф	К	КБ	Д	Б	С	У	А
5% раствор гипохлорита натрия (Sanros «Белизна – С») 20 мин и 70% этиловый спирт 15 с	0	0	0	50	–	–	–	–
5-15% раствор гипохлорита натрия («Sanfor + Белизна» гель) 7 мин и 70% этиловый спирт 1 мин	30	0	60	40	–	–	–	–
5% раствор гипохлорита натрия (Sanros «Белизна – С») 20 мин и 96 % этиловый спирт 30 с	0	25	0	0	50	60	30	40
5-15% гипохлорита натрия («Sanfor + Белизна» гель) 7 мин и 96% этиловый спирт 1 мин	–	–	–	–	40	50	30	0
5% раствор гипохлорита натрия («Domestos» ультрабелый) 20 мин и 70% этиловый спирт 1 мин	15	10	0	20	67	73	42	42
0,5% марганцовокислого калия 15 мин и 70% этиловый спирт 30 с	0	0	10	0	–	–	–	–
5% раствор гипохлорита натрия (Sanros «Белизна – С») 15 мин + 0,5% раствор марганцовокислого калия 15 мин и 70% этиловый спирт 30 с	0	0	0	0	70	65	90	65
5% раствор гипохлорита натрия («Domestos» ультрабелый) 20 мин и 96% этиловый спирт 1 мин	0	0	0	0	–	–	–	–

Примечание: сорта: Ф – «Фэнтези Леди»; К – «Каратэ»; КБ – «Кам Бэк»; Д – «Джойнт Дивижн»; Б – «Бастонье Пэррот»; С – «Салмон Принц»; У – «Уайт Маунтин»; А – «Али баба». Прочерк означает отсутствие данных.

Посадка проводилась в ламинар-боксе в стерильных условиях. Экспланты выращивали с помощью фитолампы LED Grow Light производителя JCBritw, с периодом освещения 12/12 часов и температурой +20±3°C.

Выход стерильной культуры тюльпана в зависимости от режима стерилизации представлен в таблице. Исходя из данных, представленных в таблице, можно сделать заключение, что оптимальный режим стерилизации для сорта «Салмон Принц» – при использовании 5% раствора гипохлорита натрия («Domestos» ультрабелый) и 70% этилового спирта. Процент выхода стерильной культуры составил 73. Способ стерилизации, включающий погружение экспланта в 5% раствор гипохлорита натрия (Sanros «Белизна – С») + 0,5% марганцовокислого калия и 70% этиловый спирт был самым оптимальным для сортов «Бастонье Пэррот», «Уайт Маунтин», «Али баба». Процент стерильной культуры варьировал от 65 до 90. Более эффективным способом стерилизации, включающим погружение экспланта в 5-15% гипохлорита натрия («Sanfor + Белизна» гель) и 70% этиловый спирт оказался для сорта «Кам Бэк». Процент стерильной культуры составил 60. Для сорта «Джойнт Дивижн» более оптимальным оказалось погружение эксплантов в 5% раствор гипохлорита натрия (Sanros «Белизна – С») и 70% этиловый спирт. Процент выхода стерильной культуры достигал 50. Самый низкий процент выхода стерильной культуры отмечался у сортов «Фэнтези Леди» и «Каратэ». Он не превысил 30%.

Библиографический список

1. Чуб В.Ю., Матвиенко Е.Ю. Совершенствование технологии выгонки тюльпанов // Современные наукоемкие технологии. 2013. № 9. С. 45-46.
2. Глубшева Т. Н., Нецветаева О. В., Воробьева О. В. Методы селекции тюльпанов: от средневековья до наших дней // Селекция растений: прошлое, настоящее и будущее: сб. материалов I всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Белгород, 2016. С. 38-41.
3. Бабикина А.В., Горпенченко Т.Ю., Журавлев Ю.Н. Растение как объект биотехнологий // Комаровские чтения. 2007. Вып. 4. С. 184-211.
4. Бутенко Р.Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнологии на их основе. М.: Наука, 1999. 272 с.
5. Калашникова Е.А., Кочиева Е.З., Миронова О.Ю. Практикум по сельскохозяйственной биотехнологии. М.: Колос. С. 2006. 144 с.

Молекулярно-генетический анализ скоростно-силовых качеств у дзюдоистов города Перми

В.М. Кардакова

ПГНИУ

Научный руководитель: д.б.н., профессор *С.В. Боронникова*, ПГНИУ

Аннотация. Проведено генотипирование 70 дзюдоистов из МБУ «СШОР по самбо и дзюдо «Витязь» имени И.И. Пономарева» г. Перми. Выявлены полиморфизм +9/-9 гена *BDKRB2*, а также полиморфизм Gly482Ser гена *PPARGC1A*, ассоциированные с проявлением скоростно-силовых качеств. С помощью интегрального показателя (ОГБ – общий генетический балл) установлено, что сочетания аллельных вариантов генов *BDKRB2* и *PPARGC1A* оказывают влияние на успешность дзюдоистов в спортивной деятельности. Группа высококвалифицированных спортсменов достоверно отличается от группы низкоквалифицированных спортсменов по наивысшему классу ОГБ. Даны рекомендации для корректировки тренировочного процесса обследованных спортсменов.

Ключевые слова: полиморфизм ДНК, *BDKRB2*, *PPARGC1A*.

Современный спорт основан на спортивном отборе. Доказано, что индивидуальные различия в развитии физических качеств спортсменов во многом обусловлены ДНК-полиморфизмами [1]. В связи с этим, генетическая предрасположенность человека может ограничить его возможности в достижении высоких спортивных результатов, независимо от опыта и квалификации персонального тренера. Молекулярно-генетический метод позволяет провести раннюю диагностику, когда фенотипы еще в полной мере не проявились.

Согласно классификации, дзюдо является ациклическим видом спорта [2]. Скорость и сила оказывают значительное влияние на результативность дзюдоистов. Для формирования физического качества «скорость-сила» у дзюдоистов важно учитывать полиморфизм генов, отвечающих за контроль функционирования сердечно-сосудистой системы (*BDKRB2* — Bradykinin Receptor B2), а также за регуляцию метаболизма (*PPARGC1A* — Peroxisome Proliferator-Activated Receptor Gamma Coactivator 1-Alpha).

Цель исследования – определить аллельные варианты генов *BDKRB2* и *PPARGC1A*; выявить генетическую предрасположенность к развитию скоростно-силовых качеств на основании общего генетического балла у дзюдоистов МБУ «СШОР по самбо и дзюдо «Витязь» имени И.И. Пономарева» г. Перми.

Образцы буккального эпителия из ротовой полости для выделения ДНК были собраны у 70 спортсменов, занимающегося дзюдо в МБУ «СШОР по дзюдо и самбо «Витязь» имени И.И. Пономарева» г. Перми. Выборка включала 15 девушек и 55 юношей в возрасте от 7 до 26 лет. Дзюдоисты были разделены на две группы по 23 человека для анализа взаимосвязи итогового показателя общего генетического балла (ОГБ) со спортивной успешностью. Первая «Группа I» с высокой квалификацией включала дзюдоистов от мастеров спорта до спортсменов с первым юношеским разрядом. Вторая «Группа II» с низкой квалификацией включала дзюдоистов со II юношеским разрядом.

Из буккального эпителия выделяли ДНК сорбентным методом с помощью коммерческого набора «Проба ГС». Для амплификации полиморфных локусов генов *BDKRB2* и *PPARGC1A* использовали методики из литературных источников [3, 4]. Дополнительно для гена *PPARGC1A* проводилась рестрикция амплифицируемых фрагментов ДНК с использованием рестриктазы *MspI*. Продукты рестрикции и амплификации генов фракционировали посредством электрофореза в 3% агарозном геле с последующей окраской бромистым этидием и фотографированием с помощью системы гель-документации Gel Doc XR в проходящем ультрафиолетовом свете. Для определения длины фрагментов использовали маркер молекулярной массы (100 bp +1.5 + 3 Kb DNA Ladder) с использованием программы Quantity One 4.6.2.

Аллельные варианты гена *BDKRB2* могут формировать 3 генотипа. В выборке дзюдоистов с частотой 0,73 преобладает генотип +9/+9, которому соответствует фрагмент ДНК длиной 100 п.н. Носители этого генотипа отличаются высокими характеристиками анаэробного гликолиза, что способствует выполнению действий силового характера. Однако вариант +9/+9 считается неблагоприятным с точки зрения риска заболеваний сердечно-сосудистой системы и повышения артериального давления [5]. Наиболее благоприятный генотип -9/+9 (фрагменты ДНК 91 и 100 п.н.) был выявлен с частотой 0,27. Аллель -9 связан с более

выраженным сосудорасширяющим эффектом, с повышением эффективности энергообеспечения мышечной ткани [6]. В исследованной выборке отсутствует генотип -9/-9 (91 п.н.).

Полиморфизм гена *PPARGC1A* также формирует 3 генотипа. Доля гомозигот Gly/Gly (169 и 209 п.н.) в выборке составила 0,92. У носителей наблюдается увеличенное число митохондрий в клетках и усиление окисления жирных кислот, благоприятствующие развитию скорости и силы [7]. Генотип Ser/Ser (378 п.н.), при котором отмечается пониженное число митохондрий в клетках и низкий уровень окисления жирных кислот, является наименее благоприятным и составил долю выборки, равную 0,01. Третий генотип Gly/Ser (378, 209, 169 п.н.) выявлен с частотой 0,07.

Оценка генетической предрасположенности дзюдоистов разной квалификации на основании ОГБ по полиморфизму двух генов *BDKRB2* и *PPARGC1A*, контролирующих проявление скоростно-силовых качеств, показала, что в группе «Группа I» высокой квалификации преобладает максимальный ОГБ от 76 до 100 баллов с частотой 0,26 по сравнению с группой «Группа II» с низкой квалификацией (частота 0,04). Различия между группами значимы, по данным, полученным с помощью критерия Фишера ($F_{\text{оп}} 2,26 > 1,96$ при $p=0,05$). На основании результатов генотипирования двух групп спортсменов установлено, что полиморфизм генов *BDKRB2* и *PPARGC1A* влияет на успешность занятий дзюдо.

Для каждого спортсмена разработаны рекомендации по коррективке тренировочного процесса, на основании молекулярно-генетического анализа аллельных вариантов генов и подсчета ОГБ.

Библиографический список

1. Скорина А.А. Организация подготовки юных дзюдоистов с учетом данных генетического анализа // Наука и спорт: современные тенденции. Беларусь. 2015. № 1. С. 56–60.
2. Матвеев Л.П. Основы общей теории спорта и системы подготовки спортсменов. Киев: Олимпийская литература, 1999. 318 с.
3. Ведяков А.М., Лидов П.И., Гаврилов Д.А., Табакян Е.А., Тоневицкий А.Г. Анализ полиморфизма генов ACE и *BDKRB2* у спортсменов // Вестник спортивной науки. 2006. №1. С. 23-27.
4. Eynon N., Meckel Y., Sagiv M., Yamin C. Do *PPARGC1A* and *PPARα* polymorphisms influence sprint or endurance phenotypes? // Scandinavian journal of medicine & science in sports. 2010. V. 20. №1. P. 145-150.

5. Шульман В.А. Генетические аспекты фибрилляции предсердий // Вестник аритмологии. 2006. № 46. С. 57–60.

6. Ильютик А., Гилеп И. Взаимосвязь полиморфизмов генов с развитием физических качеств у спортсменов (на материале конькобежного спорта) // Наука в олимпийском спорте. 2017. № 3. С. 51-56.

7. Ridderstrale M., L.E. Johansson, Rastam L., Lindblad U. Increased risk of obesity associated with the variant allele of the PPARGC1A Gly482Ser polymorphism in physically inactive elderly men // Diabetologia. 2006. V.49. № 3. P. 496-500.

Подбор праймеров для исследования *Fragaria vesca* L. ISSR-методом

А.Н. Кокшарова

ПГНИУ

Научный руководитель: к.б.н. М.А. Данилова, ПГНИУ

Аннотация. Праймеры являются одним из важных элементов ПЦР, поскольку амплификация ДНК в первую очередь зависит именно от них. Проведена подборка праймеров для исследования генетического разнообразия у земляники лесной (*Fragaria vesca* L) с помощью ISSR-метода

Ключевые слова: *Fragaria vesca*, ISSR-метод, праймеры.

Земляника лесная (*Fragaria vesca*) – это наиболее широко распространенный вид земляники Северного полушария. Обычные местообитания – светлые леса, поляны, опушки, вырубки, склоны [Жукова, 1997]. Земляника – многолетнее травянистое растение, которое представляет собой универсальную экспериментальную систему. В определителе растений Пермского края, составленным С.А. Овесновым для земляники указано, что она является пищевым и лекарственным растением. [Овеснов, 2007]. *F. vesca* имеет множество преимуществ в качестве эталонной геномной системы для розоцветных, например короткое время выращивания многолетнего растения, легкое вегетативное размножение и небольшой рост на травах по сравнению с деревьями [Шивцова, 2008].

Сбор материала происходил в г. Кунгур на окраине леса Ледяной горы. Выделение ДНК производилось по методике Роджерса из засушенных зеленых листьев [Rogers, Bendich, 1985]. Навеска одного образца составляла 20 грамм. Выделение ДНК проводили по методике с использованием СТАВ-метода с добавлением в качестве сорбента PVPP (polyvinylpyrrolidone) [Бельтюкова, Нечаева, 2011]. Концентрацию ДНК определяли Spectrofotometr NanoDrop 2000 (Thermo Fisher Scientific, USA) и доводили ее до 10 нг/мкл.

Результат подбора праймеров

№	Праймер	Нуклеотидная последовательность (5'→3')	Эффективность праймера	Результат
1	ISSR-1	(AC) ₈ T	4	+
2	ISSR-3	(TG) ₈ AA	2	–
3	ISSR-4	(TG) ₈ GC	5	+
4	ISSR-5	(AG) ₈ CA	1	–
5	ISSR-6	(AG) ₈ CG	3	±
6	ISSR-7	(CTC) ₆ C	5	+
7	ISSR-8	(GAG) ₆ C	4	+
8	ISSR-10	(ATG) ₇ C	5	+
9	CR-212	(CT) ₈ TG	4	+
10	CR-215	(CA) ₆ GT	5	+
11	CR-216	(GA) ₆ GG	5	+
12	CR-217	(GT) ₆ GG	4	+
13	CR-218	(GA) ₆ CC	5	+
14	M1	(AC) ₈ CG	5	+
15	M2	(AC) ₈ CC	4	+
16	M3	(AC) ₈ CT	4	+
17	M27	(ga) ₈ c	3	±
18	X1	(CA) ₆ G	3	±
19	X9	(ACC) ₆ G	4	+
20	X10	(agc) ₆ c	2	–
21	X11	(AGC) ₆ G	4	+
«+» – эффективный, «–» – неэффективный, «±» – проявилось, но не эффективно				

Реактивная смесь для ПЦР объемом 25 мкл содержала: 2 единицы Tag-полимеразы, 2,5 мкл стандартного 10x ПЦР-буфера, 25 пМ праймера, 2,5 мМ MgCl₂, 0,25 мМ dNTP, 5 мкл геномной ДНК. Амплификацию проводили в термоциклере «My Cycler» (Bio-Rad, USA). Ампликоны разделяли электрофорезом в 1,7 % агарозном геле в 1x TBE буфере, окрашивали бромистым этидием. Результат после электрофореза фиксировался на GelDoc XR (Bio-Rad), USA).

Был проверен 21 праймер: ISSR-1, ISSR-3, ISSR-4, ISSR-5, ISSR-6, ISSR-7, ISSR-8, ISSR-10, CR-212, CR-215, CR-216, CR-217, CR-218, M1, M2, M3, M27, X1, X9, X10, X11.

В результате было выявлено, что 15 праймеров эффективны для генома земляники лесной (*Fragaria vesca*), 3 проявились, но не эффективно и 3 не эффективны (табл. 1). Эффективность оценивалась от 1 до 5 (1 – очень низкая, 2 – низкая, 3 – средняя, 4 – высокая, 5 – очень высокая) [Календарь, Боронникова, 2007].

Наиболее эффективные праймеры, которые могут использоваться дальнейших исследованиях: ISSR-4, ISSR-7, CR-215, CR-216, M1.

Библиографический список

1. Бельтюкова Н.Н., Нечаева Ю.С., Пришневская Я.В., Тайман К.Е. Оптимизация методик выделения ДНК некоторых хвойных видов пермского края // Синтез знаний в естественных науках. Рудник Будущего: проекты, технологии, оборудование: Материалы Международной научной конференции. Пермь, 21-25 ноября 2011 г. С. 278-282
2. Жукова Л.А. Онтогенез земляники лесной. Онтогенетический атлас лекарственных растений (Под ред. Л.А. Жуковой). Йошкар-Ола, 1997; 239 с. 196 с.
3. Овеснов С. А. Иллюстрированный определитель растений Пермского края. Пермь: Книжный мир – Пермь, 2007. – 747 с.
4. Шивцова И.В. Эколого-морфологические особенности особей и организация популяций *Fragaria vesca* L.: Автореф. дис. канд. биол. наук. Сыктывкар, 2008. 23 с.
5. Rogers S.O., Bendich A.J. Extraction of DNA from milligram amounts of fresh, herbarium and mummified plant tissues // Plant Molecular Biology. – 1985 – V. 5. – P. 69-76.
6. Календарь Р.Н., Боронникова С.В. Анализ молекулярно-генетического полиморфизма природных популяций редких видов растений Урала с помощью ретроанализов // Биотехнология: состояние и перспективы развития: материалы IV Московского междунар. конгр. Ч. 2. – М.: ЗАО «Экспобиохимтехнологии», РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2007. – 121 с

Возрастная структура популяции *V. myrtillus* в Красновишерском районе Пермского края

Т.В. Корниенко

ПГНИУ

Научный руководитель: к.б.н. М.А. Данилова, ПГНИУ

Аннотация. Исследовалась возрастная структура двух популяций черники в Красновишерском районе Пермского края. Были определены онтогенетические состояния собранных парциальных кустов, в результате в обеих популяциях наблюдается преобладание виргильных особей. Так же, были построены графики онтогенетических спектров популяций. Графики получились одновершинными, на основании чего, популяции относятся к I типу «Левосторонние» по классификации. Посчитаны дельта и омега индексы популяций: $Pop_1 = 0,1824$ и $0,5353$ соответственно, $Pop_2 = 0,1423$ и $0,4563$ соответственно. Были посчитаны индексы восстановления для популяций: $Pop_1 = 2,33$, а $Pop_2 = 5$, следовательно, популяции эффективно самоподдерживаются. Полученные данные свидетельствуют о том, что исследуемые популяции развиваются по типу нормальных популяций, т.е. не зависят от заноса семян извне, как инвазивные, а также не утратили способность к самоподдержанию, как регрессивные. А факт эффективного самоподдержания популяций говорит о том, что популяции являются на данный момент стабильными.

Ключевые слова: черника.

Черника (*Vaccinium myrtillus* L.) относится к семейству Ericaceae. Это листопадный кустарничек высотой 15-40 см, с угловато-ребристыми ветвями. Листья слегка кожистые, гладкие, яйцевидные, эллиптические или почти округлые, с тупой или слегка заостренной верхушкой, по краю мелкогородчато-пильчатые. Цветки черники одиночные, находятся при основании молодых веточек, поникающие, на высоких цветоножках 2,5 – 3,5 мм длины. Чашечка почти с цельнокрайним отгибом. Плод – более или менее шаровидная черная ягода с сизым налетом. Ягоды съедобны, их употребляют в пищу [1].

Возрастная структура представляет собой один из существенных признаков популяции, так как обеспечивает способность популяционной системы к самоподдержанию и определяет её устойчивость [2].

Возрастная структура популяций черники определяется по классификации, в основе которой лежит ряд качественных морфологических признаков: порядок ветвления побега, наличие генеративных органов, ветвление корневища, количество и размеры листьев на годичном побеге, форма листьев.

Т.А. Полянская, Л.А. Жукова и Э.В. Шестакова в «Онтогенетическом атласе лекарственных растений» [2] указывают на 10 возрастных состояний парциальных кустов черники обыкновенной – семена (sm), проростки (p), ювенильное (j), имматурное (im), виргинильное (v), молодое генеративное (g1), средневозрастное генеративное (g2), старое генеративное (g3), субсенильное (ss), сенильное (s). Иногда выделяют отмирающее (sc) состояние парциального куста.

Возрастная структура нормальных ценопопуляций характеризуется определёнными соотношениями возрастных групп – возможно выделение базового спектра, структура которого определяется биологическими свойствами вида и его фитоценотической ролью. Выделяют следующие типы и варианты базовых спектров [3]: I. Левосторонние, абсолютный максимум приходится на молодые особи (от ювенильных до молодых генеративных). II. Второй тип спектра определяется положением абсолютного максимума на средневозрастных особях. III. Третий тип спектра характеризуется максимумом на старых особях (g3, ss). Помимо трех основных типов, выделяют и IV Бимодальный – наблюдаются два пика на молодых особях и старых, т.е. наблюдается угнетение пре- и постгенеративных особей [4].

В некоторых случаях возрастной спектр может иметь несколько максимумов, что затрудняет характеристику популяции, поэтому широко используется классификация «дельта-омега». [5]. Она основанная на совместном использовании индексов возрастности Δ и эффективности ω .

Индекс возрастности оценивает возрастной уровень ценопопуляции в каждый момент времени и даёт реальное представление о вкладе каждой онтогенетической группы в общую возрастность ценопопуляции «Омега» – ω – индекс эффективности, или средняя энергетическая эффективность ценопопуляции – средневзвешенное значение величин эффективности растений (e_i). Эти индексы позволяют охарактеризовать

общее состояние популяции и особенно часто используются для сравнения популяций одного вида в разных эколого-ценотических условиях [5].

Изучались 2 популяции черники на территории Красновишерского района Пермского края, около деревни Булатово. Сбор материала производился в июне 2019 на пробных площадках 1x1 м.

Для определения возрастной структуры популяций определялись онтогенетические состояния парциальных кустов на пробных площадках [2], затем проводилась классификация по шкале «дельта-омега» [5].

Онтогенетические состояния особей в популяциях *V.myrtillus*

Соотношение Pop_1	Im – 6.6%, V – 63.4%, G1 – 20%, G2 – 10%	Соотношение Pop_2	Im – 13.4%, V – 70%, G1 – 13.4%, G2 – 3.2%
----------------------	--	----------------------	--

При определении онтогенетических состояний парциальных кустов на пробных площадках было обнаружено, что в обеих популяциях преобладали виргинильные особи (таблица). Онтогенетические спектры данных популяций являются одновершинными (рисунок 1). Данные онтогенетического спектра свидетельствуют о том, что обе популяции относятся к I типу «Левосторонние», где абсолютный максимум приходится на молодые особи (от ювенильных до молодых генеративных).

Для каждой популяции были посчитаны индексы возвратности (дельта) и эффективности (омега), для того, чтобы определить, относятся ли исследуемые популяции к переходному типу [6]. Дельта и омега индексы Pop_1 – 0,1824 и 0,5353 соответственно, для Pop_2 – 0,1423 и 0,4563 соответственно.

Согласно полученным данным Pop_1 и Pop_2 молодые популяция (рисунок 2), что согласуется с онтогенетическими спектрами.

Так же, можно оценить эффективность самоподдержания данных популяций, для этого необходимо высчитать индекс восстановления, который оценивает число потомков, приходящихся на одно растение генеративного периода [7]. По формуле предложенной Жуковой, мы получаем, что индекс восстановления Pop_1 = 2,33, а Pop_2 = 5. По градации предложенной Животовским и Османовой [8]: если $I_v > 2$, то ценопопуляция самоподдерживается эффективно; при $1 < I_v < 2$ ценопопу-

ляция самоподдерживается умеренно; при $I_v < 1$ ценопопуляция самоподдерживается слабо. Следовательно, исследуемы популяции эффективно самоподдерживаются.

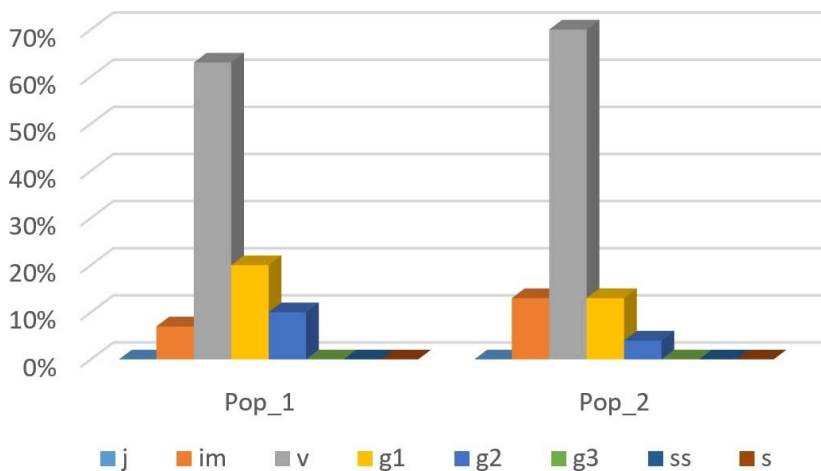


Рисунок 1 – Онтогенетический спектр двух популяций черники

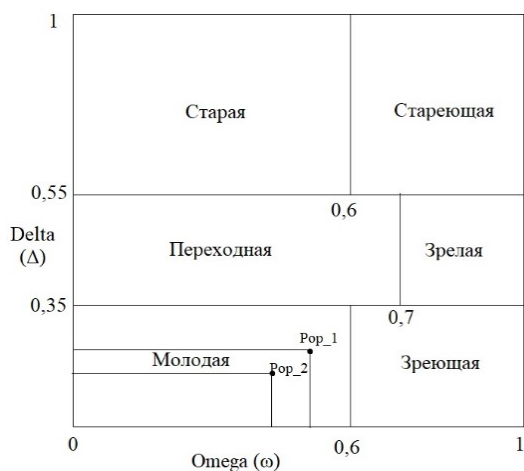


Рисунок 2 – Характеристика изученных популяций по «дельта-омега» классификации

В результате анализа возрастной структуры популяций, было выявлено, что онтогенетические спектры обеих популяций относятся к I типу «Левосторонние» с преобладанием виргинильных, особей. По «дельта-омега» классификации Pop_1 и Pop_2 относится к нормальным молодым популяциям, т.е. имеют в онтогенетическом спектре все, или почти все, онтогенетические состояния, без значительного разброса в сторону сенильных форм [6]. Индекс восстановления свидетельствует об эффективном самоподдержании популяции.

Полученные данные свидетельствуют о том, что исследуемые популяции развиваются по типу нормальных популяций, т.е. не зависят от заноса семян извне, как инвазивные, а также не утратили способность к самоподдержанию, как регрессивные [6]. А факт эффективного самоподдержания популяций говорит о том, что популяции являются на данный момент стабильными.

Библиографический список

1. Кожевников Ю.П. Семейство вересковые (Ericaceae) // Жизнь растений. М.: Просвещение, 1981. Т. 5. Ч. 2. Цветковые растения. С. 88-95.
2. Полянская Т.А., Жукова Л.А., Шестакова Э.В. Онтогенез черники обыкновенной (*Vaccinium myrtillus* L.) // Онтогенетический атлас лекарственных растений: учеб. пособие. Йошкар-Ола, 2000. С. 51-60
3. Заугольнова Л.Б., Смирнова О.В. Возрастная структура ценопопуляций многолетних растений и её динамика // Журнал общей биологии. Изд: Наука. 1978. Т. 39. № 6. С. 849-857.
4. Заугольнова Л.Б. Структура популяций семенных растений и проблемы их мониторинга: Автореф. дис. д-ра биол. наук в форме науч. докл. СПб.: БИН, 1994. 70 с.
5. Животовский Л.А. Онтогенетические состояния, эффективная плотность и классификация популяций растений // Экология. 2001. № 1. С. 3-7.
6. Османова Г. О., Животовский Л. А. Онтогенетический спектр как индикатор состояния ценопопуляций растений // Известия РАН. Серия биологическая. 2020. №2. С. 144-152.
7. Жукова Л.А. Динамика популяций луговых растений: Автореф. дис. д-ра биол. наук. Новосибирск: ЦСБС РАН, 1987. 32 с.
8. Животовский Л.А., Османова Г.О. Популяционная биогеография растений. Йошкар-Ола: Вертикаль, 2019. 128 с.

Семенная продуктивность перспективных для селекции сортов флокса метельчатого (*Phlox paniculata* L.) в условиях Пермского края

А.П. Лысюк, С.А. Шумихин

ПГНИУ *Аннотация.* В 2020 г. 15 из 19 сортов флокса метельчатого из коллекции Учебного Ботанического сада им. А.Г. Генкеля ПГНИУ успешно завязали семена. Наибольший процент плодоцветения отмечен у сорта 'Viking' (33,15%), а среднее значение для всех сортов составило 6,77%. У сортов 'Early Ceris', 'Pure Feelings' и 'Элизабет' семена не завязались. Максимальная реальная семенная продуктивность (РСП) в расчете на растение получена у сорта 'Viking' (114 семян). При этом среднее значение РСП для изученных сортов составило $22,10 \pm 7,17$ семян, а коэффициент семенной продуктивности $1,19 \pm 0,50$ %. Таким образом, в целях селекции семенное размножение флокса метельчатого с использованием свободного опыления в природно-климатических условиях Пермского края вполне перспективно.

Ключевые слова: флокс метельчатый, селекция, семенная продуктивность.

Флокс метельчатый (*Phlox paniculata* L.) является одним из лидеров по популярности среди цветочно-декоративных растений. Этот вид флокса отличается продолжительностью цветения, хорошей устойчивостью к болезням, быстротой и легкостью размножения [2].

Цель работы – изучение семенной продуктивности сортов флокса метельчатого коллекции Учебного Ботанического сад им. А.Г. Генкеля ПГНИУ для использования в селекции.

Исследования проводились в мае-сентябре 2020 г. Материалом для исследования послужили 19 сортов флокса метельчатого. Для изучения семенной продуктивности при свободном опылении, использовалась методика И.Ф. Сацыперовой [4]. Для учета использовались от 2 до 10 генеративных побегов. Потенциальную (ПСП) и реальную (РСП) семенную продуктивность рассчитывали для растений в целом. Коэффициент семенной продуктивности ($K_{спр}$, %) вычисляли как отношение РСП к ПСП, выраженное в процентах [1]. Процент плодоцветения (ПП, %) определялся, как отношение числа завязавшихся плодов к числу

цветков в соцветии в расчете на генеративный побег. Статистическую обработку проводили, используя методику Г.Ф. Лакина [3].

В среднем для всех сортов флокса метельчатого в расчете на генеративный побег завязывалось $3,37 \pm 0,49$ плодов (табл. 1).

Таблица 1

Показатели семенной продуктивности сортов флокса метельчатого

Сорт	Число цветков на побег		Число плодов на побег		ПП, %
	$M \pm m$	$Cv, \%$	$M \pm m$	$Cv, \%$	
`Butonic`	59,80±1,70	8,98	0	0	0
`Caroline van den Berg`	87,50±2,66	9,61	3,40±0,48	44,28	3,88
`Coral Flame`	74,70±1,71	7,22	7,20±1,04	45,74	9,63
`Early Ceris`	71,80±3,69	11,50	0	0	0
`Early Purple`	77,29±6,12	20,97	2,00±0,34	44,32	2,60
`Early Red`	83,30±2,86	10,87	3,20±0,33	32,27	13,04
`Early White`	50,10±2,20	13,88	1,90±0,18	29,88	3,80
`Hiddenburg`	121,00±2,49	4,60	4,20±0,84	44,54	3,47
`Magic Blue`	79,00±3,09	12,39	2,10±0,31	47,35	2,65
`Ost`	62,80±2,64	13,28	1,70±0,26	48,43	2,70
`Pure Feelings`	99,30±1,62	5,16	0	0	0
`Starburst`	120,60±2,34	6,13	8,90±0,71	25,10	7,37
`Viking`	52,57±4,85	24,43	17,43±3,12	47,29	33,15
`Золушка`	56,70±1,80	10,01	1,50±0,17	35,14	2,64
`Лунный камень`	51,80±1,53	9,36	2,70±0,15	17,89	5,21
`Мишенька`	81,40±1,75	6,81	4,10±0,48	37,17	5,03
`Новинка`	55,00±1,67	9,58	2,00±0,33	52,70	3,63
`Румяный`	60,00±10,21	34,02	1,67±0,55	57,45	2,78
`Элизабет`	22,00±8,00	51,43	0	0	0
Среднее значение	71,93±3,31	14,22	3,37±0,49	40,64	6,77

Среднее значение процента плодоцветения на генеративный побег при свободном цветении изученных сортов флокса метельчатого составило 6,77 %.

Для всех сортов РСП составила в среднем величину $22,10 \pm 7,17\%$. При этом коэффициент семенной продуктивности на растение в среднем для всех сортов составил $1,19 \pm 0,50\%$ (табл. 2)

Таблица 2

Абсолютная завязываемость семян на растениях
у сортов флокса метельчатого

Сорт	ПСП	РСП	Кспр, %
`Butonic`	1862	0	0
`Caroline van den Berg`	2714	12	0,44
`Coral Flame`	2316	66	2,85
`Early Ceris`	1077	0	0
`Early Purple`	1710	8	0,47
`Early Red`	2582	26	1,01
`Early White`	1551	13	0,84
`Hiddenberg`	1815	17	0,94
`Magic Blue`	2445	11	0,45
`Ost`	1959	2	0,10
`Pure Feelings`	3078	0	0
`Starburst`	3750	79	2,11
`Viking`	1169	114	9,75
`Золушка`	1749	9	0,51
`Лунный камень`	1601	20	1,25
`Мишенька`	2525	36	1,43
`Новинка`	1708	6	0,35
`Румяный`	720	1	0,14
`Элизабет`	132	0	0
Среднее значение	$1919,1 \pm 193,76$	$22,1 \pm 7,17$	$1,19 \pm 0,50$

По данным С.А. Шумихина [5], на 2018 год коэффициент семенной продуктивности в среднем составлял 6,96 %, что значительно выше полученного в наших исследованиях. Это связано с влиянием неблагоприятных погодных условий в период цветения флокса.

Библиографический список

1. *Вайнагий И.В.* О методике изучения семенной продуктивности растений // Бот. Журн .1973. Т. 59, № 6. С. 826-831
2. *Константинова Е.А.* Флоксы. М.: Фитон, 2002. 192 с.
3. *Лакин Г.Ф.* Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. 352 с.
4. *Сацыперова И.Ф.* Основные аспекты и методы изучения репродуктивной биологии травянистых растений при их интродукции // Труды Бот. ин-та. Вып. 8. СПб., 1993. С. 25-31.
5. *Шумихин С.А., Черткова М.А., Аксенова Л.В.* Семенное размножение флокса метельчатого (*Phlox paniculata* L.) в условиях Пермского края // Вестник Пермского университета. Биология. 2020. Вып. 2. С. 103-108.

Молекулярно-генетический анализ популяций березы пушистой в Пермском крае

Е.Е. Малышкина

ПГНИУ

Научный руководитель: д.б.н., профессор *С.В. Боронникова*, ПГНИУ

Аннотация. Проведен молекулярно-генетический анализ с использованием ISSR-метода анализа полиморфизма ДНК трех популяций *Betula pubescens* Ehrh в Пермском крае. У трех изученных популяций березы пушистой выявлено 125 ISSR-PCR маркеров, из которых 110 (P₉₅ = 0,880) были полиморфными.

Ключевые слова: *Betula pubescens* Ehrh.

Одной из центральных проблем лесной генетики является изучение, сохранение и воспроизводство генофондов основных лесообразующих и хозяйственно-ценных видов древесных растений [1]. Береза пушистая является ценным объектом для исследования процессов естественной гибридизации древесных растений. Особенно актуальны вопросы видообразования и филогенетических взаимоотношений видов и *Betula pendula* Roth. и *B. pubescens*, изучение процессов авто- и аллоплоидизации берез как источника видообразования [2].

Целью исследования является анализ полиморфизма ДНК трёх естественных популяций березы пушистой в Пермском крае.

Объектами исследований являлись три популяции *B. pubescens*, расположенных в данном регионе: BS – на территории Горнозаводского лесничества (ФГБУ «Государственный заповедник «Басеги»), PR – в Кишертское лесничестве (Ландшафтный заказник «Предуралье»), PL – в Добрянском лесничестве. Фрагменты листьев были собраны в 2020 году у 77 растений из трех популяций.

Выделение ДНК проводили по стандартной методике [3] с небольшими модификациями, то есть в качестве сорбента использовали PVPP (polyvinylpolypyrrolidone). Концентрацию ДНК определяли с помощью спектрофотометра SmartSpec™ Plus Nano Drop («BioRad», США) и выравнивали до 10 нг/мкл. Выявление генетического полиморфизма ДНК проводили с помощью ISSR-метода определения полиморфизма ДНК [4].

Для ПЦР были использованы пять наиболее эффективных ISSR-праймеров, из которых 3 динуклеотидных (AC)₈CG, (TG)₈GC, (AG)₈CA, и два тринуклеотидных (AGC)₆C и (ATG)₇C, с которыми было получено наибольшее количество ампликонов с высоким полиморфизмом [5].

ПЦР производилась с помощью термоциклера GeneAmp PCR System 9000 («Applied Biosystems», USA). Продукты амплификации разделяли посредством электрофореза в 1,7% агарозном геле. Определение длин фрагментов проводилось с использованием программы Quantity One в системе гель-документации Gel Doc XR («BioRad», США). Для проверки достоверности полученных спектров ДНК опыт повторяли не менее трех раз. Компьютерный анализ полученных данных проводился с помощью программы POPGENE 1.31 и с помощью макроса GenAlEx6.5 для MS-Excel.

При молекулярно-генетическом анализе трех популяций *B. pubescens* было выявлено 125 ISSR-PCR маркеров, из которых 110 ($P_{95}=0,880$) оказались полиморфными (Таблица 1). Наименьшее значение этого показателя в популяции PR ($P_{95}=0,854$), а наибольшее – в PL ($P_{95}=0,925$).

Ожидаемая гетерозиготность (H_E) на общую выборку *B. pubescens* составила 0,196 (Таблица 2). Этот показатель наибольший в популяции PL ($H_E=0,214$), а наименьший ($H_E=0,182$) – в популяции PR. Абсолютное число аллелей (n_a) на общую выборку равно 1,341, а эффективное число аллелей (n_e) – 1,321.

Таким образом, у трех изученных популяций березы пушистой Пермского края выделено 125 ISSR-PCR маркеров, из которых 110 (P_{95}

= 0,880) оказались полиморфными. Изученные популяции характеризуются высокими показателями генетического разнообразия ($P_{95} = 0,880$; $H_E = 0,196$; $n_e = 1,321$). Установлено, что среди изученных трех популяций *B. pubescens* наибольшим генетическим разнообразием обладает популяция из Добрянского лесничества ($P_{95} = 0,925$; $H_E = 0,214$; $n_e = 1,341$), а наименьшим – популяция из Кишертского лесничества ($P_{95} = 0,854$; $H_E = 0,182$; $n_e = 1,301$).

Таблица 1

Характеристика ISSR-PCR маркеров трех популяций *B. pubescens*

ISSR-праймеры	Длина фрагментов, пн	Число и частота полиморфных ISSR-PCR маркеров в популяциях			Число полиморфных фрагментов
		BS	PR	PL	
МЗ	230-1770	25 (0,833)	24 (0,857)	28 (1)	25 (0,833)
X10	240-2370	22 (0,957)	14 (0,875)	21 (1)	27 (0,871)
ISSR-4	260-1840	10 (0,667)	6 (0,667)	15 (0,714)	18 (0,857)
ISSR-5	230-2090	14 (0,786)	10 (0,833)	17 (0,895)	21 (1)
ISSR-10	290-1470	11 (0,917)	16 (0,941)	18 (1)	19 (0,864)
Всего (частота)		80 (0,851)	70 (0,854)	99 (0,925)	110 (0,880)

Примечание: популяции *B. pubescens* BS – Горнозаводское лесничество (ФГБУ «Государственный заповедник «Басеги»), PR – Кишертское лесничество (Ландшафтный заказник «Предуралье»), PL – Добрянское лесничество; в скобках указана частота полиморфных фрагментов.

Таблица 2

Генетическое разнообразие трех популяций *B. pubescens*

Популяция	H_E	n_a	n_e	R
BS	0,193 (0,017)	1,312 (0,083)	1,320 (0,032)	5 (0,059)
PR	0,182(0,017)	1,208 (0,087)	1,301 (0,031)	4 (0,053)
PL	0,214 (0,016)	1,504 (0,077)	1,341 (0,324)	0 (0,064)
На общую выборку	0,196 (0,010)	1,341 (0,048)	1,321 (0,018)	8 (0,064)

Изучение генетического разнообразия на популяционном уровне является одним из ключевых инструментов для оценки биоразнообразия и для разработки мер сохранения популяций.

Библиографический список

1. Падутов В.Е., Баранов О.Ю., Воропаев Е.В. Методы молекулярно-генетического анализа. Минск: Юнипол, 2007. 176 с.
2. Ветчинникова Л.В., Титов А.Ф. Карельская береза: важнейшие результаты и перспективы исследований Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2021. 243 с.
3. Rogers S. O., Bendich A. J. Extraction of DNA from milligram amounts of fresh, herbarium and mummified plant tissues // *Plant Molecular Biology*. 1985. V. 1. №19. P. 69-76.
4. Zietkiewicz E. Genome fingerprinting by Simple Sequence Repeat (SSR) – Anchored Polymerase Chain Reaction Amplification // *Genomics*. 1994. V. 20. №2. P. 176-183.
5. Малышкина Е.Е. Подбор эффективных ISSR-праймеров для молекулярно-генетического анализа *Betula pubescens* Ehrh. в Пермском крае // Сборник статей XII Всероссийского конгресса молодых ученых-биологов с международным участием (Пермь, 28–30 сентября 2020 г.) Пермь, 2020. С. 165-167.

Идентификационные признаки пыльцевых зерен некоторых представителей семейства Asteraceae

А.Д. Мальцева

ПГНИУ

Научный руководитель: д.б.н., профессор Л.В. Новоселова

Аннотация. Пыльцевые зерна *Taraxacum*-типа можно разделить на два подтипа: *Cichorium* и *Taraxacum*. В морфологическом типе *Aster*-тип можно выделить два подтипа: *Erigeron* и *Aster*. Из морфотипа *Cirsium* можно выделить *Silybum-mun*.

Ключевые слова: пыльцевые зерна, Asteraceae, морфологические типы пыльцевых зерен, мед.

Представители семейства Asteraceae являются отличными медоносами и перганосомами. Некоторые представители обладают высокой медопродуктивностью, например, с одного гектара *Tussilago farfara* L. можно получить до 120 кг меда, с *Taraxacum officinale* Wigg. – до 200 кг, с *Sonchus arvensis* L. – до 380 кг [1,2,3,4]. Целью исследования является выявление отличий внутри морфологических типов пыльцевых зерен представителей семейства Asteraceae.

В исследовании использовались цветки растений из собранного гербария в Чусовском районе Пермского края на злаково-разнотравном лугу на правом берегу реки Чусовая и препараты, изготовленные из разных образцов меда. Препараты изготавливались по следующей методике: пыльцевые зерна извлекались из пыльников, обрабатывались 96% спиртом, затем помещались в глицериновый желатин с фуксином [3]. Исследования проводились при помощи светового микроскопа Olympus BX51 с системой визуализации изображения Olympus DP71 с использованием программы Cell В в лаборатории цитогенетики и генетических ресурсов растений кафедры ботаники и генетики растений ПГНИУ.

Из собранного гербария было сделано 25 препаратов с пыльцевыми зернами растений, относящихся к 22 родам семейства Asteraceae: *Carduus*, *Cichorium*, *Inula* (2 вида), *Helianthus*, *Centaurea* (3 вида), *Leucanthemum*, *Sonchus*, *Cirsium*, *Leontodon*, *Aster*, *Tripleurospermum*, *Matricaria*, *Calendula*, *Tanacetum*, *Chrysanthemum*, *Arctium*, *Artemisia*, *Taraxacum*, *Picris*, *Carduus*, *Hieracium*, *Achillea*. Для большинства пыльцевых зерен представителей Asteraceae характерны следующие общие признаки: трехбороздноорость, сфероидальность или эллипсоидность, размеры: мелкие (10-25 мкм), средние (25-50 мкм) или крупные (50-100 мкм), шиповатость поверхности оболочки [5,6,7]. В ООО «Центр исследований и сертификации «Федерал»» выделяют следующие морфологические типы пыльцевых зерен представителей семейства Asteraceae: *Anthemis*-, *Cirsium*-, *Aster*-, *Taraxacum*-, *Centaurea jaceae*-, *Centaurea scabiosa*-, *Centaurea cyanus*-, *Centaurea ruthenica*-, *Arctium*-, *Helianthus*-тип [5], для которых приведены все необходимые характеристики. Другие морфотипы выделяют при помощи трансмиссионной и сканирующей электронной микроскопии на основе различий в ультраструктуре спородермы: *Anthemoid*-, *Heliantoid*-, *Senecoid*-, *Arctoid*-тип [6]. Но, в основном, мелиссопалинологические исследования проводят с помощью светового микроскопа. В Атласе пыльцевых зерен, который используют для мелиссопалинологического анализа,

представлено 39 видов растений, принадлежащих к семейству Asteraceae [2], в собранном гербарии имеются виды растений, пыльцевые зерна которых не представлены в данном пособии. К этим видам относятся *Aster salignus* Willd., *Chrysanthemum indicum* L., *Inula salicina* L., *Picris hieracioides* L.

Приводим выполненное описание пыльцевых зерен этих растений:

Inula salicina: полярная ось 23,6 мкм, экваториальный диаметр 21,8 мкм. Тип: трехборозднооровые. Форма: сфероидальная. Экваториальная проекция: округлая. Полярная проекция: трехлопастная. Скульптура: шиповатая. Апертуры: борозды узкие, оры округлые. Морфотип: *Aster*-тип. Нектаропродуктивность – 12 кг/га.

Aster salignus: полярная ось 29,0 мкм, экваториальный диаметр 28,6 мкм. Тип: трехборозднооровые. Форма: сфероидальная. Экваториальная проекция: округлая. Полярная проекция: трехлопастная. Скульптура: шиповатая. Апертуры: борозды широкие, оры крупные, округлые. Морфотип: *Aster*-тип.

Chrysanthemum indicum: полярная ось 30,8 мкм, экваториальный диаметр 31,6 мкм. Тип: трехборозднооровые. Форма: сфероидальная. Экваториальная проекция: округлая. Полярная проекция: трехлопастная. Скульптура: шиповатая. Апертуры: борозды широкие, оры крупные, округлые. Морфотип: *Leucanthemum*-тип.

Picris hieracioides: полярная ось 34,9 мкм, экваториальный диаметр 33,6 мкм. Тип: трехборозднооровые. Форма: эллипсоидальная. Экваториальная проекция: эллиптическая. Полярная проекция: шестиугольная. Скульптура: шиповато-гребенчатая. Апертуры: борозды практически неразличимы, оры округлые. Морфотип: *Taraxacum*-тип.

Были выявлены следующие морфологические типы пыльцевых зерен представителей семейства Asteraceae: *Leucanthemum*- (*Tripleurospermum*, *Achillea*, *Chrysanthemum*, *Leucanthemum*, *Tanacetum*), *Taraxacum*- (*Cichorium*, *Taraxacum*, *Hieracium*, *Sonchus*), *Aster*- (*Aster*, *Inula*), *Cirsium*- (*Carduus*, *Cirsium*), *Arctium tomentosum*-, *Centaurea phrurgia*-, *Centaurea scabiosa*-, *Centaurea cyanus*-, *Helianthus*-тип (*Calendula*, *Helianthus*), *Artemisia*. В процессе изучения пыльцевых зерен было замечено, что пыльцевые зерна морфологического типа *Taraxacum*-тип можно разделить еще на два подтипа: *Cichorium* (*Cichorium*) и *Taraxacum* (*Taraxacum*, *Hieracium*, *Leontodon*, *Sonchus*). Пыльцевые зерна *Cichorium*-подтипа характеризуются большим размером: в полярном положении – 36–42 мкм, в экваториальном – 33–48

мкм. Пыльцевые зерна *Taraxacum*-подтипа имеют меньшие размеры (26–34/25–39 мкм). В морфологическом типе *Aster*-тип можно выделить 2 подтипа: *Erigeron* (пыльцевые зерна с высокими, оттянутыми, заостренными к вершине шипами) и *Aster* (пыльцевые зерна с более низкими и менее оттянутыми шипами). Пыльцевые зерна растений рода *Tussilago* можно определять до рода, так как они имеет крупные оры, длинные, тонкие шипы с узким основанием. Из морфотипа *Cirsium* можно выделить *Silybum-mun*, так как пыльцевые зерна имеют больший размер (43–53/48–53 мкм) по сравнению с остальными представителями данного морфологического типа. Пыльцевые зерна остальных морфологических типов имеют сходное строение.

В рассмотренных препаратах, изготовленных из меда, встречаются пыльцевые зерна всех морфологических типов, некоторые можно определить до рода, например, *Echinops*, *Artemisia*. Размеры пыльцевых зерен из гербарных образцов и в меде практически не отличаются, так как препараты изготовлены по методике, которая не вызывает значительной деформации пыльцевых зерен.

Таким образом, выделено и проанализировано 10 морфологических типов пыльцевых зерен представителей семейства Asteraceae, они все обнаружены в препаратах, изготовленных из меда. Было выявлено, что в *Taraxacum*-тип можно выделить подтипы: *Cichorium* и *Taraxacum*, в *Aster*-тип – *Erigeron*, *Aster*, в *Cirsium*-тип – *Silybum*. Выяснено, что размеры пыльцевых зерен из гербарных образцов и в меде практически не отличаются, так как при изготовлении препаратов не происходит их значительной деформации.

Библиографический список

1. Выродов И.В., Зармаев А.А. Важнейшие для пчеловодства медоносные растения Северного Кавказа // Современные проблемы пчеловодства: материалы международной конференции, ЧГУ, 15–18 мая 2017 г. Грозный, 2017. С. 44–47.
2. Атлас пыльцевых зерен / Карпович И.В. и др. Екатеринбург.: Уральский рабочий, 2015. 320 с.
3. Карпович И. В. Пыльцевой анализ меда и перги Пермского края: дис. маг. биол. наук. Пермь, 2015. 44 с.
4. Корж. В.Н. Полный справочник пчеловода. Харьков: Книжный Клуб «Клуб Семейного Досуга», 2010. 440 с.

5. Новоселова Л.В., Карпович И.В. Пыльцевой анализ меда и перги с пасеки поселка Старый Бисер Горнозаводского района (Пермский край) // Пермский аграрный вестник. 2014. № 1(5). С. 43–49.

6. Атлас пыльцевых зерен астровых (Asteraceae). Палиноморфология и развитие спородермы представителей семейства Asteraceae / Мейер-Меликян Н.Р. и др. М.:Т-во научных изданий КМК, 2004. 236 с.

7. Полева С.В. Особенности ультраструктуры шишковатых пыльцевых зерен Астровых (Asteraceae) и некоторых других семейств// Бюллетень московского общества испытателей природы. Отдел биологический. 2004. №1. С. 22–30.

Молекулярно-генетический анализ трех популяций *Pinus sibirica* Du Tour в Пермском крае

Ю.И. Нечаева

ПГНИУ

Научный руководитель: д.б.н., профессор С.В. Боронникова, ПГНИУ

Аннотация. Изучен полиморфизм и определены показатели генетического разнообразия трех популяций сосны сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour, сем *Pinaceae*), расположенных в центральной и северной частях Пермского края.

Ключевые слова: генетическое разнообразие, ISSR-PCR маркеры, *Pinus sibirica* Du Tour.

Сосна сибирская имеет огромное экономическое и экологическое значение, а также является одним из основных лесообразующих видов бореальных лесов Евразии [1]. Леса с преобладанием *P. sibirica* в Пермском крае занимают 14,5 тыс. га, что в свою очередь составляет всего лишь 0,2% от площади всех хвойных лесов, расположенных на территории края [2]. Высокая значимость сосны сибирской и небольшие площади произрастания в сравнении с другими видами хвойных растений, преобладающими на территории Пермского края, вызывает необходимость проведения мероприятий по сохранению популяций данного вида. Реализация природоохранного планирования и разработка комплекса мероприятий, направленных на сохранение и воспроизводство

лесов, невозможны без данных о генетическом разнообразии и состоянии генофондов популяций [3].

Цель работы – анализ генетического разнообразия трех популяций *P. sibirica* в Пермском крае на основании полиморфизма ISSR-PCR маркеров.

Объектами исследований являлись три популяции сосны сибирской в Пермском крае, расположенные в Красновишерском лесничестве (Ps_Kr), Кочевском лесничестве (Ps_Kh) и на территории ФГБУ «Государственный заповедник «Басеги»» (Ps_Bs).

Для проведения молекулярно-генетических исследований были собраны образцы хвои в трех популяциях *P. sibirica* с 76 деревьев. Выделение тотальной ДНК проводили из растительного материала (хвои) по методике С. Роджерса [4], модифицированной с использованием в качестве сорбента PVPP. Концентрация и качество ДНК были определены на спектрофотометре NanoDrop2000 («Thermo Fisher Scientific», USA). Определение генетического полиморфизма проводили ISSR (Inter Simple Sequence Repeats)-методом с использованием ПЦР [5]. Для проведения ПЦР были использованы эффективные для *P. sibirica* ISSR-праймеры, подобранные ранее [6]. Для ПЦР была использована стандартная реакционная смесь [7], амплификацию проводили в амплификаторе GeneAmp PCR System 9700 («Applied Biosystems», USA) по типичной для ISSR-метода программе [5]. Продукты амплификации разделяли с помощью электрофореза в 2% агарозном геле в 1x TBE буфере. Гели окрашивали бромистым этидием и фотографировали в проходящем ультрафиолетовом свете в системе Gel-Doc XR («Bio-Rad», USA). Для определения длины фрагментов ДНК использовали маркер молекулярной массы (100 + bp+DNA Ladder; ЗАО «Евроген», Москва). Определение длин фрагментов проводилось с использованием программы Quantity One в системе гель-документации Gel-Doc XR («Bio-Rad», USA).

По результатам ISSR-анализа выявлено 102 ISSR-PCR маркера, из которых 88 были полиморфными ($P_{95}=0,863$). Установлено, что популяции исследуемого вида (табл.) в Пермском крае характеризуется высоким генетическим разнообразием ($P_{95}=0,863$; $H_E=0,195$; $n_e=1,335$; $R=18$).

Генетическое разнообразие трех популяций *P. sibirica*

Выборка	P_{95}	H_E	n_a	n_e	R	I
Ps_Kr	0,621	0,142 (0,019)	1,078 (0,088)	1,241 (0,034)	2 (0,030)	0,215 (0,027)
Ps_Kh	0,758	0,247 (0,020)	1,578 (0,067)	1,427 (0,038)	14 (0,154)	0,368 (0,028)
Ps_Bs	0,671	0,197 (0,020)	1,333 (0,084)	1,337 (0,037)	2 (0,026)	0,294 (0,028)
На общую выборку	0,863	0,195 (0,011)	1,330 (0,048)	1,335 (0,021)	18 (0,177)	0,293 (0,016)

Примечание: P_{95} – доля полиморфных локусов, H_E – ожидаемая гетерозиготность; n_a – абсолютное число аллелей на локус; n_e – эффективное число аллелей на локус; у всех вышеуказанных параметров в скобках даны стандартные отклонения; R – число редких аллелей; в скобках указана их доля от общего числа фрагментов; I –информационный индекс Шеннона.

При этом, наибольшим генетическим разнообразием обладает популяция Кочевского лесничества ($P_{95}=0,758$; $H_E=0,247$; $n_e=1,427$; $R=14$). Генетическое разнообразия незначительно ($F_{st}<1,96$) ниже в популяциях (табл.), расположенных в Красновишерском лесничестве ($P_{95}=0,621$; $H_E=0,142$; $n_e=1,241$; $R=2$) и на территории ФГБУ «Государственный заповедник «Басеги»» ($P_{95}=0,671$; $H_E=0,197$; $n_e=1,337$; $R=2$). Абсолютное число аллелей значительно выше ($t_{st}=4,52>1,96$) в популяции Ps_Kh ($n_a=1,578$) по сравнению с этим показателем в популяции Ps_Kr ($n_a=1,078$). Для сохранения генофонда исследуемого вида и проведения лесовосстановительных мероприятий рекомендуется использовать популяцию из Кочевского лесничества, обладающую наибольшим генетическим разнообразием.

Библиографический список

1. Бех И.А., Кривец С.А., Бисирова Э.М. Кедр – Жемчужина Сибири. Томск: Изд-во «Печатная мануфактура», 2009. 50 с.
2. Лесной план Пермского края на 2018-2027 годы [Электронный ресурс] / Министерство природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Пермского края. – Пермь, 2018.

3. Yanbaev Y., Sultanova R., Blonskaya L., Bakhtina S., Tagirova A., Tagirov V., Kulagin A. Gene pool of scots pine (*Pinus sylvestris* L.) Under reforestation in extreme environment // Wood Research. 2020. Vol. 65. № 3. P. 459-470.

4. Rogers, S.O., Bendich A.J. Extraction of DNA from milligram amounts of fresh, herbarium and mummified plant tissues // Plant Molecular Biology. 1985. Vol. 1, № 19. P. 69-76.

5. Zietkiewicz E. Genome fingerprinting by simple sequence repeat (SSR)–anchored polymerase chain reaction amplification // Genomics. 1994. Vol. 20. P. 176-183.

6. Мазунина Ж.И., Нечаева Ю.С. Анализ эффективности ISSR-праймеров для изучения полиморфизма ДНК кедр сибирского *Pinus sibirica* Du Tour // Научные исследования: теоретико-методологические подходы и практические результаты: материалы Международной научно-практической конференции НИЦ «Поволжская научная корпорация» (31 марта 2017 г.) – Самара, 2017. С. 376-378.

7. Нечаева Ю. И., Пыстогова Н. А., Чертов Н. В., Боронникова С. В. Молекулярно-генетический анализ популяций *Pinus sylvestris* L. и *Pinus sibirica* Du Tour в Пермском крае на основании полиморфизма ISSR-PCR маркеров // Бюллетень науки и практики. 2021. Т. 7. №4. С. 12-21

Определение нуклеотидных последовательностей трех локусов хлоропластной ДНК *Pinus sylvestris* L.

Н.А. Пыстогова

ПГНИУ

Научный руководитель: д.б.н., профессор С.В. Боронникова, ПГНИУ

Аннотация. Для секвенирования локусов хлоропластной ДНК *P. sylvestris* подобраны оптимальные концентрации праймеров, условия проведения ПЦР и очистки продуктов амплификации. Определены нуклеотидные последовательности 3-х локусов хлоропластной ДНК *P. sylvestris*.

Ключевые слова: *Pinus sylvestris* L., хлДНК, подбор условий ПЦР.

Pinus sylvestris L. является одним из наиболее широко распространенных, экономически важных лесообразующих видов растений, играющим исключительно важную роль в формировании структуры и функций лесных экосистем. *P. sylvestris* занимает 15,5 % всей площади земель, занятых лесными экосистемами в России, что составляет 117 млн. га. В Пермском крае этот вид занимает площадь 1 449 300 га (21,4% от площади хвойных растений в Пермском крае).

В настоящее время применение ДНК-маркирования основных лесообразующих видов растений рассматривается как основной инструмент для генетического контроля происхождения древесины и формирования современной системы управления лесонасаждениями. Для идентификации дикорастущих растений эффективен метод секвенирования вариабельных таксономически значимых фрагментов ДНК. Для этого чаще всего применяют хлоропластные и ядерные маркеры. Более эффективным для идентификации является SNP-анализ. Для разработки SNP-маркеров необходимо провести фундаментальные исследования и поиск эффективных стабильных полиморфизмов различных структурных элементов геномов [1].

Этапами подготовки и определения последовательности ДНК являются: экстракция нуклеиновой кислоты из биологического материала, подбор (дизайн) праймеров, ПЦР, последующая очистка продуктов амплификации, проведение секвеновой реакции и очистка продуктов секвеновой реакции, капиллярный электрофорез.

Цель исследования – тестирование пар праймеров хлоропластной ДНК сосны обыкновенной, выделенной из тканей растений, а также подбор условий для ПЦР и очистки продуктов амплификации.

Объектами исследований являлись пять популяции Пермского края. Большесосновского, Гаинского, Пермского, Карагайского, Добрянского районов. Выделение ДНК из тканей растений проводили по методике Cota-Sanchez [2] с модификацией, которая заключается в добавлении 3М раствора ацетата натрия на этапе осаждения ДНК изопропанолом и инкубировании при – 20°C в течении 30 минут. Концентрацию ДНК каждой пробы выравнивали до 10 нг/мкл. Качество ДНК: соотношение A260/280 колебалось от 1,8 до 2,0, что свидетельствует о высоком качестве выделенной тотальной ДНК.

Для исследования были отобраны 3 локуса хпДНК. Лocus *trnV* -хлоропластный ген тРНК-Val (UAC) – chloroplast gene for tRNA-Val (UAC) представляет собой частичную последовательность, кодирующую

транспортную РНК аминокислоты Val, ID гена в системе NCBI – 33081676 [3]. Локус *rpl20-rps18* – хлоропластный ген рибосомных белков L20 и S18 – chloroplast gene of ribosomal proteins L20 and S18 – частично расположены две кодирующие области рибосомальных белков L20 и S18, разделенные не кодирующим межгенным участком, ID гена в системе NCBI – LOC AB097800 [3]. Локус *psbA-trnH* – межгенный спейсер – intergenic spacer – содержит часть гена D1 (*psbA*), кодирующего белок фотосистемы II, а так же межгенный спейсер, включающий в себя ген транспортной РНК аминокислоты His (*tRNA-His*), ID гена в системе NCBI – LOC KJ661369 [3].

Были протестированы три пары праймеров к 3 локусам некодирующих регионов хлДНК. Для амплификации были использованы соответствующие праймеры, приведенные в литературных источниках [4; 5].

Для амплификации изучаемых локусов использовали реакционную смесь объемом 20 мкл следующего состава: 10х буфер для ПЦР («Силекс М», Россия); 1,5 mM MgCl₂; 0,2 mM каждого dNTP; 1 мкМ каждого праймера; 0,5 ед. *Tag*-полимеразы; 10 нг ДНК. Объем праймера подбирался опытным путем. В ходе работы был подобран оптимальный объем праймера – 1 мкМ.

Также опытным путем были подобраны условия проведения ПЦР. Для локусов *trnV* и *rpl20-rps18* оптимальная программа: денатурация: 94°C – 3 мин.; 30 циклов: 94°C – 45сек., 68°C – 50сек., 72°C – 80 сек., финальная элонгация: 72°C – 5 мин. Для локуса *psbA-trnH*: денатурация: 94°C – 10 мин.; 32 циклов: 94°C – 30сек., 58°C – 30сек., 72°C – 80 сек., финальная элонгация: 72°C – 10 мин.

Ферментативную очистку продуктов ПЦР проводили смесью ферментов *EcoI* и FAST-AP («Fermentas», Литва) в отношении 0,5:1 из расчета 1,5 мкл ферментативной смеси на 5 мкл продуктов ПЦР. Реакцию ферментативной очистки проводили в амплификаторе GeneAmp PCRSystem 9700 («Applied Biosystems», США) по программе: 37°C – 30 мин, 80°C – 15 мин, охлаждение до 4°C.

Для молекулярно-генетической идентификации популяций, на основании проб ДНК, выделенных из тканей растений, в 5 популяциях были отобраны три локуса хлоропластной ДНК *P. sylvestris*. Подобранные оптимальные объемы праймеров и условия проведения реакций. С использованием подобранных условий ПЦР в дальнейшем определены нуклеотидные последовательности 3-х локусов хлоропластной ДНК *P. sylvestris*.

Нуклеотидные последовательности трех локусов хпДНК были секвенированы, в среднем, у восьми деревьев *P. sylvestris* из каждой популяции, отобранных по результатам ранее проведенного ISSR-маркирования (у *P. sylvestris* проанализирован полиморфизм 91 ISSR-PCR маркера). Суммарная длина проанализированной последовательности по трем локусам у каждой особи составила 1780 нуклеотидов.

Библиографический список

1. Нигматуллина Н.В., Кулуев А.Р., Кулуев Б.Р. Молекулярные маркеры, применяемые для определения генетического разнообразия и видоидентификации дикорастущих растений // Биомика. 2018. Том 10. № 3. 290-318.

2. Cota-Sanchez J. H., Remarchyk K., Ubayasena K. Ready-to-Use DNA Extracted with a CTAB Method Adapted for Herbarium Specimens and Mucilaginous Plant Tissue // Plant Molecular Biology Reporter. 2006. V.24. P. 161-167.

3. База данных национального центра биотехнологической информации «NCBI» // National Center for Biotechnology Information: сайт. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/> (дата обращения: 15.04.2021)

4. Wang X., Tsumura Y., Yoshimaru H., Nagasaka K., Szmidt A.E. Phylogenetic relationships of eurasian *Pines* (*Pinus*, *Pinaceae*) based on chloroplast *rbcl*, *matk*, *rpl20-rps18* spacer, and *trnV* intron // American Journal of Botany. 1999. V.86. №12. P. 1742-1753.

5. Ferri G., Alù M., Corradini B., Licata M., Beduschi G. Species identification through DNA “barcodes” // Genet Test Mol Biomarkers. 2009. V. 13. №3. P. 421.426.

Полиморфизм генов *BDKRB2* и *PPARGC1A* у вольных борцов города Оса Пермского края

Е.В. Пьянкова

ПГНИУ

Научный руководитель: д.б.н., проф. С.В. Боронникова, ПГНИУ

Аннотация. Изучены полиморфизмы двух генов, ассоциированных с формированием и проявлением выносливости, у 30 борцов вольного стиля, занимающихся в МБУ «Спортивная школа «Фаворит» города Оса Пермского края. Исследованы полиморфные локусы +9/-9 гена *BDKRB2* и Gly428Ser гена *PPARGC1A*. По результатам ПЦР определены аллельные варианты изучаемых генов и их частоты; установлены генотипы всех испытуемых. У вольных борцов рассчитан общий генетический балл (ОГБ), на основании которого определяется генетическая предрасположенность к формированию выносливости. Для испытуемых составлены персональные отчеты по генотипированию. Кроме того, сформированы рекомендации по корректировке тренировочного процесса тестируемых спортсменов.

Ключевые слова: полиморфизм, *BDKRB2*, *PPARGC1A*, вольные борцы.

Актуальной задачей в построении учебно-тренировочной деятельности каждого спортсмена является определение генетического полиморфизма и его влияние на формирование физических качеств [1]. Вольная борьба считается ациклическим видом спорта, имеющим целостные, законченные двигательные акты, не связанные между собой [2]. Выносливость является одним из важнейших физических качеств, присущих вольным борцам. Для формирования выносливости необходимо учитывать аллельные варианты генов, регулирующих клеточное дыхание и обмен веществ (*PPARGC1A* – Peroxisome Proliferator-Activated Receptor Gamma Coactivator 1-Alpha), а также контролирующих работу сердечно-сосудистой системы (*BDKRB2* – Bradykinin Receptor B2). Аллельные варианты генов *PPARGC1A* и *BDKRB2*, оказывающие влияние на формирование выносливости, у борцов вольного стиля ранее не изучались.

Цель исследования – анализ полиморфизма генов *BDKRB2* и *PPARGC1A*, ассоциированных с развитием и проявлением выносливости, у вольных борцов, занимающихся в МБУ «Спортивная школа «Фаворит» города Оса Пермского края.

Забор буккального эпителия у 30 борцов вольного стиля проводился путем соскоба эпителиальных клеток ротовой полости. ДНК выделяли сорбентным методом с использованием набора «Проба-ГС» (ООО «ДНК-Технология», Россия). Для проведения молекулярно-генетического анализа было выделено 30 проб ДНК. Концентрацию проб определяли с помощью спектрофотометра SpectrofotometrTM NanoDrop 2000 («Thermo scientific», USA). Амплификацию аллельных вариантов генов *BDKRB2* и *PPARGC1A* проводили по стандартным методикам [3, 4]. Для выявления полиморфизма гена *PPARGC1A* проводилась дополнительная инкубация ампликонов с эндонуклеазой рестрикции – *MspI* («Thermo Fisher Scientific», USA). Электрофоретическое разделение продуктов амплификации и рестрикции проводилось в 3% агарозном геле с последующей окраской бромистым этидием и фотографированием в системе гель-документации Gel Doc XR в проходящем ультрафиолетовом свете. Для определения длины фрагментов воспользовались маркером молекулярной массы (100 bp +1.5 + 3 Kb DNA Ladder). Определение длин фрагментов проводилось при помощи программы Quantity One 4.6.2 («Bio-Rad», USA). Оценка генетической предрасположенности к выносливости на основании генного профиля проведена посредством расчета «общего генетического балла» (ОГБ).

Молекулярно-генетический анализ показал, что в исследуемой выборке вольных борцов с частотой 0,73 преобладает генотип +9/-9 гена *BDKRB2*, которому соответствуют фрагменты ДНК длиной 91 и 100 п.н. Для формирования выносливости данный генотип является благоприятным, так как отсутствие вставки (аллель -9) вызывает высокую экспрессию гена, а значит более выраженный сосудорасширяющий эффект [5]. Генотип +9/+9 (длина фрагментов ДНК соответствует 100 п.н.) встречается в исследуемой выборке с частотой 0,27. Данный генотип является неблагоприятным для формирования выносливости. Аллель +9 является фактором риска развития первичной артериальной гипертензии. Носители генотипа +9/+9 в большей степени склонны к гипертрофии миокарда левого желудочка и к высокому уровню артериального давления [6]. Генотип -9/-9 в выборке борцов вольного стиля не выявлен.

Анализ полиморфной позиции Gly428Ser гена *PPARGC1A* показал, что в исследуемой выборке с частотой 0,67 встречается наиболее благоприятный гомозиготный генотип Gly/Gly, которому соответствуют фрагменты ДНК длиной 169 и 209 п.н. Носители данного генотипа имеют большее число митохондрий в клетках, что благоприятствует развитию выносливости. Гетерозиготный генотип Gly/Ser встречается с частотой 0,27, а гомозиготный Ser/Ser – 0,07. Эти два генотипа менее благоприятны для формирования качества выносливость.

Оценка генетической предрасположенности борцов по аллельным вариантам двух генов на основании ОГБ показала, что высокий ОГБ, равный 75, установлен в исследуемой выборке с наибольшей частотой (0,57). Борцы с ОГБ, равным 75 баллам, имеют высокую генетическую предрасположенность к формированию выносливости. С частотой 0,27 отмечен ОГБ, равный 50 баллам, а невысокие частотами отмечены у спортсменов с низкими ОГБ (0,1 для ОГБ=25 и 0,07 для ОГБ 0). Наивысший показатель ОГБ, равный 100 баллов, в исследуемой выборке не выявлен.

С учетом генетического профиля каждого из обследованных спортсменов тренерам и их ученикам даны рекомендации по коррекции тренировочного процесса на основании общего генетического балла.

Библиографический список

1. Аксенов М.О. Генетические факторы адаптации к тренировочным нагрузкам в тяжелоатлетических видах спорта // Вестник Бурятского государственного университета. 2017. Вып. 1. 11 с.
2. Епифанов В.А. Восстановительная медицина. М.: ГЭОТАР-Медиа. 2012. 304 с.
3. Ведяков А.М. Анализ полиформизма генов *ACE* и *BDKRB2* у спортсменов / А.М. Ведяков, П.И. Лидов, Д.А. Гаврилов, Е.А. Табакаян // Вестник спортивной науки. 2006. №1. С. 23-27.
4. Eynon N. Is there an interaction between PPARD T294C PPARGC1A Gly482Ser polymorphisms and endurance performance? / N. Eynon, Y. Meckel, A.J. Alves, C. Yamin, M. Sagiv, E. Goldhammer, M. Sagiv // Exp. Physiol. 2009. Vol. 94. P. 1147-1152.
5. Williams A.G. Bradykinin receptor gene variant and human physical performance / A.G. Williams, S.S. Dhamrait, P.T. Wootton, S.H. Day // J. Physiol. 2004. Vol. 96. P. 938-942.
6. Lung C.C. Analysis of an exon 1 polymorphism of the B2 bradykinin receptor gene and its transcript in normal subjects and patients with C1

Оценка фитопатологического состояния древостоя в окрестностях экологической тропы «По следам Миндовского» города Перми

В.Н. Роор¹, И.В. Степанкова²

¹ПГАТУ

²ПГНИУ

Научные руководители: к.б.н., доцент *М.И. Демидова*, ПГНИУ;
д.б.н., профессор *Л.В. Новоселова*, ПГНИУ

Аннотация. В настоящей работе проведена оценка фитопатологического состояния древостоя. Определены состав древесных насаждений и основные виды грибов-ксилотрофов и насекомых-фитофагов, встречающихся на участках экологической тропы. Выявлены породы деревьев более и менее устойчивых к заселению грибами и насекомыми. Проанализированы возможные причины заражения древостоя.

Ключевые слова: фитопатология, насекомые-фитофаги, грибы-ксилотрофы, экологическая тропа.

Пермь богата зелеными насаждениями, что позволяет людям в любом районе найти свой уголок отдыха. На данный момент в городе насчитывается более 20 экологических троп [5].

В 2020 г. в долине реки Данилиха создана новая экологическая тропа «По следам Миндовского», которая посвящена памяти лесоведа и озеленителя Валентина Леонидовича Миндовского, создавшего метод озеленения городов «питомник-сад» и заложившего Серебрянский парк в 60-е годы XX в. [1]. Все зеленые насаждения в городских условиях подвергаются сильному антропогенному воздействию, а ослабленные растения страдают от различных поражений [6].

Цель работы заключалась в определении состояния древесных насаждений экологической тропы.

На исследуемой территории обнаружено 66 видов деревьев и кустарников из 18 семейств [3,4]. Основу видового разнообразия (35%) представляют виды семейства *Rosaceae*, такие как черемуха обыкновенная (*Padus avium* Mill.), яблоня ягодная (*Malus baccata* (L.) Workh.), рябина

обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.) и др. Значительную долю (23%) занимают представители семейства *Salicaceae*: ива корзиночная (*Salix viminalis* L.), тополь белый (*Populus alba* L.), осина обыкновенная (*Populus tremula* L.) и др. В меньшей степени представлены виды семейства *Caprifoliaceae* (19%) и *Grossulariaceae* (13%). В целом, на территории парка преобладают растения антропогенного биома (20% от общего количества видов) из-за большого числа пикниковых зон, мест кострищ и свалок, развитой тропиной сети, близкого расположения железной дороги.

При оценке фитопатологического состояния использовались официальные методические рекомендации по лесопатологическим обследованиям [2].

Вдоль экологической тропы было заложено 6 пробных площадок, отличающихся по условиям (таблица). Описывались древесные породы, частота встречаемости, а также виды обнаруженных грибов-ксилотрофов и насекомых-фитофагов.

Максимальное повреждение деревьев грибами и насекомыми наблюдается на площадке 4, которая характеризуется высоким видовым разнообразием древостоя и плотностью произрастания деревьев и кустарников.

На площадках 1 и 2 тоже имеется высокий уровень встречаемости грибов и насекомых, что объясняется близким расположением к реке и повышенной увлажненностью. Преобладают возрастные экземпляры тополей (1 площадка) и березы (2 площадка). На ивах, тополях и кленах в пределах 1 и 2 площадок было обнаружено умеренное поражение тлей (*Aphidoidea sp.*), не являющееся очаговым.

Характеристика пробных площадок

№	Расстояние до реки, м	Расстояние до ж/д путей, м	Число обследованных деревьев, шт	Доминант древостоя, род	Число видов деревьев, шт	Доля пораженных деревьев	
						грибами, %	насекомыми, %
1	15–20	230–240	58	<i>Populus</i>	6	15,5	17,4
2	60–80	120–150	47	<i>Betula</i>	7	19,2	17,0
3	15–25	130–150	33	<i>Populus</i>	8	9,1	9,1
4	120–140	50–70	30	<i>Larix</i>	9	30,3	16,7
5	130–150	20–30	38	<i>Populus</i>	6	5,3	7,9
6	220–240	15–20	182	<i>Betula</i>	2	1,1	13,7

На площадках 5 с преобладанием тополей и 6 с преобладанием вязов наблюдалось минимальное поражение грибами. Ранее здесь проводились уходные работы по удалению подроста. На деревьях были обнаружены слабые поражения короедом типографом (*Ips typographus* L.) и рогохвостом березовым (*Tremex fuscicornis* Fbr.) прошлых лет.

На территории площадок из 77 случаев повреждений грибами различных форм было определено 10 видов, относящиеся к сапротрофам или факультативным паразитам. Наиболее подверженными заражению оказались яблони, доля пораженных грибами деревьев – 47,37%. На яблонях обнаружены: дедалиопсис шершавый (*Daedaleopsis confragosa* (Bolton) J. Schröt), трутовик плоский (*Ganoderma lipsiense* (Batsch) G.F. Atk), трутовик жестковолосистый (*Trametes hirsute* (Wulfen) Pilát), нектрия киноварно-красная (*Nectria cinnabarina* (Tode) Fr.); на ивах (44,44%): опенок зимний (*Flammulina velutipes* (Curtis) Singer), лентитес березовый (*Lenzites betulinus* (L.) Fr.), вешенка обыкновенная (*Pleurotus ostreatus* (Jacquin) P. Kummer); на березе повислой (2,94%): трутовик настоящий (*Fomes fomentarius* (L.) Fr.), трутовик плоский (*Ganoderma lipsiense* (Batsch) G.F. Atk), березовая губка (*Piptoporus betulinus* (Bull.) P. Karst); на тополях (10,34%): чешуйчатка разрушающая (*Pholiota populnea* (Pers.) Куувер & Тжалл-Беук.), трутовик жестковолосистый (*Trametes hirsute* (Wulfen) Pilát). На поваленной древесине были обнаружены хондростереум пурпурный (*Chondrostereum purpureum* (Fir.) Poaz.) и клавиаторна крыночковидная (*Artomyces pyxidatus* (Pers.) Jülich).

Выводы. Таким образом, фитопатологическое состояние древостоя в окрестностях экологической тропы «По следам Миндовского» в Серебрянском парке находится на удовлетворительном уровне. Очагов поражения грибами или насекомыми не обнаружено.

Благодарим за помощь в проведении исследований д.б.н., профессора кафедры ботаники и генетики растений ПГНИУ Переведенцеву Л.Г. и ученицу 11 класса МАОУ «Лицей №2» Катыреву А.А.

Библиографический список

1. Всероссийское общество охраны природы. Пермское отделение [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://u.to/MO1YGw> (дата обращения 20.03.2021)
2. Кузьмичев Е.П., Соколова Э.С., Мозолевская Е.Г. Болезни древесных растений: справочник [Болезни и вредители в лесах России. Том 1.]. М: ВНИИЛМ, 2004. 120 с.

3. Овеснов С.А. Местная флора. Флора Пермского края и ее анализ // Перм. гос. ун-т. Пермь. 2009 г. 171 с.

4. Овеснов С.А., Молганова Н.А., Василенко В.В. Деревья и кустарники города Перми: справочник // Нижний Новгород. 2019. 226 с.

5. Природа города Перми. Обустройство экологических троп в пермских городских лесах [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://u.to/nOIYGw> (дата обращения 20.03.2021)

6. Юшкевич М.В. Видовое разнообразие, трансформация и синантропизация растительности пригородных лесов Минска // Проблемы лесоразведения и лесоводства. 2013. № 73. С. 461-472

Получение спорово-пыльцевых спектров растительности ООПТ «Спасская гора» и «Предуралье» с применением модифицированной методики подготовки образцов

Е.А. Ситникова, А.С. Максимов
ПГНИУ

Научный руководитель: д.б.н., профессор Л.В. Новоселова, ПГНИУ

Аннотация. Данная статья посвящена пробоподготовке и анализу спорово-пыльцевых спектров для территорий ООПТ «Предуралье» и «Спасская гора». В ходе работы были проведены геоботанические описания в местах установки пыльцеуловителей Таубера, а также описание спорово-пыльцевых спектров после подготовки препаратов по методике, модифицированной авторами.

Ключевые слова: пыльцевые зерна, спорово-пыльцевые спектры, ООПТ «Предуралье», ООПТ «Спасская гора».

Спорово-пыльцевой анализ является одним из ботанических методов, который активно применяется во многих отраслях исследований [1]. На основании данных спорово-пыльцевого анализа осуществляется восстановление видового состава растительности прошедших геологических эпох, а также выявление изменений растительности [2]. Спорово-пыльцевые спектры демонстрируют процентное соотношение пыльцевых зерен и спор отдельных видов по отношению к их общей

сумме [3]. В методике подготовки образцов, описанной в рекомендациях Европейской программы пыльцевого мониторинга (<http://www.cricyt.edu.ar/paleo/pmp/pmp.html>) на стадии ацидолиза используется уксусный ангидрид, относящийся в Российской Федерации в соответствии с постановлением Правительства №681 от 30.06.1998 к прекурсорам (список IV (таблица I)), оборот которых ограничен, требует строгой отчётности и получения организацией специальной лицензии. Вследствие этого, осуществление данной методики пыльцевого мониторинга в исследовательских организациях на территории РФ серьёзно осложнено. Таким образом модификация методики подготовки образцов для спорово-пыльцевого анализа, исключая использование прекурсоров из выше обозначенного списка, является актуальной задачей.

Сбор пыльцевых зёрен осуществлялся при помощи пыльцеуловителей Таубера, которые представляют собой 5 л ёмкости с отверстиями, диаметр которых не более 5 см, установленные на открытом пространстве. Для того, чтобы установить пыльцеуловитель, в почве выкапывали ямку таким образом, чтобы горлышко находилось на 3–5 см выше уровня почвы; также в пыльцеуловитель помещали смесь глицерина, формалина и тимола в следующем соотношении: глицерин – около 150 мл (количество глицерина должно быть достаточно для покрытия дна на 3 мм); формалин – 20 мл; тимол – 2–3 кристалла. Данная смесь необходима для того, чтобы предотвратить размножение бактерий и грибов. После установки пыльцеуловителей 06.10.2019 г. на территории ООПТ «Предуралье» и «Спасская гора», летом 2020 г. проводили мониторинговые геоботанические описания, чтобы соотнести полученные данные по пыльцевым зёрнам с растительным покровом территорий. По методике исследований жидкость из пыльцеуловителей собрали через год после их установки [4].

Подготовка образцов к спорово-пыльцевому анализу. Лабораторная обработка содержимого пыльцеуловителей проведена методом ацидолиза. В каждый образец из ловушек были добавлены специальные калибровочные таблетки из спор *Lycopodium* для того, чтобы рассчитать показатель пыльцевой продуктивности [5,6,7]. Фильтр из ацетата целлюлозы диаметром 100 мм помещался в воронку Бюхнера, которая вставляется в колбу Бунзена. Фильтрация происходила под вакуумом от водоструйного насоса. Сначала материал пропускался через сито с ячейками 0,75 мм, где задерживались мелкие грызуны и насекомые, затем через сито с ячейками 0,25 мм для удаления других крупных частиц, таких как семена растений и мелкие насекомые. После чего содержимое

пыльцеуловителя попадало на мембранный ацетатцеллюлозный фильтр, на котором задерживались пыльцевые зёрна и споры. Ацетатцеллюлозный фильтр растворялся в 40 мл этилцеллозольва в стеклянной пробирке для центрифугирования объёмом 100 мл, после чего производилось центрифугирование в течение 15 минут при 4000 об/мин, далее надосадочная жидкость сливалась и к полученному осадку прибавлялась смесь серной и уксусной кислоты в массовом соотношении 1:9 (2,5 г серной кислоты, 22,5 г уксусной кислоты). После выдерживания в течение 20 мин раствор также центрифугировался в течение 15 мин при 4000 об/мин, надосадочная жидкость сливалась к осадку прибавлялось 30 мл ацетона, после чего раствор центрифугировался при тех же параметрах. Последним этапом подготовки образца являлась промывка осадка деионизованной водой с последующим центрифугированием. Перед лабораторной обработкой содержимого пыльцеуловителей было поставлено несколько модельных экспериментов.

После завершения химической обработки из готового образца изготавливался препарат для подсчёта пыльцевых зёрен и спор под микроскопом.

При анализе спорово-пыльцевых спектров изученных территорий выявлено 23 спорово-пыльцевых типа, 9 из которых относятся к пыльцевым зернам древесных растений, 10 – к травянистым растениям, 1 – к споровым растениям (*Lycopodium*, добавленный в таблетке) и 3 типа спор грибов.

В ООПТ «Предуралье» доминирующими таксонами пыльцевых зёрен из пыльцеуловителей, установленных на лугах «Большая перемена» и «Малая перемена», являются зонтичные (Ariaceae) (до 13%), сложноцветные (Asteraceae) (до 14%) и злаки (Poaceae) (до 43%). Среди древесных растений присутствуют пыльцевые зерна ивы (*Salix*) (3–6%), берёзы (*Betula*) (1–7%), ели (*Picea*) (1–2%) и сосны (*Pinus*) (3–11%). В спорово-пыльцевом спектре на лугу «Малая перемена» значительно преобладают пыльцевые зёрна сосны (*Pinus*) (11,9%) и берёзы (*Betula*) (7,7). При помощи спор *Lycopodium* был рассчитан показатель пыльцевой продуктивности за год, он оказался на лугу «Большая перемена» 145017, на лугу «Малая перемена» 177997 пыльцевых зёрен в см³. Большое количество пыльцевых зёрен злаков говорит о сильном антропогенном влиянии. Действительно, в последнее десятилетие на лугах доминирует райграс высокий *Arrhenaterum elatius* (L.) P.Beauv. ex J.Presl & C.Presl.

В спорово-пыльцевых спектрах ООПТ «Спасская гора» из древесных пород больше всего пыльцевых зерен берёзы (*Betula*) (47,9%), также встречаются пыльцевые зёрна ели (*Picea*) (2,2%), липы (*Tilia*) (1,2%), пихты (*Abies*) (1,1%), ольхи (*Alnus*) (0,9%). Действительно, на территории Спасской горы присутствуют сосновые, березовые, ильмово-березово-липовые и елово-березовые леса. Из травянистых растений много пыльцевых зерен зонтичных (Ариáceae) (6,04%), сложноцветных (Аsteráceae) (4,8%), злаков (Роáceae) (4%). Пыльцевая продуктивность составляет 153783 пыльцевых зёрен в см³.

В спорово-пыльцевом спектре ООПТ «Предуралье» и «Спасская гора» в небольшом количестве встречаются споры грибов кладоспориум (*Cladosporium*), альтернария (*Alternaria*) и курвулярия (*Curvularia*).

Библиографический список

1. Сладков А.Н. Введение в спорово-пыльцевой анализ – Изд-во: Наука, 1967. – 271 с.
2. Гричук В.П. Анализ ископаемых пыльцы и спор и его применение в палеогеографии / В.П. Гричук, Е.Д. Заклинская. – М.: Географгиз, 1948. – 223 с.
3. Чернова Г.М. Спорово-пыльцевой анализ отложений плейстоцена-голоцена. – СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2004. – 128 с.
4. European Pollen Monitoring Programme [Электронный ресурс] / editors: Sheila Hicks, Brigitta Ammann, Malgorzata Latalowa, Heather Pardoe, Heather Tinsley. – URL: <http://www.cricyt.edu.ar/paleo/pmp/pmp.html>.
5. Носова М.Б. Современные спорово-пыльцевые зоны широколиственных лесов и лесостепного экотона // Известия Тульского государственного университета. Естественные науки. – 2019. – № 3. С.94–108.
6. Новожилова Е. Н., Новоселова Л. В. Пыльцевой мониторинг в заповеднике «Басеги» // Экологические проблемы антропогенной трансформации городской среды: Сб. материалов науч.-практ. конф. (16–18 окт. 2013 г.) / науч. ред. С.А. Бузмаков; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь – 2014. – С.304–306.
7. Новоселова Л.В., Небжицкая А.В. Спорово-пыльцевые спектры растительности заповедника «Басеги» по данным ловушек Таубера в рамках европейской программы пыльцевого мониторинга // Природа Басег/ Тр. ГПЗ «Басеги» – Соликамск, 2015. – Вып. 4. С.63–87.

Оценка реальной и потенциальной семенной продуктивности дикорастущей люцерны изменчивой

И.А. Тарасова

ПГНИУ

Научный руководитель: д.б.н., профессор Л.В. Новоселова, ПГНИУ

Аннотация. Современные сорта возделываемых видов люцерны далеко не идеальны. Многие из них характеризуются низкой семенной продуктивностью. Исследование направлено на выявление перспективных образцов с высоким потенциалом семенной продуктивности. В настоящей работе определены стандартные показатели семенной продуктивности, а также статистическая обработка и компьютерный анализ данных по семенной продуктивности люцерны изменчивой.

Ключевые слова: *Medicago*, *Medicago x varia* Martyn. люцерна изменчивая, семенная продуктивность.

Многолетние травы – наиболее выгодные с экономической точки зрения кормовые культуры. Возделывание многолетних бобовых трав имеет многофункциональную значимость, в том числе сохранение плодородия почв и материальных ресурсов благодаря обогащению почв биологическим азотом. Растения рода Люцерна *Medicago* L. принадлежат к лучшим кормовым травам благодаря симбиотической активности, они способны фиксировать из воздуха 100-200 кг/га азота, накапливать 8-12 т/га корневых и пожнивных остатков, которые по содержанию элементов минерального питания равноценны внесению 40-60 т/га навоза [1,2,5]. Цель исследования – оценить потенциальную и реальную продуктивность дикорастущей люцерны изменчивой. Данное исследование необходимо для поиска на территории Пермского края перспективных образцов многолетних кормовых культур и видов, обладающих повышенным содержанием биологически активных веществ; разработке технологии возделывания их на корм и семена; изучения действия кормов на иммунную систему сельскохозяйственных животных.

Место сбора материала – заказник «Предурлье», расположенный в долине реки Сытва на участке между с. Усть-Кишерть и с. Филипповка Пермского края. Почва участка сбора материала представляет собой

дерново-подзолистые суглинистые почвы [3]. Территория заказника относится к области умеренно-континентального климата, продолжительность теплого периода примерно 190 дней. Vegetационный период выдался относительно теплым и влажным, по сравнению со средними многолетними данными. В качестве объекта исследования выступала люцерна изменчивая *Medicago x varia* Martyn., природный гибрид *Medicago sativa x Medicago falcata*, доминирующий в заказнике «Предуралье» в последнее десятилетие на лугах, обычно встречающийся вдоль дорог местного значения и имеющий цветки промежуточной окраски: грязно-фиолетовые, желто-зеленые, желто-голубые, голубовато-фиолетовые и др.; с бобами не более одного оборота спирали. Семенная продуктивность исследовалась в соответствии с методикой для видов рода *Medicago* [1]. Статистическая обработка и компьютерный анализ данных проведены в программе Excel. Для исследования отбирались по 25 генеративных побегов, на которых подсчитывалось число соцветий, цветков и плодов в одном соцветии, затем подсчитывалось число сформировавшихся семян в плоде в фазе молочно-восковой спелости (табл.1).

На территории заказника «Предуралье» люцерна изменчивая очень разнообразна по морфологическим признакам: одни растения почти неотличимы от растений синецветковой *Medicago sativa* и желтоцветковой *Medicago falcata*, другие имеют всю гамму переходных признаков. Люцерна изменчивая подразделяется на три группы: синегибридная, желтогибридная и пестрогибридная или пестрая. Данный объект исследования можно отнести к пестрой группе, так как цветовая гамма была разнообразна: присутствовали оттенки голубого, желтого и фиолетового. По производственной классификации объект можно также отнести к люцерне пестрой (III группе сортоформ). В этой группе преобладают цветки с грязно-фиолетовой, желто-голубой, беловато-сиреневой, оранжево-белой, зеленовато-голубой окраской и других [4]. Бобы исследуемой люцерны были преимущественно закручены в один оборот спирали. Показатели семенной продуктивности вида в целом невысокие и сильно варьируют (табл.2). Причины низкой семенной продуктивности люцерны изменчивой могут быть связаны с неблагоприятными погодными условиями в период цветения – опыления летом 2020 г, местом произрастания, а также недостатком опылителей.

Таблица 1

Параметры семенной продуктивности *Medicago x varia*

Название вида, место и дата сбора	Среднее число соцветий на побеге	Среднее число цветков на побеге	Среднее число плодов на побеге	Среднее число семян почеч в завязи	Среднее число семян в плоде
<i>Medicago x varia</i> , Кишертский район, Предуралье, 3.08.2020	32,6±1,18	440,6±14,85	67,1±3,17	12,9±0,65	4,3±4,49

Таблица 2

Процент плодоцветения и семенная продуктивность *Medicago x varia**

Процент плодоцветения	ПСП на побег	РСП на побег	ПСП на особь	РСП на особь	Урожайность семян, г	Кпр
15,22	34,07	15,46	511,04	231,92	0,24	45,38

*ПСП – потенциальная семенная продуктивность; РСП – реальная семенная продуктивность, Кпр – коэффициент семенной продуктивности.

По данным литературы наибольшую потенциальную продуктивность имеет *Medicago coerulea*, а первое место по количеству семян, приходящихся на 1 боб, имеет *Medicago sativa*, и это результаты многолетней селекции [1]. Исходя из анализа литературных данных, а также проведенного исследования люцерны изменчивая обладает высоким потенциалом для дальнейшей селекции. Очевидно, что семенная продуктивность люцерны зависит от комплекса генетических и экологических факторов. С другой стороны, на семенную продуктивность влияют климатические и погодные условия, нарушение агротехники, поражаемость вредителями и болезнями, наличие опылителей и др.

Изученные образцы *Medicago x varia* Martyn. из заказника «Предуралье» рекомендованы для генетической коллекции перспективных многолетних кормовых растений Пермского края.

Библиографический список

1. Верещагина В.А., Колясникова Н.Л., Новоселова Л.В. Репродуктивная биология видов *Medicago L.* – Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 2004. – 226 с.
2. Игнатъев С.А., Грязева Т.В., Чесноков И.М. Технология возделывания люцерны на корм и семена в Ростовской области. Ростов-на-Дону, 2010. – 32 с
3. Охрана природы и заповедное дело. Природа и биота заказника «Предуралье»: учебное пособие / отв. ред. С.А. Бузмаков; ФГБОУ ВПО ПГНИУ. – Пермь, 2020. – 502 с.
4. Растениеводство: учебно-методическое пособие. в 3 ч. Ч.3: Кормовые культуры / С.Л. Елисеев, Э.Д. Акманаев, М.В. Серёгин, А.А. Скрябин, В.А. Попов, М-во с.-х. РФ, ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА. – Пермь: Изд-во ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, 2014. – 82 с.
5. Слюсарев А.М., Никитин А.Д. Выращивание семян люцерны в Чечено-Ингушетии. – Грозный: Чечено-Ингушское книжное издательство, 1985. – 52 с.

Филогенетическое разнообразие бактерий, выделенных из глинистых отложений соляной шахты Верхнекамского месторождения

Д.И. Усанина

ПГНИУ

Научный руководитель: д.б.н., профессор *Е.Г. Плотникова*, ПГНИУ

Аннотация. Из глинистых отложений рассолосборника рудника Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей (Пермский край) выделено 19 штаммов галофильных и галотолерантных бактерий. Установлена принадлежность изолятов к семействам *Halomonadaceae* (родам *Chromohalobacter* и *Halomonas*) и *Bacillaceae* (родам *Virgibacillus* и *Oceanobacillus*). У трёх штаммов рода *Halomonas* выявлена способность к деструкции органических соединений – бензойной и салициловой кислот.

Ключевые слова: *Halomonadaceae, Bacillaceae.*

В процессе получения руды на Верхнекамском месторождении солей (ВКМС) образуются шламы и рассолы с высокими концентрациями

хлорида натрия. При этом используются различные реагенты, в результате трансформации которых образуются полиэтоксильные соединения, в том числе ароматические [1]. В сложившихся условиях формируются сообщества микроорганизмов, выдерживающих осмотический стресс и проявляющих биodeградационные свойства по отношению к моно- и полициклическим соединениям.

Целью работы являлось изучение филогенетического разнообразия бактерий, выделенных из рассолоборника соляной шахты ВКМС, а также их физиологическая характеристика.

Для исследования были использованы образцы глинистых донных отложений из рассолоотводящих выработок и рассолоборников в одном из рудников ВКМС (г. Соликамск). Выделение микроорганизмов осуществлялось методом накопительного культивирования в богатой среде Раймонда (БСР) [2] с содержанием хлорида натрия 100, 150 и 200 г/л и последующим высевом на агаризованную БСР (150 г/л NaCl). Отбор штаммов осуществлялся на основании фенотипических отличий.

Далее было осуществлено ДНК-типирование культур методом ВОХ-ПЦР [3]. Визуализация ПЦР-продуктов проводилась путём электрофореза в агарозном геле.

Идентификация бактерий осуществлялась при помощи анализа последовательностей гена 16S рРНК. ДНК выделяли из чистых культур при помощи метода «щелочного лизиса». Полученные фрагменты гена 16S рРНК амплифицировали с использованием праймеров 27F и 1492R [4]. Определение нуклеотидных последовательностей гена 16S рРНК осуществляли на автоматическом секвенаторе Genetic Analyser 3500XL («Applied Biosystem», США) на кафедре ботаники и генетики растений ПГНИУ. Филогенетический анализ проводили с использованием программ Sequence Scanner v. 2.0, MEGA 7.0. Поиск гомологичных последовательностей осуществляли с помощью базы данных EzBioCloud.

Для выявления устойчивости выделенных штаммов к различным концентрациям NaCl проводили их высева на агаризованные БСР без соли и с содержанием NaCl от 10 до 300 г/л. Способность микроорганизмов разлагать ароматические углеводороды оценивали путём культивирования в жидкой минеральной среде Раймонда (70 г/л NaCl) с добавлением бензойной и салициловой кислот в качестве единственного источника углерода и энергии. У штаммов, проявивших способность к росту на МСР с бензойной кислотой, был амплифицирован ген *benA* (праймеры *benA-F* и *benA-R*) [5].

Штаммы, изолированные из образцов глинистых отложений, по результатам анализа ВОХ-профилей были объединены в 14 геномогрупп. Установлено, что представители 12 геномогрупп относятся к классу *Gammaproteobacteria* (семейство *Halomonadaceae*), 2 – к классу *Bacilli* (семейство *Bacillaceae*). Уровень сходства исследуемых изолятов с типовыми штаммами узаконенных видов находится в пределах 98.96–100%. Интерес представляет штамм D12, имеющий низкий уровень сходства (98.96%) с типовыми штаммами рода *Halomonas* (*Halomonas meridiana*, *Halomonas piezotolerans*, *Halomonas songnenensis*), и он может представлять новую таксономическую единицу. Среди исследуемых штаммов выявлена генетическая гетерогенность: изоляты *Chromohalobacter* sp. DK1K, DG3G, D1, D5, и D10 идентичные по нуклеотидному составу гена 16S рРНК, принадлежат к разным геномогруппам. Три штамма имеют 100%-ное сходство с типовыми штаммами семейства *Bacillaceae* (рода *Virgibacillus* и *Oceanobacillus*).

Выяснено, что среди полученных штаммов присутствуют галотолерантные и галофильные организмы, способные к росту в среде с содержанием NaCl до 300 г/л. Изолят *Halomonas* sp. DK1M способен к эффективному росту на МСР с салициловой кислотой, а штаммы *Halomonas* sp. DR1 и D2 проявляли способность к деструкции бензойной кислоты; у данных штаммов обнаружен ген *benA*, кодирующий α -субъединицу бензоат 1,2-диоксигеназы, ключевого фермента деструкции бензойной кислоты.

Таким образом, в результате исследования из образцов глинистых отложений рудника Верхнекамского месторождения (г. Соликамск) были получены новые данные о филогенетическом разнообразии бактерий ВКМС. Большинство выделенных штаммов были галотолерантными и галофильными бактериями семейства *Halomonadaceae*. Три штамма рода *Halomonas* проявляли способность к деструкции ароматических углеводов, что делает их перспективными для дальнейших исследований.

Библиографический список

1. Бачурин Б.А. Эколого-геохимическая характеристика отходов калийного производства // Горный журнал. 2008. Т. 10. С. 88–91.
2. Raymond R.L. Microbial oxidation of n-paraffinic hydrocarbons // Develop. Ind. Microbiol. 1961. Vol. 2, № 1. P. 23-32.

3. Versalovic J. et al. Genomic fingerprinting of bacteria using repetitive sequence-based polymerase chain reaction // *Meth. Cell Mol. Biol.* 1994. Vol. 5. P. 25-40.

4. Lane D.J. 16S/23S rRNA sequencing // *Nucleic acid techniques in bacterial systematics* / Eds Stackerbrandt E., Goodfellow M. New York.: John Wiley and Sons. 1991. P. 115-175.

5. Baggi G., Bernasconi S., Zangrossi M., Cavalca L., Vincenza A. Co-metabolism of di- and trichlorobenzoates in a 2-chlorobenzoate-degrading bacterial culture: Effect of the position and number of halo-substituents // *International Biodeterioration and Biodegradation*. 2008. V. 62. № 1. P. 57–64.

Использование разных типов эксплантов при микроклональном размножении сортов гладиолуса (*Gladiolus × hybridus hort.*) селекции Учебного ботанического сада ПГНИУ

Т.Д. Чемарова
ПГНИУ

Научный руководитель: к.б.н., доцент Н.Л. Шибанова, ПГНИУ

Аннотация. Представлены результаты исследований по микроклональному размножению пяти сортов гладиолуса: 'Селенит', 'Уралочка', 'Седой Урал', 'Пермский сувенир', 'Профессор Александр Генкель'. В качестве эксплантов выбраны клубнепочки, клубнелуковицы, листья, пыльники, незрелые семязачатки. Самым эффективным типом оказалась клубнепочка. Выход жизнеспособных эксплантов составил 100%.

Ключевые слова: микроклональное размножение, *Gladiolus × hybridus hort.*

Гладиолус – декоративная цветочная культура открытого грунта [1]. В настоящее время ведётся активная селекционная работа, появляются новые сорта, которые особенно нуждаются в массовом размножении [2]. Метод микроклонального размножения позволяет круглогодично и в короткие сроки получать большое количество посадочного материала, с высокой эффективностью размножать единично полученные уникальные мутанты и гибридные экземпляры [3].

Цель исследования – микроклональное размножение пяти сортов *Gladiolus × hybridus hort.*: 'Селенит' (413-С-18 Черткова, Шумихин),

'Уралочка' (201-ОР-18 Черткова, Шумихин), 'Седой Урал' (300-С-18 Черткова, Шумихин), 'Пермский сувенир' (365-ОР-18 Черткова, Шумихин), 'Профессор Александр Генкель' (465-С-19 Черткова, Шумихин).

Исследования проводились в 2020 г. в лаборатории микрোকлонального размножения кафедры ботаники и генетики растений Пермского государственного национального исследовательского университета. (ПГНИУ). В качестве эксплантов использовались клубнепочки, клубнелуковицы, листья, пыльники, незрелые семязачатки. Стерилизация проводилась в 3 этапа: престерилизация – погружение экспланта в раствор нейтрального детергента на 40–60 мин и промывка проточной водой в течение 10–15 мин; стерилизация – погружение в 7% раствор гипохлорита натрия ("Белизна") на 15–20 мин и в 96% этиловый спирт на 30–60 с; постстерилизация – промывка в трех сменах стерилизованной дистиллированной воды.

Экспланты высаживались на питательную среду Мурасиге и Скуга (MS) со стандартными минеральным составом по Т. Murashige, F. Skoog [4], 3% сахарозой, 0,7% агар-агаром. Использовалось 5 вариантов среды с разным сочетанием фитогормонов и витаминов по Р.Г. Бутенко [5]. Пробирки с питательной средой стерилизовали в автоклаве Sanyo MLS-3780 при давлении 1 атм. и температуре 120°C в течение 15 мин. Посадка проводилась в ламинар-боксе в стерильных условиях. Всего было высажено 384 экспланта, которые выращивали с помощью фитолампы LEDGrowLight с периодом освещения 12/12 часов и температурой +20±3°C.

Выход стерильной культуры определялся как количество эксплантов без признаков контаминации к общему их числу. Жизнеспособность рассчитывалась как количество эксплантов с признаками регенерации от общего числа стерильного материала. Статистическая обработка данных проводилась с использованием стандартного пакета анализа Microsoft Office Excel. Различия по критерию Фишера считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Данные по стерильности целой, верхней и нижней частей клубнепочки представлены в таблице.

Процент выхода стерильных клубнепочек
на питательной среде Мурасиге и Скуга

Вариант питательной среды Сорта	'Селенит'	'Уралочка'	'Седой Урал'	'Пермский сувенир'	'Профессор Александр Генкель'
1	100/-/-	75/-/-	50/-/-	100/-/-	75/-/-
2	-/-/-	-/-/-	100/100/100	0/-/-	40/50/50
3	100/100/100	100/100/100	-/-/-	80/100/100	100/100/100
4	100/-/-	100/100/0	100/-/-	50/100/0	100/100/0

Примечание: 1 – MS + 6-БАП 0,5 мг/л + ИУК 1 мг/л + тиамин 0,1 мг/л + пиридоксин 0,5 мг/л + никотиновая кислота 0,5 мг/л; 2 – MS + ИУК 0,5 мг/л + тиамин 0,1 мг/л; 3 – MS + ИУК 1 мг/л + тиамин 0,1 мг/л + пиридоксин 0,5 мг/л + никотиновая кислота 0,5 мг/л; 4 – MS + 6-БАП 0,5 мг/л + ИУК 1 мг/л + тиамин 0,1 мг/л + пиридоксин 0,5 мг/л + никотиновая кислота 0,5 мг/л.

Стерильность целой /верхней части/нижней части клубнепочки.

Прочерк означает отсутствие данных.

Исходя из данных таблицы можно сделать заключение, что для всех изученных сортов отмечается 100% выход стерильной культуры при использовании этих типов эксплантов. Высокий процент выхода стерильной культуры клубнелуковиц у сорта 'Уралочка' (100) выявлен на питательной среде с содержанием ИУК 1 мг/л ($p=0,00$, $p<0,05$); у сорта 'Профессор Александр Генкель' стерильность составила для клубнелуковиц 50% на среде с содержанием 6-БАП + ИУК ($p=0,43$, $p<0,05$). Установлено, что наибольший выход стерильной культуры листьев гладиолуса наблюдался у сорта 'Уралочка' – 40% ($p=0,00$, $p<0,05$) на питательной среде MS с добавлением ИУК 1 мг/л + тиамин 0,1 мг/л + пиридоксин 0,5 мг/л + никотиновая кислота 100 мг/л. Процент выхода стерильной культуры пыльников гладиолуса показал максимальный результат 100% ($p=1,00$, $p<0,05$) для трех сортов: 'Уралочка', 'Седой Урал', 'Профессор Александр Генкель' на варианте среды с содержанием 6-БАП 0,5 мг/л + ИУК 1 мг/л + тиамин 0,1 мг/л + пиридоксин 0,5 мг/л + никотиновая кислота 0,5 мг/л. Незрелые семязачатки у всех изученных сортов оказались нестерильными.

Целые, верхняя и нижняя части клубнепочки начинают прорастать через 7 дней после посадки, клубнелуковицы – через 14 дней. Регенерация не наблюдалась, когда в качестве эксплантов использовались листья, пыльники, незрелые семязачатки.

Отмечался 100% выход жизнеспособных эксплантов у всех изученных сортов при использовании в качестве экспланта целой клубнепочки, для сортов 'Уралочка', 'Пермский сувенир', 'Профессор Александр Генкель' – верхней части клубнепочки, для сортов 'Селенит', 'Уралочка' – нижней части клубнепочки. Определение жизнеспособных клубнелуковиц проводилось у двух сортов – 'Профессор Александр Генкель' и 'Уралочка', из которых 100% выход показал 'Профессор Александр Генкель' на питательной среде MS с добавлением 6-БАП + ИУК и 75% – сорт 'Уралочка' на среде с ИУК 1 мг/л. Таким образом, самым эффективным типом экспланта для микроклонального размножения изученных сортов гладиолуса является клубнепочка.

Библиографический список

1. Денисова С.Г., Реут А.А. Влияние регуляторов роста на эффективность вегетативного размножения гладиолусов // Научный диалог: молодой ученый. Раздел IV. Биология. Уфа. 2018. С. 20-22.
2. Широков А.И., Крюков Л.А. Основы биотехнологии растений: Учебно-методическое пособие. Нижний Новгород: Изд-во Нижегород. гос. ун-та, 2012. 49 с.
3. Бабикова А.В., Горпеченко Т.Ю., Журавлев Ю.Н. Растение как объект биотехнологий // Комаровские чтения. 2007. Вып. 4. С. 184-211.
4. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures // *Physiol. plant.* 1962. Vol. 15. P. 473-497.
5. Бутенко Р.Г. Культура изолированных тканей и физиология морфогенеза растений. М., 1964. 272 с.

Микроклональное размножение видов рода гладиолус (*Gladiolus* L.)

С.В. Щербёнок

ПГНИУ

Научный руководитель: к. б. н., доцент *Н.Л. Шибанова*, ПГНИУ

Аннотация. В статье представлены результаты по микроклональному размножению двух видов рода *Gladiolus* L. – *G. palustris* Gaudin и *G. caucasicus* Herb. Выход стерильной культуры у изученных видов оказался низкий и не превысил 50%. Жизнеспособность составила более 70%.

Ключевые слова: *Gladiolus* L., микроклональное размножение.

Гладиолус является популярной высокодекоративной цветочной культурой, выращиваемой по всему миру. Ускоренное размножение гладиолуса в течение последних 15-20 лет вызывает огромный интерес. Появляются новые высокодекоративные сорта с красивыми цветками, но иногда происходят значительные потери из-за грибных, бактериальных и вирусных болезней. Метод микроклонального размножения позволяет получать за короткий срок большое количество оздоровленного, безвирусного материала, а также быстро и в достаточном количестве размножать новые сорта и гибриды [1, 2].

Цель данной работы – микроклональное размножение видов рода *Gladiolus* L. с использованием семян в качестве эксплантов.

Исследования проводились в лаборатории микроклонального размножения кафедры ботаники и генетики растений Пермского государственного национального исследовательского университета. В качестве эксплантов использовались семена двух видов: *G. palustris* Gaudin и *G. caucasicus* Herb, представленные в коллекции Учебного ботанического сада ПГНИУ.

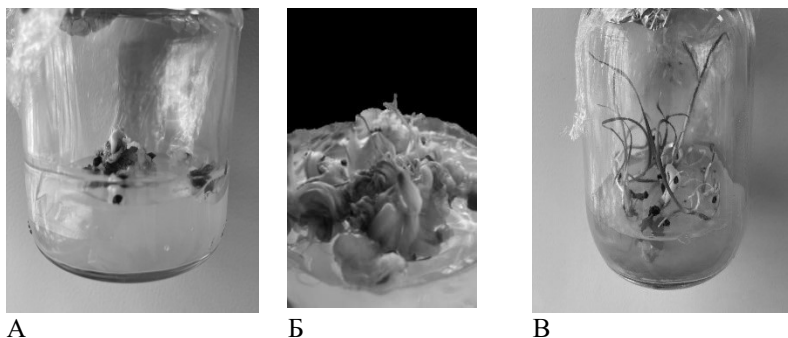
Стерилизацию проводили в три общепринятых этапа: престерилизация – мыльный раствор 35 мин и промывка проточной водой 10 мин; стерилизация – 7% раствор гипохлорита натрия 30 мин и 96% этиловый спирт 30 сек; постстерилизация – промывка в дистиллированной воде в трёх повторностях по 5 мин [3].

При культивировании в условиях *in vitro* использовалась среда с минеральной основой по Т. Murashige и F. Skoog (MS) [4], в сочетании с 3% сахарозой и 0,7% агаром. В качестве регуляторов роста в среду были добавлены фитогормоны в различных концентрациях: БАП 1 мг/л и ИУК 5 мг/л; БАП 1,5 мг/л и 2,4-Д 1,5 мг/л; БАП 0,5 мг/л и ИУК 1 мг/л. Высадка эксплантов проводилась в ламинар-боксе в соответствии с правилами работы со стерильным материалом [5].

Через 2 месяца после посадки вычисляли выход стерильной культуры посредством отношения числа стерильных объектов к общему числу эксплантов. Выход жизнеспособной культуры рассчитывался как отношение числа регенерирующих эксплантов к числу стерильных.

Исследования показали, что выбранный режим стерилизации оказался неэффективным. Выход стерильной культуры низкий и не превысил 50%. Жизнеспособность эксплантов на каждом варианте питательной среды Мурасиге и Скуга оказалась высокой и составила более 70%.

Направления развития эксплантов на питательной среде Мурасиге и Скуга представлены на рисунке



А

Б

Б

Развитие семян гладиолуса на питательной среде Мурасиге и Скуга:

А – образование каллуса и соматический эмбриогенез;

Б – образование каллуса и органогенез; В – прямой органогенез

Выявлены следующие направления развития в зависимости от регуляторов роста: добавление в среду БАП 1 мг/л и ИУК 5 мг/л приводит к каллусообразованию и соматическому эмбриогенезу; добавление в среду БАП 1,5 мг/л и 2,4-Д 1,5 мг/л приводит к образованию каллуса с последующим органогенезом; при использовании БАП 0,5 мг/л и ИУК 1 мг/л образуются микропобеги.

Библиографический список

1. Калинин Ф.Л., Сарнацкая В.В., Кушнир Г.П. Технология микроклонального размножения растений. Киев: Наукова думка, 1992. 232 с.
2. Лапинская М. П. Клональное микроразмножение промышленных сортов гладиолуса // автореф. дис. на соискание ученой степени канд. сельск. наук. Москва, 1998. 22 с.
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
5. growth and bio assays with tobacco tissue cultures // *Physiol. plant.* 1962. Vol. 15. P. 473–497.
6. Цыренов В.Ж. Основы биотехнологии: Культивирование изолированных клеток и тканей растений: Учебно-методическое пособие. Улан-Удэ: ВСГТУ, 2003. 58 с.

СЕКЦИЯ «ЭКОФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ И ЭКОЛОГИЯ ПОЧВ»

Строение и свойства урбостратоземов зоны жилой многоэтажной застройки (на примере Индустриального района г. Перми)

С.С. Белопольских

ПГНИУ

Научный руководитель: к.б.н., доцент Н.В. Москвина, ПГНИУ

Аннотация. Почвообразование в городе идет при сочетании природных и антропогенных факторов. При самозарастании почвогрунтов в зоне с многоэтажной застройкой формируются урбостратоземы техногенные. За 60-70 лет формируется маломощный гумусовый горизонт. Урбостратоземы обладают низкими показателями плодородия.

Ключевые слова: почвообразование.

Основу теоретического почвоведения составляет положение о переходе любой горной породы в почвенное тело под естественным воздействием на нее основных факторов почвообразования: климата, живых организмов, рельефа и времени.

Почвы и ТПО в городе формируются и эволюционируют при сочетании природных и антропогенных факторов. Почвообразовательные процессы в них идут в условиях зонального климата и зачастую в тех же формах рельефа, в которых были образованы естественные почвы.

В то же время, видовой состав урбофитоценозов значительно отличается от зональной флоры [Овеснов, 2009]. Городские почвы и ТПО имеют синлитогенную природу; материальной основой для почвообразования выступают, как правило, разнообразные техногенные отложения или абрадированные естественные отложения [Прокофьева и др., 2014]. Влияние антропогенного фактора также проявляется во внесении карбонатных материалов (показана значимость этого фактора в формировании комплекса физико-химических свойств городских почв), загрязнении почв разнообразными поллютантами [Еремченко и др., 2016].

Особо стоит отметить фактор времени. Темпы городского почвообразования многократно превышают время развития зональных почв.

Многие исследователи говорят о недостаточной изученности этого фактора [Васнев, 2003; Махонина, 2004; Андроханов, 2005]. Особенно слабо изучен период первоначального развития почв.

Цель работы – определение особенностей морфологического строения и основных физико-химических свойств урбостратоземов зоны многоэтажной жилой застройки Индустриального района г. Перми.

Основной массив жилых домов и административных учреждений на изученной территории имеет возраст 60-70 лет. Для почв и ТПО зоны многоэтажной жилой застройки ведущими процессами, определяющими дальнейшее развитие почвы, становятся: внесение торфа и компоста; запечатывание асфальтом; самозаращение естественной растительностью; переуплотнение; техногенное загрязнение.

Урбостратоземы техногенные формируются при зарастании почвогрунтов растительностью, как правило, рудеральной. Для изучения основных физико-химических свойств и направленности почвообразовательных процессов в урбостратоземах техногенных мы постарались заложить прикопки и разрезы в местах, исключающих прерывистость почвообразовательных процессов, т.е. активное посещение и агрессивное антропогенное воздействие – вдали от дорог, тропинок, детских площадок.

Было заложено и описано 17 почвенных прикопок. Урботрансформированные почвы были названы в соответствии с подходами, предложенными для почв и ТПО городских территорий в рамках классификации почв 2004 г. [Прокофьева и др., 2014].

В пробах из поверхностных горизонтов урбостратоземов определили: $pH_{вод}$ – потенциометрическим методом; содержание карбонатов ацидиметрическим методом по Молодцову–Игнатовой; содержание органического углерода по Тюрину; подвижных фосфатов в вытяжке по Кирсанову фотометрическим методом.

Мы обнаружили, что за 50-60 лет на поверхности урбостратоземов формируются маломощные гумусовые горизонты (мощность 7-10 см). Как правило, почва в них имеет непрочно-комковатую или даже зернистую структуру. Содержание гумуса в верхних горизонтах невысокое – от 1 до 3% С орг, резко уменьшается с глубиной и не превышает 1% в профиле почв.

В верхних горизонтах заметны следы деятельности мезофауны: встречаются ходы червей, копролиты.

В средней и нижней частях профиля урбостратоземов не заметно образования морфологически выраженных горизонтов. При исследовании почв на разновозрастных отвалах Урала [Махонина, 2004] отметила, что почвообразовательные процессы в профиле молодых почв прослеживаются только по данным химических анализов и горизонты не выражены морфологически.

В исследованных урбостратоземах рН вод. колеблется от 6,1 до 8,7. В пробах преобладала нейтральная реакция среды (рН вод. 6,5-7,5) и слабощелочная (рН вод. 7,5-8,5). В некоторых подповерхностных слоях (как правило, в техногенных горизонтах ТСН) встретились щелочная реакция среды. В поверхностных горизонтах урбостратоземов величина рН ниже, чем в более глубоких слоях. Эта закономерность прослеживается во всех разрезах. Очевидно, в условиях зонального промывного водного режима идет выщелачивание карбонатов из поверхностных горизонтов. Все исследованные почвы и ТПО карбонатны, что объясняется внесением строительного мусора, антигололедных реагентов. Содержание CO_2 карбонатов варьирует в пределах 1-5%.

Содержание подвижного фосфора в поверхностных слоях урбостратоземов было низким и очень низким: от 7 до 54 мг/кг [Мудрых Алешин, 2011].

Изучение морфологического строения и свойств урбостратоземов показало, что под влиянием естественных и антропогенных факторов в городской среде образуются почвы, отличающиеся от зональных. Основными почвообразовательными процессами зональных естественных почв являются малое накопление органического вещества, элювиально-иллювиальная дифференциация профиля, выщелачивание, что отражается в их морфологическом строении. Для зональных почв характерна кислая реакция среды, отсутствие карбонатов в профиле.

Исследования показали, что ведущими элементарными почвообразовательными процессами в урбостратоземах техногенных являются дерновый процесс и выщелачивание. В урбостратоземах формируется маломощный гумусовый горизонт; они карбонатны, степень обеспеченности подвижным фосфором низкая и очень низкая. Предполагаем, что дальнейшая эволюция данных почв в городской среде будет идти по пути увеличения мощности гумусового горизонта, который является барьером для многих техногенных загрязнителей.

Библиографический список

1. Андроханов В.А. Почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов: динамика и оценка / Автореф. дисс. докт. биол. наук. Новосибирск, 2005. 52 с.
2. Васенев И.И. Почвенные сукцессии как форма эволюции почв тяжелых и антропогенно измененных лесостепных экосистем. Автореф. дисс. докт. биол. наук. Курск: Курский НЦТИ. 2003. 52 с.
3. Ерёмченко О.З., Шестаков И. Е., Москвина Н. В. Почвы и техногенные поверхностные образования урбанизированных территорий Пермского Прикамья. Пермь: Издательство Пермского университета, 2016. 252 с.
4. Махонина Г.И. Начальные процессы почвообразования в техногенных экосистемах Урала. Автореф. дисс. докт. биол. наук. Томск, 2004. 39 с.
5. Мудрых Н.М. Пособие к лабораторным занятиям по агрохимии / Н.М. Мудрых, М.А. Алёшин; ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА. Пермь: Изд-во ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, 2011. 51 с.
6. Овеснов С.А. Местная флора. Флора Пермского края и ее анализ: учеб. пособие по спецкурсу. Пермь, 2009. 215 с.
7. Прокофьева Т. В., Герасимова М. И., Безуглова О. С., Бахматова К. А., Гольева А. А., Горбов С. Н., Жарикова Е. А., Матинян Н. Н., Наквасина Е. Н., Сивцева Н. Е. Введение почв и почвоподобных образований городских территорий в классификацию почв России // Почвоведение. 2014. № 10. С. 1155-1164.

Некоторые химические свойства почв зоны воздействия солеотвалов

*Н.Д. Ваньшева, Е.А. Ложкина, А.З. Фаткуллина, Р.И. Халилов,
О.А. Четина, Н.В. Москвина*
ПГНИУ

Аннотация. Представлены результаты исследований некоторых химических свойств корнеобитаемого слоя вторично засоленных почв. Отмечена резкая контрастность реакции почвенной среды и значительное варьирование содержания подвижного натрия, что обусловлено природными условиями почвообразования и процессами техногенного засоления почв.

© Ваньшева Н.Д., Ложкина Е.А., Фаткуллина А.З., Халилов Р.И., Четина О.А., Москвина Н.В., 2021

Ключевые слова: техногенное засоление, актуальная кислотность, обменная кислотность, гидrolитическая кислотность.

Негативное антропогенное воздействие на почву проявляется в ее деградации. Деградация почв представляет собой совокупность природных и антропогенных факторов, которые приводят к изменению функций почв, к количественному и качественному изменению свойств и снижению производственно-хозяйственной значимости почв [1]. Интегральным показателем изменения физико-химических свойств почвы может считаться изменение значений pH почв [2].

Антропогенная и техногенная деятельность способны сдвигать реакцию среды как в кислую, так и в щелочную стороны. Так, например, стоки отвалов Кизеловского угольного бассейна имеют кислую реакцию ($\text{pH}=1-3$), а основному загрязнению подвержены верхние горизонты почвенного покрова и участки понижений рельефа [3]. Воздействии Березниковско-Соликамского промышленного узла на окружающую среду выражается в засолении почв, поверхностных и подземных вод. Накопление солей в почвах в свою очередь может сопровождаться увеличением щелочности [4].

Природные почвы Пермского края имеют кислую и нейтральную реакцию среды. Антропогенное подкисление почвы отрицательно сказывается на ее плодородии и негативно воздействует на вегетацию большинства растений. Избыточная кислотность сдерживает продвижение фосфора в надземную часть растения, что провоцирует фосфорное голодание, снижается доступность элементов питания (особенно фосфора, калия, кальция и магния), подавляется деятельность полезных микроорганизмов, обогащающих плодородный слой азотом. В избыточно щелочной среде большинство необходимых для роста микроэлементов переходят в нерастворимые гидроокиси и становятся недоступными для питания [5]. Для большинства растений требуется среда, близкая к pH 6,5. Сдвиг pH в кислую и щелочную стороны может приводить к смене фитоценозов.

Целью нашего исследования явилось изучение некоторых химических свойств почв зоны воздействия солеотвалов.

Почвенные образцы отобраны в пойме р. Быгель, вблизи солеотвала БКПРУ-4 (г. Березники Пермского края), всего 22 образца корнеобитаемого слоя (0-15 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); гидролитическую кислотность (pH_{Γ}) – по методу Каппена в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26212-91), Na^+ – методом пламенной фотометрии.

Проведенные исследования показали, что содержание подвижного натрия в почвенных образцах варьирует в диапазоне 417,7-3746,1 мг/кг (таблица). Известно, что при включении натрия в состав ППК ухудшаются физико-химические свойства почвы. При засолении повышается осмотическое давление почвенных растворов, что неблагоприятно воздействует на растения.

При исследовании участка визуально было отмечено наличие корочки солей на некоторых участках. Растительность в этих местах отсутствовала.

Содержание подвижного Na^+ и потенциальная кислотность корнеобитаемых слоев почвы при техногенном засолении

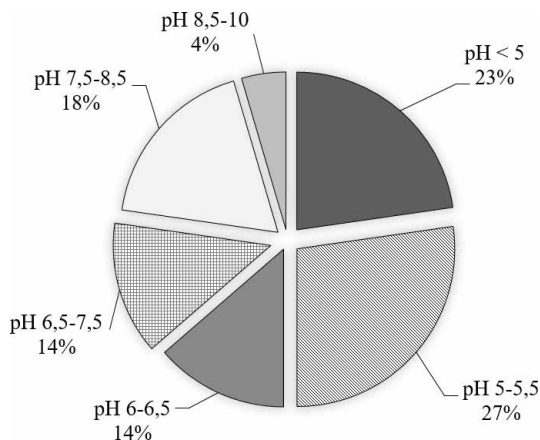
Показатели	Диапазон	Среднее	Ошибка средней	Стандартное отклонение
Na^+ подвижный, мг/кг	417,7 – 3746,1	1660,0	189,1	887,1
pH_{KCl}	3,6 – 5,9	4,8	0,2	0,8
pH_{Γ} , ммоль/100г	2,0 – 17,3	7,6	1,5	5,6

Уровень $pH_{\text{вод}}$ корнеобитаемого слоя менялся в пределах от 3,7 до 8,6 (рис. 1). Половина образцов имели уровень pH резкокислый и сильнокислый, примерно равное количество образцов (14–18 %) имели слабокислый, нейтральный и слабощелочной уровень pH. Сильнощелочная среда отмечена у одного образца.

Поскольку натрий является щелочегенным ионом, то в природе отсутствуют засоленные кислые почвы. Сочетание натриевого засоления и кислой реакции среды свидетельствует о природно-техногенных процессах функционирования вторичного солончака [6].

Повышенная кислотность может быть связана с обменным вытеснением H^+ и Al^{3+} в почвенный раствор. Не исключена вероятность образования в резко кислой аллювиальной почве раствора серной кислоты. Для почв речных долин характерна высокая контрастность окислительно-восстановительных условий, в условиях восстановительной

среды идет образование сероводорода из сульфат-ионов; сероводород взаимодействует с катионами, преимущественно, железа. Сульфиды, оказавшись в кислородной обстановке, окисляются до свободной серной кислоты [7].



Соотношение количества почвенных образцов по уровню $pH_{\text{вод}}$, %

Величина гидролитической кислотности дает представление об общем содержании в почве поглощенных ионов водорода, что служит показателем насыщенности почв основаниями. Гидролитическая кислотность изменялась в пределах от 2,02 до 17,3 ммоль/ 100г (таблица). Определение pH_{Γ} важно при решении задач, связанных с применением удобрений, известкованием, фосфоритованием почв и другими агрохимическими приемами.

Таким образом, на исследованной территории отмечена резкая контрастность реакции почвенной среды и значительное варьирование содержания подвижного натрия, что обусловлено природными условиями почвообразования и процессами техногенного засоления почв.

Библиографический список

1. Заболотных В.В. Концептуальные и технологические подходы к восстановлению устойчивости и плодородия почв // Экология. Тольятти, 2014. С. 1833–1839.
2. Копчик Г.Н., Макаров М.И., Киселева В.В. Принципы и методы оценки устойчивости почв к атмосферным кислотным выпадениям. М.: МГУ, 1998. 96 с.

3. Бачурин Б.А. Экологические проблемы горнопромышленных районов пермского края // Экология и промышленность России. 2006. № 4. С. 32-35

4. Никитин В. С. Методика расчета доз известковых удобрений / В. С. Никитин, Д. А. Благов, В. Б. Любченко // Техника и оборудование для села. – 2018. – № 9. – С. 40-42.

5. 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.

6. 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.

7. 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

Некоторые биологические свойства бактерий рода *Pseudomonas*, выделенных из техногенно-загрязненных почв

Ю.О. Истомина, Л.Ю. Нестерова
ПГНИУ

Аннотация. Приведены результаты исследований некоторых биологических свойств бактерий рода *Pseudomonas*, выделенных с антропогенно-загрязненных территорий. Определена их подвижность, способность к формированию биопленок и некоторые ростовые параметры.

Ключевые слова: Псевдомонады, биопленкообразование, роение.

Загрязнение почв промышленных территорий различными стойкими ароматическими загрязнениями является одной из самых актуальных проблем нашего времени. Устранение этих загрязнений вызывает значительные трудности. Одним из основных способов смягчения загрязнения стойкими ароматическими соединениями является биодегра-

дация этих веществ микроорганизмами [1,3,5]. С целью отбора потенциальных деструкторов из почв промышленно-загрязненных территорий изолируются бактерии, которые могут обладать способностью к деструкции или трансформации различных ксенобиотиков. Среди бактерий-деструкторов особое место занимают псевдомонады. Эти грамотрицательные палочковидные неферментеры отличаются крайне широкими метаболическими возможностями [2,4].

Помимо способности к биодegradации целевых веществ, необходимо иметь представление о других свойствах штаммов, которые являются потенциальными деструкторами. Для использования бактерий с целью биодеструкции необходимо знать такие свойства штаммов, как скорость роста, способность к формированию биопленок и подвижность.

Цель работы – изучение некоторых биологических свойств бактерий рода *Pseudomonas*, выделенных из образцов техногенных почв.

Задачи – Определить ростовые характеристики штаммов бактерий и уровень устойчивости штаммов к присутствию в среде бифенила, изучить способность к подвижности и к формированию биопленок.

Объектом исследования служили 18 штаммов бактерий рода *Pseudomonas*, выделенных из образцов техногенно-загрязненных почв в лаборатории молекулярной микробиологии и биотехнологии Института экологии и генетики микроорганизмов – филиала ПФИЦ УрО РАН, г. Пермь.

Для определения динамики роста культивирование проводили на мясо-пептонном бульоне (МПБ) в лунках 96-луночного плоскодонного планшета при 28 градусах в течение 48 часов. Оптическую плотность измеряли каждый час в течение 24 часов и после 48 ч.

Динамика роста разных штаммов бактерий рода *Pseudomonas* значительно различалась. Короткая лаг-фаза была характерна для штаммов 2, 3, 4, 5, 7, 12, 16, 18. Продолжительность лаг-фазы у них составляла 3, 3, 5, 2,5, 2,5, 3, 4, 5, 5 часов соответственно.

Наиболее длинная лаг-фаза наблюдалась у штаммов 1, 6, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 17. Её продолжительность составляла от 7 до 18 часов.

Наиболее высокую конечную плотность в конце культивирования продемонстрировали штаммы 2, 3, 9, 10, 12, 13.

Экспериментально установлено, что для определения способности бактерий рода *Pseudomonas* к роению оптимальной является среда, со-

держащая 75% (МПБ), 25% минеральной среды М9 и 0,3% агара. Способность к свободному плаванию оценивали на среде, содержащей 25% МПБ, 75% минеральной среды М9 и 0,15% агара.

Способность к плаванию продемонстрировали все исследованные штаммы. Способность к роению показали 5 штаммов.

При исследовании способности псевдомонад к формированию биопленок установлено, что большинство штаммов обладают низкой способностью формировать биопленки. Более массивные биопленки формировали штаммы 7, 8 и 14. Высокую способность образовывать биопленки продемонстрировал только штамм 11.

Таким образом, среди исследованных штаммов бактерий рода *Pseudomonas* только один штамм (5,5%) обладал высокой способностью формировать биопленки и 5 штаммов (27,8%), способностью к роению.

Библиографический список

1. Егорова Д.О., Первова М.Г., Демаков В.А. Особенности разложения хлорированных бифенилов штаммом *Rhodococcus wratislaviensis* КТ112-7 в условиях засоления // Прикладная биохимия и микробиология. – 2018. – Т.54. – №3. – С. 253-26

2. Плотникова Е.Г. Бактерии-деструкторы ароматических углеводов и их хлорпроизводных: разнообразие, особенности метаболизма, функциональная геномика: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. – Пермь. – 2010. – 49 с.

3. Травень В.Ф. . Органическая химия: Учебник для вузов: В 2 т./ В.Ф. Травень. -М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. -ISBN 5-94628-069-6. – Т.1. 2004г. -С.727

4. Шумкова Е.С., Ананьина Л.Н. Скрининг и изучение ключевых генов катаболизма бифенила и полихлорированных бифенилов у аэробных бактерий // Вестник Пермского университета. – 2008. – Вып. 9. – №25. – С. 53-57

5. Полихлорированные бифенилы: сайт. URL:<http://www.dioxin.ru/history/pcb.htm> (дата обращения 20.04.2021)

Условия формирования почвенно-седиментационных отложений долины р. Сырка в голоцене

О.Н. Низова

ПГНИУ

Научный руководитель: к.б.н., доцент Н.В. Москвина, ПГНИУ

Аннотация. В строении изученных педолитоциклитов прослеживается смена литогенных и педогенных фаз флювиального ритма, которые могут быть обусловлены палеоклиматическими и геоморфологическими факторами.

Ключевые слова: педолитоциклиты, голоцен, Кунгурская лесостепь.

Голоцен – самый молодой период истории Земли, по разным оценкам, он начался 10-12 тыс лет назад после валдайской эпохи оледенения плейстоцена. В рамках голоцена, согласно наиболее распространенной шкале Блитга-Сернандера в модификации Н.А. Хотинского, выделяют пять периодов, отличающихся колебаниями температуры и увлажнения [10]. Изучение климатических флуктуаций голоцена позволяет реконструировать события предыдущих стадий развития Земли и моделировать сценарии развития современной климатической обстановки.

Территория Пермского края изучена недостаточно с точки зрения эволюции почвообразовательного процесса и условий почвообразования в голоцене, в течение которого происходили неоднократные изменения природных условий. Особый интерес для изучения представляет Кунгурская лесостепь как ландшафт, не характерный для таежно-лесной зоны.

Одним из подходящих объектов для изучения климатических изменений в предыдущие эпохи истории Земли являются палеопочвы, т.к. в их профиле записана информация о факторах почвообразования, под влиянием которых они сформировались.

Целью работы является выявление условий формирования почв и отложений долины реки Сырка в голоцене. Объектом исследования были педолитоциклиты – комплекс погребенных почв и отложений долины р. Сырка [8], описанные в Суксунском районе. В работе были использованы: методы генетического анализа почвенного профиля; обще-

принятые методы лабораторных анализов основных физико-химических свойств почв [2]; определение возраста почв методом радиоуглеродного датирования по ^{14}C , РГПУ им. Герцена, г. Санкт-Петербург. Датированными материалами послужили торф и древесина.

Поймы – это самые молодые и динамичные геосистемы, чутко реагирующие как на изменения, происходящие в бассейне реки, так и на региональные и глобальные изменения климата [7]. Основными процессами в поймах рек являются процессы почвообразования и аллювиального осадконакопления. Они действуют попеременно в разные сезоны, фазы развития пойм [6]. К индикаторам высокой флювиальной активности, которая имеет место, как правило, в эпохи похолоданий [1,5], относят седиментологические (активное осадконакопление на речных поймах) и геоморфологические (спрямление речных русел, проявление паводковой эрозии на поймах, врезание рек). Индикаторы низкой флювиальной активности, проявляющиеся в периоды аридизации [6] – седиментологические (органические горизонты – почвы, торфа в толще пойменного аллювия), геоморфологические – малые палеоруслу [5]. Нахождение почвы в аллювии показывает, что пойма какое-то время не заливалась в половодье, т.е. скорости аллювиального осадконакопления были значительно ниже скоростей почвообразования [1, 6].

В основании всех описанных разрезов органическое вещество представлено торфом. В разрезах 1 и 2 это торфяные горизонты погребенных торфяно-глеевых почв, сформированные, очевидно, на делювиальных отложениях склона. В разрезах 3 и 4 глеевые горизонты отсутствуют, мощность торфяных отложений значительная – до 1 м от уреза воды. Торф спрессованный, хорошо разложившийся, местами с маломощными прослойками известкового песка и известковых трубочек (кальцинированные остатки растений). Их наличие может свидетельствовать о том, что периодически в период торфообразования/торфонакопления происходил подъем уровня воды и затопление поверхности. Процессы торфообразования могли стимулироваться поверхностным затоплением, при застойном и слабопроточном увлажнении.

Зольность торфяных отложений варьирует от 10 до 33%. Зольность – это отношение процента золы к абсолютно сухому веществу торфа. Если степень зольности менее 20%, то торф относят к нормальнозольным, а если более 20%, то к высокозольным. В отложениях торфа с заметными включениями известкового песка из разрезов 2-4 зольность составляет 25-33%. Зольность в этих отложениях обусловлена не только

содержанием солей и минералов в растительных остатках, но и питанием минерализованными водами, привнесом песчаных и глинистых частиц в паводок. В торфяных слоях разреза 1, где морфологически не отмечено прослоек известкового песка, зольность торфа составляет 10-12%, что позволяет отнести торф к нормальнозольным, т.е. сложным остатками представителей травяной группы (у торфов древесной и моховой группы зольность низкая) [4].

Радиоуглеродное датирование показало, что возраст отложений торфа, определенный для нижних торфяных слоев разреза 4, составляет 5090 ± 100 14С л.н., что соответствует атлантическому периоду голоцена [10]. Очевидно, они сформировались в условиях гидроморфизма, на мелководье при застое влаги либо незначительной флювиальной активности. Возможно, шло зарастание водоемов и накопление растительных остатков.

Во всех представленных разрезах торфяные слои перекрыты мощным (40-50 см) слоем натечных карбонатных конкреций, сцементированных, местами состоящих из трубочек разного диаметра (сформировавшихся, по-видимому, вокруг корней растений). Формирование карбонатных конкреций, нодулей – сегрегационных форм карбонатов, может указывать на достаточно длительный период затопления поймы сильноминерализованными водами. Наличие этого слоя указывает на резкое поднятие уровня вод/увеличение высоты паводка/выход на поверхность подземных рек, затопление территории. Подобные натечные формы конкреций могут быть сформированы в условиях водотоков, незначительных по объемам и скорости течения. Датирование слоев торфа под отложениями конкреций показало, что их возраст составляет около 4300 14С лет. Это соответствует суббореальному периоду голоцена. Усиление флювиальной активности реки может свидетельствовать о похолодании. На севере Пермского края, по данным С.С. Трофимовой с соавторами (2016), этот отрезок суббореального периода (~ 4300–3900 14С л.н.) был сопряжен с похолоданием [9].

Образование карбонатных конкреций может быть связано с химическим составом речной воды, которое определяется геологическим строением территории. Ирэнская и кошелевская свита кунгурского яруса пермской системы на территории исследований представлены мергелями, доломитизированными мергелями, глинами, глинистыми известняками и песчаниками с прослоями и линзами гипсов и ангидритов [3].

Химический анализ воды р. Сырка показал, что вода имеет сульфатно-гидрокарбонатно-кальциевый состав, сумма ионов около 1500 мг/л.

Выше слоя карбонатных конкреций отмечено залегание мощных (более 1 м) слоев спрессованного торфа, перекрытых отложениями крупнозернистого желтого песка. Отложение аллювия можно отнести к литогенной стадии флювиального ритма. Периоды седиментации и интенсивного накопления аллювия многие исследователи [1, 5, 7] связывают с периодами похолодания климата. Результаты датирования этих отложений пока не получены.

Морфология верхних частей изученных разрезов показывает, что скорости осадконакопления и почвообразования были примерно одинаковыми. Это проявилось в отложении наилка, представляющего собой чередование более светлых супесчаных слоев и более темных суглинистых. Наилкок проработан почвообразовательными процессами, что отражается в оструктурировании более темных суглинистых слоев, наличии в них копролитов, приобретении признаков гумусообразования. Это свидетельствует о замедлении флювиальной активности и переходе от литогенной к педогенной фазе флювиального ритма. Такой переход возможен в ксеротермическую фазу. Поверхность всех разрезов задернована, сформированы гумусовые горизонты.

Библиографический список

1. Александровский А.Л. Этапы и скорость развития пойм рек Русской равнины // Почвоведение, 2004. № 11. С. 1285–1295.
2. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: МГУ, 1979. 487 с.
3. Катаев В.Н. Геология и карст города Кунгура: монография / В.Н. Катаев, О.И. Кадебская; Перм. гос. ун-т; ГИ УрО РАН. – Пермь, 2010. 231 с.
4. Крамаренко В.В. Сравнительная характеристика физических свойств верховых и низинных торфов Томской области. Ученые записки Казанского государственного университета. Серия: Естественные науки. 2009. Т. 151. № 4. С. 142-151.
5. Панин А.В., Матлахова Е.Ю., Аляутдинов А.Р., Семин В.Н. База данных по абсолютному возрасту аллювия речных долин Европейской России и Сибири и её палеогидрологическая интерпретация. В сборнике: Пути эволюционной географии. Материалы Всероссийской научной конференции посвященной памяти профессора А.А. Величко. 2016. С. 521-526.

6. Сычева С.А. Малый климатический оптимум голоцена и малый ледниковый период в памяти почв и отложений пойм рек русской равнины // Известия РАН. Серия Географическая, 2011. №1. С. 79-93.

7. Сычева С.А. Причины и общие закономерности многовековой ритмичности голоценового почвообразования в трансаккумулятивных ландшафтах // Почвоведение, 2003. № 5. С. 228–242.

8. Сычева С.А. Развитие пойменных почв и ландшафтов в голоцене в районе Куликова поля // Почвоведение, 2009. №1. С.18—28.

9. Трофимова С.С., Зарецкая Н.Е., Лаптева Е.Г., Чернов А.В., Лычагина Е.Л. Палеоландшафтные условия обитания древнего человека на территории Северного Прикамья в голоцене. В сборнике: Динамика современных экосистем в голоцене. Материалы IV Всероссийской научной конференции (с международным участием). 2016. С. 233-235.

10. Эоловые геосистемы (памятники неолита), современные и погребенные почвы в поймах бассейна реки Сура в голоцене: моногр. / С.П. Ломов, Н.Н. Солодков. Пенза: ПГУАС, 2014. 168 с.

Фитотестирование агрохимических свойств отходов производства азотно-калийных удобрений

Е.В. Норова

ПГНИУ

Научный руководитель: доцент Р.В. Кайгородов, ПГНИУ

Аннотация. Приведены результаты исследований агрохимических свойств отходов производства азотно-калийных удобрений (далее плавы). Была установлена более высокая эффективность плавов на прорости люцерны по сравнению с проростками ржи

Ключевые слова: отходы производства минеральных удобрений, фитотестирование, агрохимические свойства.

Плавы представляют собой минеральные концентраты, состоящие из смесей различных солей. Плавы образуются в результате многих технологических процессов, например: производство минеральных удобрений, очистка биологических отходов, охлаждение АЭС и др [1].

Образующиеся отходы минеральных концентратов (плавов) подлежат утилизации или захоронению на шламохранилищах, что представляет угрозу для объектов окружающей среды. В то же время в состав плавов могут входить элементы минерального питания растений (азот,

калий, кальций, магний и др.) [2, 3]. Одним из направлений использования этих отходов может служить их применение в сельском хозяйстве (в качестве минеральных удобрений) [4].

Цель работы – изучить влияние плавов на сельскохозяйственные растения.

Задачи – провести лабораторный эксперимент по воздействию плавов на энергию прорастания и всхожесть семян ржи посевной (*Secale cereale* L.) и люцерны (*Medicago* L.).

Питательными минеральными элементами в составе исследованных нами плавов выступают азот в форме кальциевой селитры, калий в форме хлорида калия и кальций в форме кальциевой селитры и хлорида кальция. В качестве балластных минеральных элементов выступают хлор и натрий (см. табл. 1).

Плав варианта Б обладает сбалансированным содержанием азота и калия и пониженным содержанием балластных элементов по сравнению с вариантом А.

Для вегетационного эксперимента по оценке агрохимических свойств плавов был применен вариант Б.

В качестве сельскохозяйственных культур были использованы рожь и люцерна.

Таблица 1

Содержание питательных элементов в плавах, %

Тип плава	Питательные элементы			Балластные элементы	
	N	K ₂ O	CaO	Cl ⁺	Na ⁺
Вариант А	7,38	13,24	24,2	22,74	0,66
Вариант Б	9,78	8,64	25,72	6,53	0,32

В лабораторном эксперименте применяли две дозировки калия и азота по 60 и 120 кг/га (K₆₀N₆₀, K₁₂₀N₁₂₀).

Количество плавов для получения необходимых дозровок действующих веществ при мощности пахотного слоя 20 см и площади 1 га составили: K₆₀N₆₀ – 696 кг/га, K₁₂₀N₁₂₀ 1393 кг/га.

Плавы вносили в дерново-среднеподзолистые почвы и поливали дистиллированной водой. В контрольном варианте дерново-подзолистую почву поливали раствором Кнопа.

У тест-культур контролировали следующие ростовые показатели:

а) энергия прорастания – доля семян, проросших на 3-и сутки эксперимента. За 100% принимали количество семян проросших на контрольных вариантах.

б) лабораторная всхожесть – доля семян, проросших на 5-е сутки эксперимента. За 100% принимали количество семян проросших на контрольном варианте.

Результаты вегетационного эксперимента показали, что использование плава Вариант Б в дозировке 60 кг азота и калия на 1 га стимулировали начальную стадию прорастания семян (энергия прорастания) люцерны в 2 раза, в дозировке 120 кг на 1 га почти 2,5 раза.

Таблица 2

Энергия прорастания тест-культур

Дозировка	Рожь		Люцерна	
	Кол-во семян	%	Кол-во семян	%
Контроль	6±2,82	100	5±0	100
K ₆₀ N ₆₀	7±1,41	116	11±0,1	220
K ₁₂₀ N ₁₂₀	5±2,83	83	12±0,25	240

В отношении ржи дозировка K₆₀N₆₀ незначительно стимулировала прорастание семян, в то время как дозировка K₁₂₀N₁₂₀ несколько подавляла прорастание ржи (см. табл. 2).

На 5-е сутки эксперимента наблюдалось стимулирование всхожести семян люцерны в 2 – 2,6 раза в опыте с люцерной. В опыте с рожью прибавка всхожести была ниже, особенно при дозировке K₁₂₀N₁₂₀ (см. табл. 3).

Таблица 3

Лабораторная всхожесть тест-культур

Дозировка	Рожь		Люцерна	
	Кол-во семян	%	Кол-во семян	%
Контроль	6,5±1,23	100	8±2,64	100
K ₆₀ N ₆₀	11,5±3,45	177	16,5±3,15	206
K ₁₂₀ N ₁₂₀	8,5±2,71	131	21±3,77	262

Таким образом, плавы положительно влияют на начальные стадии развития сельхоз культур. Плавы определенного химического состава могут быть рекомендованы в качестве минеральных удобрений, после

дополнительных исследований воздействия на ростовые процессы, показатели качества сельхоз продукции и проведения полевых экспериментов.

Библиографический список

1. Инструкция по обращению с отходами производства в ОАО «Беларуськалий», 2014. 48с.
2. Смычник, А.Д. Геоэкология калийного производства. Мн.: «Юнипиак», 2005. 204с.
3. А.с. СССР 712407 Способ получения фосфорных удобрений / Колосов А.С., Болдырев В.В., Чайкина М.В., Помощников Э.Е. Гордеева Г.И., Паундерт Роман, Харенц Хайнц, Хайнике Герхард, Дюнкель Лотар, Петтиг Роземария – No 2657194; заявл. 26.07.1978; опубл. 30.01.1980, Бюл. №10. 15с.
4. Ахметзянов М.Р. Роль биологических факторов в повышении плодородия почвы и продуктивности сельскохозяйственных культур. Казань, 2010 152 с.

Содержание токсичных веществ в кородревесных отходах

М.Ю. Осипов

ПГНИУ

Научный руководитель: доцент П.В. Кайгородов, ПГНИУ

Аннотация. В связи с необходимостью разработки способов рационального использования субстратов короотвалов целлюлозно-бумажного производства было проведено исследования содержания токсических элементов: кадмия, ртути, свинца и органического загрязнителя бен(а)пирена. Представлены результаты содержания токсических элементов на разной глубине короотвала и в грунте под ним.

Ключевые слова: кородревесные отходы, токсические элементы, глубина короотвала.

В процессе подготовки сырья (древесины лиственных и хвойных пород) на целлюлозно-бумажных комбинатах образуется большой объем КДО, размещаемых на короотвалах и обладающих IV классом опасности для объектов окружающей среды [1].

КДО представляют собой древесные остатки (отходы деревообработки), разного размера, характера и степени разложения в сочетании с перегноем, формирующимся за счет естественных процессов разложения органических остатков растительного происхождения. Факторами, сдерживающими процессы разложения древесных остатков, выступают большой объем древесных остатков, их высокая механическая прочность, высокое содержание трудно разлагающихся веществ (целлюлозы) и веществ, ингибирующих микробное разложение (воски, смолы, дубильные вещества), избыточная влажность субстрата, его частичная консервация в условиях недостатка воздуха.

Большие объемы КДО, их негативное воздействие на объекты окружающей среды (грунтовые воды, почвенный покров), опасность возгорания требуют разработки способов их безопасной утилизации, переработки и рационального использования [2].

В последнее время проявляется интерес к химическому составу коры, так как её огромное количество в виде отходов образуется на целлюлозно-бумажных комбинатах. Практически все компоненты коры являются нерастворимыми в воде соединениями и обладают большой химической прочностью. В природе в водорастворимое состояние они могут перейти благодаря жизнедеятельности микроорганизмов [3].

Для определения содержания токсических элементов в КДО нами проведены исследования содержания элементов их на разной глубине короотвала.

Пробы КДО отбирали из 4-х скважин, расположенных на территории короотвала с глубин: 3, 6, 9 м от поверхности и в грунте под короотвалом

Результаты исследования были предоставлены Федеральным бюджетным учреждением «Центр лабораторного анализа и технических измерений по Приволжскому федеральному округу» филиал «Центр лабораторного анализа и технических измерений по Пермскому краю»

Для выполнения химических анализов использованы стандартные методики измерений, включенные в Перечень методик, внесенных в государственный реестр методик количественного химического анализа и рекомендованные для государственного экологического контроля. Результаты химических анализов проб представлены в таблице 1.

Содержание токсичных элементов и бенз(а)пирена
в слоях короотвала, мг/кг

Глубина отбора	Hg ртуть	Pb свинец	Cd кадмий	Бенз(а) пирен
3 м	0,07±0,008	9,075±0,63	0,43±0,04	0,01±0,0006
6 м	0,13±0,013	11,97±0,51	0,65±0,03	0,05±0,008
9 м	0,05±0,006	14,05±0,55	0,83±0,05	0,03±0,003
Грунт	2,9±0,29	273,25±25,32	0,88±0,04	0,48±0,06
Фоновая проба	<0,05	53	<1	0,013
ПДК	1,0*	20*	0,5	0,02

* – при совместном содержании Pb и Hg, их ПДК меняется на 20 мг/кг и 1 мг/кг соответственно.

Уровень содержания токсичных элементов (тяжелых металлов) и бенз(а)пирена в слоях короотвала устанавливали путем сравнения их содержания на разной глубине отбора проб. Содержание тяжелых металлов и бенз(а)пирена с глубиной увеличивается. Максимальное их значение наблюдается в грунтах под короотвалом.

Согласно проведенным исследованиям установлено превышение ПДК токсичных элементов в грунте под короотвалом: превышение ПДК ртути (в 3 раза), свинца (в 13,5 раз). Согласно ГН 2.1.7.2041-06, ПДК ртути в почве составляет 1,0 мг/кг и ПДК свинца 20 мг/кг [4].

В почве фонового участка установлено превышение ПДК свинца. Это можно трактовать как общую геохимическую аномалию исследуемого района. При этом повышенное содержание ртути и кадмия в почвах установлено только для короотвала и в фоновой почве не выражено.

Уровень содержания бенз(а)пирена в пробах почвы отобранных на территории короотвала сравнивали с ПДК, а также с содержанием его на фоновом участке. Согласно проведенным исследованиям, наблюдается повышенное содержание бенз(а)пирена в слоях КДО, которое в большинстве исследованных образцов превышает ПДК установленную для почв (1-24 раза) [5]. Содержание бенз(а)пирена в пробах почвы фонового участка существенно ниже по сравнению с почвой в грунте под короотвалом и в 1,5 раза ниже ПДК установленного для почв.

Таким образом, Проведен анализ содержания токсичных элементов в слоях короотвала: ртути, кадмия, свинца и органического загрязни-

теля бен(а)пирена. Сделано заключение токсичности КДО путем сравнения с фоновыми показателями и ПДК. Выявлено высокое содержание ртути и свинца в грунте под короотвалом, которое превышает ПДК в несколько раз. Повышенное содержание бенз(а)пирена в слоях КДО и наличие загрязнения почв земельного участка бенз(а)пиреном.

Библиографический список

1. Кайгородов Р. В., Горлова А. Д., Попова Е. И. Агрехимические свойства кородревесных отходов и их влияние на ростовые процессы сельскохозяйственных растений // История и методология физиолого-биохимических и почвенных исследований. П., 2017. С. 136–138.

2. Коротаев В.Н., Жилинская Я.А., Ширинкина Е.С. Технологические подходы к использованию продуктов механобиологической переработки отходов для рекультивации нарушенных земель на урбанизированных территориях // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2010. № 6. С. 9–14.

3. Отчет о научно-исследовательской работе – Работа выполнена ЕНИ ПГНИУ в рамках хоздоговора с ООО «Пермская компания» № 09-02-2012НТП от 09.02.12 г. 72 с.

4. ГН 2.1.7.2014-06. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве.

5. ГН 2.1.7.2511-09. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве.

Формирование почв и ТПО в зоне многоэтажной застройки Индустриального района г. Перми

А.З. Фаткуллина, С.С. Белопольских

ПГНИУ

Научный руководитель: к.б.н., доцент Н.В. Москвина, ПГНИУ

Аннотация. Исходным субстратом для почвообразования в зоне многоэтажной застройки являются почвогрунты, сформированные из природных почв разного гранулометрического состава. Морфологическое строение почв и ТПО зависит от их функционального назначения в городской среде. Направленность почвообразовательных процессов в почвах и ТПО определяется ведущими антропогенными процессами.

Ключевые слова: почвогрунты, городское почвообразование, антропогенно-измененные почвы.

Роль почв в городе выполняют почвы и техногенные поверхностные образования (ТПО), аналогов которых нет в природе. Часто основой для будущих городских почв становятся почвогрунты, сформированные из природных почв. В процессе урбанизации в них нарушается последовательность генетических горизонтов, они перемешиваются, в них вносятся разнообразные строительные материалы – песок, щебень, привезенные грунты, торф [1, 2]. Морфологическое разнообразие почв и ТПО многоэтажной части города зависит от видов антропогенной деятельности, а также от возраста почвы, определяющего выраженность городского почвообразования [2].

Возраст многоэтажной застройки в Индустриальном районе г. Перми не превышает 100 лет; таким образом, можно говорить о начальных стадиях городского почвообразования. Выявление закономерностей развития почв в городской среде позволит спрогнозировать их устойчивость к антропогенным факторам.

Целью работы было изучение строения почв и ТПО зоны многоэтажной застройки Индустриального района, а также факторов, определяющих их формирование.

Основной массив жилых домов и административных учреждений на изученной территории имеет возраст 60-70 лет. Было заложено и описано 45 почвенных прикопок. Урботрансформированные почвы были названы в соответствии с подходами, предложенными для почв и ТПО городских территорий в рамках классификации почв 2004 г. [3].

В почвенном покрове исследованного района представлены: урбопочвы; литостраты экранированные, запечатанные асфальтовым покрытием; техногенные почвогрунты (ТПО); квазизёмы; урбостратозёмы техногенные; урбостратозёмы компостно-гумусовые и урбосерогумусовые почвы.

Начальным субстратом для почвообразования в зоне многоэтажной застройки служат почвогрунты разного гранулометрического состава. Как правило, они формируются из природных почв и наследуют от них механический состав. В процессе закладки фундаментов для многоэтажных зданий, при прокладке коммуникаций, устройстве дорожной сети идет преобразование природных почв на большую глубину, затрагивая весь профиль и материнскую породу.

ТПО легкого гранулометрического состава, сформированные из почв на древнеаллювиальных отложениях, были описаны в зоне строи-

тельства ТЦ «Леруа Мерлен» и ТРК «Планета». Почвогрунты суглинистого состава, сформированные на элювиально-делювиальных суглинках, описаны на месте строительства зоопарка в микрорайоне Нагорный.

В почвенном покрове зоны многоэтажной застройки Индустриального района г. Перми на не запечатанных асфальтовым покрытием участках, свободных от застройки, преобладали урбостратозёмы техногенные. В кварталах с возрастом застройки более 40–50 лет на их поверхности формируется гумусированный горизонт мощностью 7–12 см. Как правило, происходит естественное зарастание поверхности грунтов, из которых сформирован горизонт «урбик»; растительность в основном травянистая, рудеральная, либо представлена широколиственными деревьями с травянистым нижним ярусом.

На благоустроенных участках, в особенности в зоне относительно новой застройки, формируются квазиземы, у которых минеральные грунты покрыты слоем низинного торфа. «Свежий» органогенный слой характеризуется строением и свойствами используемого торфа. Описанные торфяные горизонты имели черный или темно-бурый цвет, мощность от 10 до 20 см, кислую реакцию среды; заметна резкая граница между торфяным и минеральным слоем. Со временем торф гумифицируется, торфяной слой обогащается минеральным веществом.

Урбостратозёмы компостно-гумусовые и урбосерогумусовые почвы представлены во дворах жилых домов относительно старой застройки, в палисадниках. Они формируются при неоднократной подсыпке органогенного материала и перемешивании его с нижележащими слоями почвы. Растительность обычно представлена декоративными видами с разной долей участия рудеральных видов. Мощность гумусированных горизонтов в урбостратозёмах варьировала от 20 до 30 см, обычно они имели тёмно-бурю окраску.

Также на территории исследованного района были обнаружены многократно погребенные почвы.

Известно, что физические и химические изменения, происходящие в процессе почвообразования, отражаются в морфологии профиля. Описание морфологического облика почв на ранних стадиях почвообразования позволяет выявить возникновение, проявление и развитие почвенных горизонтов, т.е. наблюдать начало процесса обособления почвенного тела от материнской породы [4].

Результаты проведенных исследований показали, что в целом антропогенно-измененные почвы территории исследований можно разделить на группы по их морфологическому строению и направленности процессов почвообразования: 1) натурфабрикаты (литостраты, органолитостраты) – основа для почвообразования в зоне многоэтажной застройки; 2) экранированные литостраты – запечатывание асфальтом, изменение водного и воздушного режима; 3) квазиземы торфяные и компостно-гумусовые – внесение органического материала, его дальнейшая минерализация; 4) урбостратоземы техногенные – самозаращение (как правило, рудеральной растительностью), формирование маломощных гумусовых горизонтов.

Предполагаем, что дальнейшая эволюция почв определяется ведущими антропогенными процессами в сочетании с зональными факторами почвообразования.

Библиографический список

1. Антропогенные почвы: генезис, география, рекультивация / М.И. Герасимова, М.Н. Строганова, Н.В. Можарова, Т.В. Прокофьева. Под ред. Академика РАН Г.В. Добровольского. Смоленск: Ойкумена, 2003. 268 с.

2. 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.

3. Прокофьева Т.В., Герасимова М.И., Безуглова О.С., Бахматова К. А., Гольева А.А., Горбов С.Н., Жарикова Е.А., Матиян Н.Н., Наквасина Е.Н., Сивцева Н.Е. Введение почв и почвоподобных образований в классификацию почв России // Почвоведение. 2014. № 10. С. 1155–1164.

4. Махонина Г.И. Начальные процессы почвообразования в техногенных экосистемах Урала. Автореф. дисс. докт. биол. наук. Томск, 2004. 39 с.

Фитотестирование агроэкологических свойств кородревесных отходов

Ю.С. Фофанова

ПГНИУ

Научный руководитель: доцент Р.В. Кайгородов, ПГНИУ

Аннотация. Приведены результаты исследований агроэкологических свойств кородревесных отходов (далее КДО) различного размера частиц: диаметр от 1 до 7 мм и менее 1 мм. В эксперименте использовались семена кресс-салата (*Lepidium sativum* L.). Выявлено, что наиболее благоприятными для роста растений являются частицы КДО менее 1 мм.

Ключевые слова: кородревесные отходы, фитотестирование, коротвал.

КДО представляют собой древесные остатки разного размера, характера и степени разложения в сочетании с перегноем, формирующихся в результате деятельности целлюлозно-бумажной промышленности [1].

В настоящее время КДО практически не утилизируется и в основном складировается, образуя короотвалы. Они негативно влияют на окружающую среду: самовозгораются и тлеют, выделяя опасные для человека вещества (например, бенз(а)пирен), имеют значительную пожароопасность [2,3], а также загрязняют водные бассейны веществами и продуктами распада коры [4,5]. Однако, кородревесные отходы отличаются хорошими агротехническими свойствами [6] и данное исследование позволит оценить перспективу и эффективность использования КДО в качестве удобрения, как одного из способов переработки и утилизации.

Цель работы заключается в проведении фитотестирования агроэкологических свойств КДО с разным размером частиц.

В качестве объектов исследования выступили 2 варианта КДО с различными размерами частиц: от 1 до 7 мм и менее 1 мм, поливаемые дистиллированной водой. Для контроля использовался вермикулит, который поливался раствором кнопа.

Для определения агроэкологических свойств КДО применялось фитотестирование, как эспресс-метод оценки субстрата. В качестве тест-

объекта был использован кресс- салат (*Lepidium sativum* L.) по 0.5 г/вариант.

Подготовка КДО для использования в качестве субстрата производилась путем просеивания через сито, для удаления слишком крупных частиц. Эксперимент длился 7 суток с момента посадки в исследуемые субстраты кресс-салата. Далее проростки растений, в количестве 10 штук из каждого варианта, срезали у основания грунта ножницами, а после измерили их с помощью штангенциркуля до одной десятой миллиметра. Обработка полученных результатов происходила с помощью методов стандартной статистики, а именно методов описательной статистики: значения среднего, ошибки среднего или критерия Стьюдента и дисперсионного анализа (критерий Фишера и показатель наименьшей существенной разности (НСР)). Полученные данные представлены в таблице.

В результате исследования было выявлено, что показатели длины проростков, выращенных на КДО 1- 7 мм, в 6 раз меньше показателей контроля, в то время как на КДО менее 1 мм, значения отстают в 2 раза. Сравнивая показатели КДО между собой, можно отметить, что на КДО с частицами менее 1 мм длина проростков больше в 3 раза, чем на КДО с частицами от 1 до 7 мм.

Результаты фитотестирования КДО

Вариант грунта	Длина проростков, мм	$t_{\text{расч}}$	$t_{\text{ст}}$
Контроль	43,05±0,99	43,38	2,26
КДО менее 1 мм	22,73±0,75	30,32	
КДО 1-7мм	6,97±0,29	24,47	
$F_{\text{расч}}$	603,00		
$F_{\text{ст}}$	2,20		
НСР	2,35		

Таким образом, можно предположить, что более благоприятны для растений КДО с размерами частиц менее 1 мм. Вероятно, это связано с тем, что мелкие частицы способствуют более лёгкому поглощению корнями необходимых для роста минеральных элементов. В то время как частицы более 1 мм слишком крупные для поглощения корнями, что приводит к недостатку питательных элементов у растения. Из этого можно сделать вывод, что при изготовлении удобрений из КДО наиболее эффективно использовать частицы менее 1 мм.

Библиографический список

1. Ерунцова Е. Р., Анчугова Е. М. Кордревесные отходы: накопление и пути утилизации // Актуальные проблемы биологии и экологии: Материалы докладов XXVII Всероссийской молодежной научной конференции (с элементами научной школы), Сыктывкар, 16–20 марта 2020 года / Отв. редактор С. В. Дегтева. Сыктывкар: Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН, 2020. С. 106-108.
2. Воробьева Д.Н. Оценка потенциального плодородия субстратов из твердых отходов целлюлозно бумажной промышленности для использования в лесовыращивании: дис. ... канд. биол. наук. М., 2015. 202 с.
3. Беседина И.Н., Симкин Ю.Я., Петров В.С. Получение углеродных материалов из отходов окорки лиственницы сибирской. Получение активных углей // Химия растительного сырья. 2002. № 2.С. 80–91.
4. Monte M. C. [et al.]. Waste management from pulp and paper production in the European Union// Waste Management and Research. 2009. Vol. 29. P. 293-308.
5. Крылов, В. А. Решение экологических проблем – переработка коортовалов ЦБК и других древесных отходов в твердое биотопливо // Возобновляемая энергетика на Северо-Западе России: сб. докл. Междунар. конгр. «Дни чистой энергии в Петербурге, 2010» / под общ. ред. В. В. Елистратова. СПб., 2010. 144 с
6. Вайсман Я.И., Коротаяев В.Н. Компостирование твердых органических отходов производства и потребления. Вермикомпостирование: моногр. / под ред. Я.И. Вайсмана. Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2010. 557 с.

Некоторые показатели плодородия аллювиальных почв при техногенном засолении

*Д.Р. Юсупов, Д.А. Сюткина, А.С. Куприна, С.В. Федотов,
О.А. Четина, Н.В. Москвина*
ПГНИУ

Аннотация. Представлены результаты исследований некоторых показателей плодородия корнеобитаемого слоя вторично засоленных почв. Установлено, что аллювиальные почвы в долине р. Быгель, формирующиеся под воздействием техногенных солей, характеризуются

© Юсупов Д.Р., Сюткина Д.А., Куприна А.С., Федотов С.В.,
Четина О.А., Москвина Н.В., 2021

повышенным содержанием подвижного калия и натрия в поверхностных слоях, а также слабо обеспечены доступными фосфатами и органическим веществом.

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

Антропогенная трансформация природной среды на современном этапе приводит к глобальным изменениям почв. Для установления контроля над изменяющимися экосистемами Земли основополагающее значение имеет оценка состояния и прогноз эволюции почвенного покрова. Серьезную экологическую опасность представляет нарастающая засоленность почв, вызванная природными и антропогенными процессами [1]. В засоленных почвах понижены уровень потенциального плодородия, доступность макро- и микроэлементов для растений, количество и разнообразие микроорганизмов и почвообитающих беспозвоночных. В последние десятилетия накапливаются сведения о техногенном галогенезе, связанном с добычей и производством солей, применением антигололедных средств, разливом пластовых вод на нефтепромыслах [2].

Целью нашего исследования явилось изучение некоторых показателей плодородия в почвах, подверженных техногенному засолению.

Образцы аллювиальных почв отобраны в пойме р. Быгель, вблизи солеотвала БКПРУ-4 (г. Березники Пермского края), всего 22 образца из корнеобитаемого слоя почв (0-15 см). Исследования проведены в связи с изучением адаптации растений к условиям техногенного засоления.

В отобранных образцах почв определяли содержание органического углерода по Тюрину в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-91), подвижные соединения калия и фосфора по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО (ГОСТ Р 54650-2011), подвижный Na^+ – методом пламенной фотометрии.

В незасоленных почвах калий и натрий в основном (до 99 %) находятся в кристаллических решетках алюмосиликатов – полевых шпатов, слюд, гидрослюд. Общим для всех незасоленных почв является преобладание валового содержания калия над натрием по всему почвенному профилю. В засоленных почвах их соотношение изменяется. В почвах аккумулятивных ландшафтов, содержащих легкорастворимые соли, накапливаются преимущественно натриевые, а не калиевые соли, что

вызывает натриевое засоление. Известно, что присутствие натрия в поглощенном состоянии обуславливает солонцеватость и связанное с ним ухудшение физических свойств.

Проведенные исследования показали, что содержание подвижного натрия в почвенных образцах варьирует в диапазоне 417,7-3746,1 мг/кг (табл. 1). Повышенное содержание солей в почвах неблагоприятно для большинства растений.

Элементы минерального питания растений в условиях техногенного загрязнения могут быть избыточными или резко дефицитными. Образцы корнеобитаемого слоя исследуемых почв были проверены на содержание доступных для растений форм калия и фосфора. Калий является одним из элементов почвенного плодородия и незаменимым элементом минерального питания растений [3].

Таблица 1

Изучаемые показатели плодородия корнеобитаемого слоя почв (0-10 см) при техногенном засолении

Показатели	Диапазон	Среднее	Ошибка средней	Стандартное отклонение
Na ⁺ подвижный, мг/кг	417,7 – 3746,1	1660,0	189,1	887,1
K ⁺ подвижный, мг/кг	828,0 – 2496,4	1593,0	103,8	486,9
P ₂ O ₅ подвижный, мг/кг	24,1 – 46,0	33,5	1,5	7,3
Органическое вещество, %	0,05 – 4,85	1,5	0,3	1,5

Содержание подвижного калия в почвах колеблется в пределах 828,0-2496,4 мг/кг (табл. 1). Полученные данные говорят об очень высокой обеспеченности (>250 мг/кг) в соответствии с градацией по Кирсанову [4]. Калий выступает в роли засоляющего иона, поскольку, во-первых, он содержится в солевых отходах, во-вторых, между содержанием Na⁺ и K⁺ в корнеобитаемом слое существует достоверная регрессионная зависимость, подтверждающая общий источник их поступления в почвы (табл. 2).

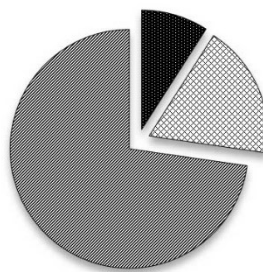
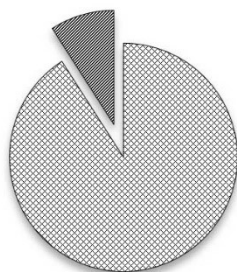
Фосфор – один из основных элементов питания растений. В природных условиях основным источником фосфора для растений является фосфор почвы. В минеральных соединениях почв фосфор представлен большей частью малоподвижными формами, а содержание подвижных соединений фосфора в почве незначительно. Вытяжкой по методу Кирсанова из почв извлекаются фосфаты кальция и магния, а также часть фосфатов полуторных окислов [5].

Содержание фосфора в анализируемых образцах колеблется в пределах 24,1-46,0 мг/кг. Эти данные показывают, что подвижный фосфор содержится в корнеобитаемом слое в дефиците, а уровень соответствует низкой (25-50 мг/кг) и очень низкой (<25 мг/кг) обеспеченности по Кирсанову [4] (рисунк). Фосфор не поступает из солевых отходов, а его биогенная аккумуляция не выражена. В природных условиях фосфор аккумуляируется в верхних горизонтах почв в результате избирательного накопления растениями [6].

На основе регрессионного анализа (табл.2) была выявлена взаимосвязь между содержанием подвижных натрия и фосфора в почвенных образцах. В избыточно кислых почвах уменьшается подвижность почвенных фосфатов из-за связывания подвижным алюминием и железом. Натрий способствует подщелачиванию среды, образуя в ходе обменных реакций соду, ощелачивающую почвы. По мере увеличения уровня pH почвы происходит мобилизация фосфора [7].

P_2O_5

Органическое вещество



■ низкий ■ очень низкий

■ средняя ▣ низкая ▢ очень низкая

Соотношение количества почвенных образцов по уровню обеспеченности органическим веществом и подвижным фосфором, %

Содержание органического вещества – один из ключевых параметров, обеспечивающих способность почв к выполнению экологических функций и их устойчивость к антропогенным воздействиям. В исследуемых образцах корнеобитаемого слоя количество органического вещества меняется в пределах 0,05 – 4,85 % (табл. 1), что соответствует уровню обеспеченности в диапазоне от очень низкого (<2 %) до среднего (4-6%) (рис. 1). Накопление органического углерода в почве обусловлено деятельностью низших и высших растений [5]. Природные экосистемы в настоящее время находятся в условиях усиленного антропогенного пресса, который все чаще резко обедняет состав растительных сообществ, вызывает ощутимую перестройку природных комплексов, приводят к уменьшению биологического разнообразия, к снижению численности многих видов растений, к замене исходных доминирующих типов растительности новыми производными [8]. Это в свою очередь обуславливает принципиальное изменение направленности и степени процесса аккумуляции органического вещества и биогенных элементов в почвенной толще.

Таблица 2

Регрессионные зависимости между показателями
в исследуемых почвенных образцах

Уравнение регрессии

$$y_1 = 27,66 + 0,0035x_1, R=0,42; P=0,0004$$

$$y_2 = 795,7 + 0,48x_1, R=0,87; P=2,5 \cdot 10^{-9}$$

$$y_1 = 20,14 + 0,0084x_2, R=0,56; P=2,2 \cdot 10^{-6}$$

Примечание:

y_1 – содержание подвижного фосфора в почве, мг/кг;

y_2 – 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;

P – уровень значимости (при $P \leq 0,05$ регрессионная модель адекватна экспериментальным данным)

Таким образом, техногенно засоленные аллювиальные почвы в долине р. Быгель характеризуются повышенным содержанием подвижного калия и натрия в поверхностных слоях, а также слабо обеспечены подвижными фосфатами и органическим веществом.

Библиографический список

1. 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.
2. Еремченко, Н.В. Москвина, Н.В. Митракова, А.Е. Колбик, И.В. Пахоруков Оценка экологического состояния засоленных, кислых и щелочных почв методом фитотестирования // Вестник Пермского университета. Сер.: Биология. 2019. № 1. С. 63–71.
3. Беляев А.Б. Элементы минерального питания в почвах. Учебно-методическое пособие для вузов. Воронеж. 2012. 29 с.
4. Мудрых Н.М., Алешин М.А. Пособие к лабораторным занятиям по агрохимии. Пермь: Изд-во ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, 2011. 51 с.
5. Мякина Н.Б., Аринушкина Е.В. Методическое пособие для чтения результатов химических анализов почв. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1970. 62 с.
6. Еремченко О.З., Четина О.А., Кусакина М.Г., Шестаков И.Е. Техногенные поверхностные образования зоны солесвалов и адаптация к ним растений. Пермь, 2013. 148 с.
7. Сычев В.Г. Современное состояние плодородия почв и основные аспекты его регулирования. М.: РАН, 2019. 328 с.
8. Еремченко О.З., Лымарь О.А. Почвенно-экологические условия зоны солесвалов и адаптация к ним растений // Экология. 2007. Вып. 1. С. 18–23.

СЕКЦИЯ «МИКРОБИОЛОГИЯ, БИОТЕХНОЛОГИЯ, ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ МЕДИЦИНА, ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА, ИММУНОЛОГИЯ»

Особенности биопленкообразования алкалофильных нитрилгидролизующих бактерий

А.Д. Елисеева

ПГНИУ

Научный руководитель: д.б.н. Ю.Г. Максимова, ПГНИУ

Аннотация. Изучено влияние концентрации хлорида натрия, температуры и pH на биопленкообразование нитрилгидролизующих бактерий, выделенных из содового шламохранилища. Показано, что экстремально щелочная среда и высокое содержание соли не приводят к повышенному биопленкообразованию, а для большинства изолятов оптимальная температура для роста биопленок составляет 30°C.

Ключевые слова: биопленки, алкалофилы, нитрилгидролизующие бактерии.

Нитрилгидролизующие микроорганизмы вызывают большой интерес из-за своей способности разлагать нитрилы, что широко применяется в биотехнологиях [1, 2]. Большинство нитрилутилизирующих микроорганизмов являются нейтрофильными, однако, недавнее исследование естественных галоалкильных сред обитания, таких как содовые озера и содовые почвы, продемонстрировало возможность биологического разложения простых алифатических нитрилов в чрезвычайно щелочных условиях. Содовые озера и содово-солончаковые почвы представляют собой естественные засоленные среды обитания с постоянным высоким pH около 10 из-за высокой щелочной буферной способности растворенных карбонатов натрия. В этих местах обитания встречаются главным образом галоалкалифильные прокариотические микробные сообщества [3, 4].

Микроорганизмы, живущие в данных экстремальных условиях, требуют большего внимания, поскольку знания о них ограничены [5]. Цель данной работы – исследование влияния различных физико-химических

факторов среды, таких как концентрация хлорида натрия, температура и рН, на биоупленкообразование нитрилгидролизующих бактерий.

Материалы и методы. Объектом исследования являются ранее изолированные бактериальные культуры: *Ensifer morelensis* (4э), *Rhodococcus sp.* (16э), 5э и 6э. Данные штаммы были выделены из содового шламохранилища, расположенного на севере-западной окраине г. Березники [5]. Штаммы выращивали на стерильной жидкой среде N следующего состава (г/л): KH_2PO_4 – 1,0; $\text{K}_2\text{HPO}_4 \times 3\text{H}_2\text{O}$ – 1,6; NaCl – 0,5; $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,5; CaCl – 0,005; $\text{CoCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$ – 0,01; $\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,005; рН 7-7,2. При изучении влияния различных источников углерода на рост штаммов в качестве источников углерода и азота использовали 0,1% сорбит и ацетонитрил или 0,1% ацетамид. Культивирование проводили в 20 мл среды в колбах объемом 100 мл на роторной качалке при постоянном перемешивании со скоростью вращения 120 об/мин в течение 7 суток.

При изучении способности бактерий расти в среде с повышенной степенью минерализации микроорганизмы выращивали в среде N с различным содержанием NaCl (0,5; 5; 10; 50; 100 и 150 г/л). Для определения влияния рН на формирование биопленок использовали среду N с рН от 6,0 до 11,0. Влияние температуры на биоупленкообразование оценивали при культивировании биопленок в течение 14-ти суток при 12, 30, 40 °С.

Биоупленкообразование оценивали по оптической плотности раствора красителя кристаллического фиолетового при 540 нм на планшетном ридере Infinite M200 pro (“Tecan”, Швейцария). Все исследования проводили не менее, чем в трех повторностях.

Результаты и обсуждение. Исследование показало, что штаммы 4э, 5э, 6э и 16э интенсивнее растут на питательной среде с ацетамидом, а не сорбитом. Показано, что оптимальной концентрацией для биоупленкообразования изученных штаммов является 0,5 г/л хлорида натрия в среде, однако штамм 5э хорошо растет и в присутствии 5 и 10 г/л хлорида натрия в среде.

Определено, что для биоупленкообразования большинства штаммов оптимальная температура составляет 30°С, тогда как у штамма 4э, более активное биоупленкообразование отмечено при 12°С.

Наиболее благоприятное воздействие на рост биопленок штаммов 5э и 16э оказывала слабкокислая среда (рН = 6). Для штаммов 4э (рН=11) и 6э (рН=8) активный рост биопленок наблюдался в щелочной среде.

Заключение. Таким образом, на биоуплотнение нитрилгидролизующих бактерий из щелочной высокоминерализованной среды положительное влияние оказывают условия, близкие к физиологическим – 30°C, pH 6-8 и 0,5 г/л NaCl в среде. Исключение составляет штамм 4э, образующий более массивные биоуплотнения при 12°C и pH 11.

Библиографический список

1. Ножевникова А. Н. Мультивидовые биоуплотнения в экологии, медицине и биотехнологии / А. Н. Ножевникова, Е.А. Бочкова, В.К. Плакунов // Микробиология. 2015. Т. 84, №6. С. 623-631.
2. Banerjee A. The nitrile-degrading enzymes: current status and future prospects/ A. Banerjee, R. Sharma, U.C. Banerjee//Microbiol Biotechnol. 2002. V.60. 33-44.
3. Chmura A. Utilization of arylaliphatic nitriles by haloalkaliphilic *Halomonas nitrilicus* sp. nov. isolated from soda soils/ A. Chmura, A. A. Shapovalova, S. van Pelt, F. van Rantwijk, T. P. Tourova, G. Muyzer, D. Yu. Sorokin // Appl Microbiol Biotechnol. 2008. Vol. 81. P. 371–378.
4. Sorokin D. Y. Microbial Isobutyronitrile Utilization under Haloalkaline Conditions/ D. Y. Sorokin, S. van Pelt, T. P. Tourova, G. Muyzer// Applied and environmental microbiology. 2007. Vol. 73. No. 17. P. 5574–5579.
5. Шилова А. В. Изменения микробиома как индикатор восстановления природных сред содового шламохранилища АО «Березниковский содовый завод»/ А. В. Шилова, А. Ю. Максимов, Ю. Г. Максимова// Вода и экология: проблемы и решения. 2020. № 1. С. 82-94.

Особенности эндокринного и биохимического статусов у детей, проживающих на территории геохимической провинции с высоким содержанием мышьяка в источниках водоснабжения

М.В. Зюлева

ПГНИУ

Научный руководитель: д.м.н., доцент Д.В. Ланин, ПГНИУ

Аннотация. На территории Забайкальского края находится мышьяковая провинция. Мышьяк попадает в питьевую воду централизованного водоснабжения. У детей, употребляющих такую воду, обнаруживается мышьяк в биосредах. Зарегистрированы изменения ряда пара-

метров гормонального и биохимического статуса этих детей. Также некоторым детям были поставлены диагнозы, обусловленные наличием повышенного содержания мышьяка в биосредах.

Ключевые слова: мышьяк, питьевая вода, гормональные и биохимические параметры.

Мышьяк в большей степени поражает органы нейроэндокринной и иммунной систем, так как они обладают наименьшим порогом чувствительности к металлу [1,2]. Кумуляция этого элемента происходит в почках, печени, селезенке, коже, волосах и ногтях в указанном порядке [2]. Основной способ выведения мышьяка из организма – через мочу, в меньшей степени – с калом, желчью, волосами, ногтями, через кожу и с грудным молоком [2,3,4].

Воздействие мышьяка на нейроэндокринную систему связано с его нейротоксическим действием [1,5]. Кроме того, даже небольшая концентрация мышьяка способна вызвать выброс гормонов надпочечников и активацию их синтеза, изменить содержание катехоламинов в надпочечниках и привести к возрастанию моноаминоксидазной активности печени [1].

Изменения в иммунной системе характеризуется аллергическими реакциями, аутоиммунными процессами, формированием иммунологической недостаточности и сенсибилизирующим эффектом [1].

Целью данной работы является выяснение особенностей эндокринного и биохимического статусов у детей, проживающих на территории геохимической провинции с высоким содержанием мышьяка в источниках водоснабжения.

В качестве исследуемых групп были подобраны дети в возрасте от 7 до 12 лет, употребляющие воду централизованного водоснабжения (группа наблюдения – 29 детей), и дети, употребляющие воду из колодцев (группа сравнения – 31).

Оценка качества питьевой воды проводилась в соответствии с СанПиН 2.1.4.1074. Оценка содержания мышьяка в крови – методом масс-спектрометрии на масс-спектрометре ICP-MS по методическим указаниям «Измерение массовых концентраций свинца, кадмия, мышьяка в крови методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой» (МУК 4.1.3161-14, 2014 г.);

Для обнаружения изменений биохимических параметров определяли содержание щелочной фосфатазы, аланинаминотрансферазы

(АлАТ), аспартатаминотрансферазы (АсАТ), гамма-глутамилтрансферазы (γ -ГТ), альбумина, билирубина (общего и прямого), гаптоглобина, электролитов (железа, кальция, фосфора), креатинина, креатинкиназы, лактатдегидрогеназы (ЛДГ), мочевины, мочевой кислоты, холестерина общего.

Для определения изменений в эндокринной системе определяли содержание в сыворотке крови кортизола, тиреотропный гормона (ТТГ) и Т₄ свободного.

В результате обнаружено содержание мышьяка в воде (50 ПДК) и в сыворотке крови группы наблюдения в интервале от 0,0036 до 0,0377 мгк/мл, в то время как референтный уровень составляет 0,0036 мгк/мл.

Анализ биохимических параметров показал, что для группы наблюдения характерно снижение средних значений концентраций параметров относительно группы сравнения. Так, например, снижаются концентрации в крови АлАТ, альбумина, билирубина, электролитов, мочевой кислоты, мочевины и общего холестерина. Повышение концентрации характерно для γ -ГТ, АсАТ, гаптоглобина, креатинина, щелочной фосфатазы и С-реактивного пептида и ЛДГ.

Иммуноферментный анализ крови показал снижение концентраций свободного тироксина и кортизола у группы наблюдения. Повышается уровень тиреотропного гормона. У 75% детей группы отмечается повышение специфического иммуноглобулина G к мышьяку.

Установлено наличие причинно следственных связей между употреблением воды с повышенным содержанием мышьяка и выявленными изменениями с помощью математических моделей.

Показатели, повышение которых с высокой долей вероятности связано с повышением в крови концентрации мышьяка – АсАТ (наблюдение – $29,125 \pm 4,231$ Е/дм³, сравнение – $26,400 \pm 3,200$ Е/дм³) и иммуноглобулин G к мышьяку (наблюдение – $0,169 \pm 0,056$ усл.ед., сравнение – $0,144 \pm 0,089$ усл.ед.).

У девяти детей группы наблюдения на кожных покровах обнаружены очаги депигментации размерами от 20 до 70 мм, что может быть признаком отравления мышьяком и является симптомом арсеникоза [2].

Таким образом, наличие мышьяка в воде централизованного водоснабжения концентрацией около 50 ПДК, обнаруженное в одном из районов Забайкальского края, сопровождается наличием мышьяка в биосредах детей, употребляющих эту воду, тенденциями к изменению гор-

мональных показателей (снижение кортизола, повышение ТТГ) и повышению содержания маркеров функционирования почек (креатинин) и печени (γ -ГТ, АсАТ, альбумин) при анализе биохимических показателей этих детей, а также специфического иммуноглобулина G к мышьяку.

Изменения показателей группы наблюдения не всегда значительно различаются с физиологической нормой. Однако отмечаются некоторые сдвиги относительно группы сравнения, что может говорить о начальных изменениях в организме, которые могут привести к более серьёзным, возможно, патологическим изменениям. Поэтому необходимо дальнейшее исследование данной темы.

Библиографический список

1. Зайцева Н.В., Ланин Д.В., Черешнев В.А. Иммунная и нейроэндокринная регуляция в условиях воздействия химических факторов различного генезиса. Монография – Пермь: Издательство Перм. Нац. Исслед. Политехн. Ун-та, 2016. – 236 с.

2. Toby G. Rossman Arsenic // Environmental toxicant: human exposures and their health effects / ed. By M. Lippmann, 3rd ed. – Hoboken: John Wiley and Sons, 2009. P. 366-394.

3. Hong Y.S., Song K.H., Chung J.Y. Health effects of chronic arsenic exposure // Journal of Preventive Medicine and Public Health, 2014. Vol. 47, № 5. P. 245–252.

4. Теплая Г. А. Астраханский вестник экологического образования. 2013. Вып. 23, № 1 С.182-192.

5. Международный банк реконструкции и развития // Всемирный банк «РАНО УМИРАТЬ. Проблемы высокого уровня заболеваемости и преждевременной смертности от неинфекционных заболеваний и травм в Российской Федерации и пути их решения», 2006 – 147 с.

Оценка физических факторов школьной среды, воздействующих на обучающихся

К.Н. Лихачев¹, А.А. Сабитова²

¹ФНЦ МПТ УРЗН

²ПГНИУ

Научный руководитель: д.м.н., доцент *Д.В. Ланин*, ПГНИУ, ФНЦ МПТ УРЗН

Аннотация. В работе проведены исследования по измерению уровней физических факторов неионизирующей природы, имеющихся (в наличии) на учебных местах обучающихся школьного образования. Исследовались учебные кабинеты общеобразовательного учреждения г. Перми. Проведены измерения и оценка шумового воздействия, уровней освещенности, коэффициента пульсации освещенности, электромагнитного излучения, аэроионного состава воздуха. В результате проведенного исследования установлено наличие физических факторов на учебных местах школьников, вместе с тем измеренные значения не имели выраженных отклонений от нормативных значений.

Ключевые слова: физические факторы, электромагнитное излучение, учебное место.

Актуальность. Образование проявляет новые черты и формы [1]. Современная форма образования предполагает, что в учебный процесс вовлечены различные «гаджеты», электронные устройства. Влияние их на организм неоднозначно.

Большое количество работ посвящено изучению неблагоприятного влияния электронных устройств на организм человека. [2]. Особое место в данном вопросе занимает влияние электромагнитного излучения от электронных устройств на детский организм [3, 4]. Целью настоящего исследования являлась оценка физических факторов внешней (школьной) среды, воздействующих на обучающихся.

Проведены обследования учебных классов и измерения в них физических факторов (шума, искусственной освещенности и коэффициентов пульсации, уровней электромагнитного излучения, отрицательных и положительных аэроионов) в одной из гимназий г. Перми.

На каждом рабочем месте в каждой из исследованных классных комнат изучены: уровни шума, искусственной освещенности, коэффициента пульсации освещенности, электромагнитное излучение частотой от 5 Гц до 400 кГц от персональных электронно-вычислительных машин (компьютеров), аэроионный состав воздуха. Обследовано 4 классных комнаты (по одной классной комнате для каждой параллели), в которых проводятся занятия для параллелей 1, 4, 7 и 11 классов, а также кабинет информатики, в котором проходят занятия у учеников 7 и 11 классов. Всего обследовано 5 классных комнат, в каждой классной комнате от 15 до 33 учебных мест. Измерения физических факторов проводились и сравнивались согласно методическим и нормативным документам в сфере санитарно-эпидемиологического надзора.

По результатам измерений установлено: шум в каждой из параллелей на уроке составил от 32,6 дБ до 64,1, что не более 65 дБ, что соответствует уровню громкой речи человека. Уровни шума без учащихся в каждом кабинете составил не более 40 дБ, что соответствует нормативу для учебных кабинетов в образовательных организациях п. 6.3 СП 51.13330.2011[5] и позволяет констатировать, что при измерении уровня звука в классных комнатах при занятии школьников никакие посторонние источники шума не вносили вклад в измеренные значения.

Уровни искусственной освещенности во всех параллелях составили от 588 до 612 лк, это более 300 лк и является нормативным значением для учебных классов в образовательных организациях [6]. Уровни коэффициента пульсации освещенности во всех параллелях составили от 0 до 0,2%, т.е. во много раз ниже максимального нормативных значений, составляющих – 5% [6] и 10% [7].

По результатам измерений уровней аэроионного состава воздуха были выявлено недостаточное количество отрицательных и положительных аэроионов в воздухе учебных кабинетов. Концентрация отрицательных аэроионов (N^-) составила менее 100 ион/см³ во всех кабинетах, что менее чувствительности прибора. Концентрация положительных аэроионов составила от менее 100 до 110 ион/см³, что не соответствует нормативу, установленному для рабочих мест [8]. Однако, вопрос влияния аэроионного состава на здоровье человека является достаточно дискуссионным, а в ряде работ подвергается критическим замечаниям и сомнению [9].

При анализе электромагнитного излучения в каждом из 4 кабинетов для теоретических занятий для каждой параллели на каждом учебном

месте величина напряженности электрического поля в диапазоне от 5 Гц до 2 кГц составила менее 5 в/м, для диапазона от 2 до 400 кГц – менее 0,5 в/м (ниже предела чувствительности прибора). Плотность магнитного потока для диапазона от 5 Гц до 2 кГц составляла менее 0,06 мТл, а для 2-400 кГц – менее 5 мТл, что также ниже предела чувствительности прибора.

В кабинете информатики (обучение информатике в данной гимназии начинается с 7 класса) были зафиксированы наибольшие значения напряженности электрического поля не выше 6,5 и 1,2 в/м для диапазонов 5 Гц-2 кГц и 2-400 кГц соответственно, что превышает аналогичные показатели, полученные в кабинетах для теоретических занятий. Плотность магнитного потока в этом кабинете составляла значения от менее 0,06 до 0,12 мТл для диапазона 5 Гц-2 кГц (выше аналогичного показателя в других кабинетах), и практически не отличалась от других кабинетов (менее 5 мТл) в диапазоне 2-400 кГц. Натурные измерения показателей электромагнитного излучения во всех изученных классных комнатах на каждом из мест обучаемых, включая кабинет информатики, в котором из-за присутствия большого числа компьютеров, фон электромагнитного излучения чуть более повышен, не превысил предельно-допустимых уровней и соответствует требованиям советующих нормативных документов.

Таким образом, анализ полученных данных позволяет сделать вывод о том, что в данном учебном заведении комплекс изученных физических факторов, воздействующих на обучающихся, включающий показатели освещенности искусственной, коэффициента пульсации освещенности, электромагнитного излучения обусловленного электронными устройствами не превышал предельно допустимых уровней ни по одному из изученных параметров за исключением аэроионного состава воздуха.

Библиографический список

1. Мальцев В.А., Мальцев К. В. Пандемия и образование // Научные труды Вольного экономического общества России. 2020. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pandemiya-i-obrazovanie> (дата обращения: 17.03.2021).
2. Наумов А.Д. Влияние электромагнитных излучений на репродуктивную функцию // Охрана материнства и детства. 2019. № 2(34). С. 58-61.

3. Электромагнитные поля и здоровье человека / под ред. Ю. Г. Григорьева. – М.: РУДН, 2002. 177 с.

4. Лаптиева Л.Н., Крикало И.Н. Проблемы электромагнитной безопасности в школьном возрасте // Весник МДПУ імя І. П. Шамякіна. 2015. №2 (46). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-elektromagnitnoy-bezopasnosti-v-shkolnom-vozhraсте> (дата обращения: 17.04.2021).

5. СП 51.13330.2011. (Санитарные правила) Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003 [электронный ресурс] URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200084097> (дата обращения 17.04.2021)

6. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 "Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы" [электронный ресурс] URL: <http://docs.cntd.ru/document/901865498> (дата обращения 17.04.2021).

7. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 "Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий" [электронный ресурс] – URL: <http://docs.cntd.ru/document/901859404> (дата обращения 08.04.2021)

8. СанПиН 2.2.4.1294-03 "Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений" [электронный ресурс] URL: <http://docs.cntd.ru/document/901860667> (дата обращения 17.04.2021).

9. Петрякова О. Д., Алексеев И. С. Аэроионный состав воздушной среды воздуха рабочей зоны на примере учебного корпуса ВУиТ // Вестник ВУиТ. 2009. №8. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/aeroionnyy-sostav-vozdushnoy-sredy-vozdusha-rabochey-zony-na-primere-uchebnogo-korpusa-vuit> (дата обращения: 17.04.2021).

Роль (p)ppGpp-синтетаз в формировании персистеров у *Mycobacterium smegmatis*

Е.И. Маркелова^{1,2}, *Р.Ю. Сидоров*^{1,2}

¹ПГНИУ

²ИЭГМ ПФИЦ УрО РАН

Научный руководитель: д.м.н., проф. *А.Г. Ткаченко*, ИЭГМ ПФИЦ УрО РАН, ПГНИУ

Аннотация. Персистенция бактерий является причиной неэффективности лечения туберкулеза антибиотиками. В качестве соединения,

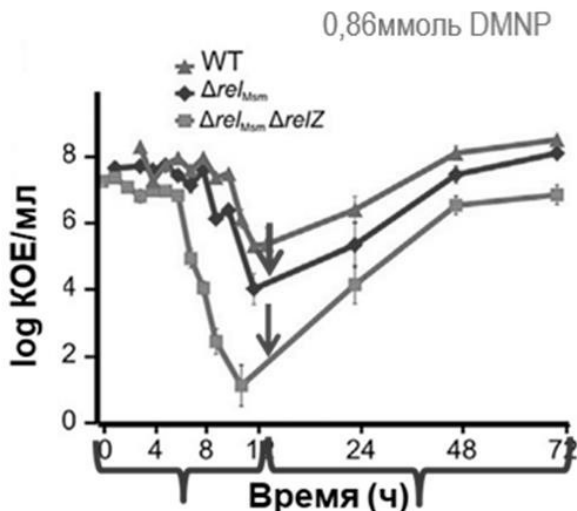
способного подавлять персистенцию *Mycobacterium smegmatis*, был обнаружен DMNP – синтетическое производное эрогоргиасена. Используя два экспериментальных подхода – нокаут-мутации генов $\Delta relMsm$ и $\Delta relZ$ в сравнении со сверхэкспрессией *relMsm* и *relZ* – было показано, что обе (p)ppGpp-синтетазы RelMsm и RelZ являются возможными кандидатами на роль мишеней для DMNP. DMNP в зависимости от концентрации ингибировал (p)ppGpp-синтетазную активность очищенного RelMsm *in vitro*, препятствуя образованию клеток-персисторов.

Ключевые слова: персистенция, (p)ppGpp, антибиотики.

Алармоны гуанозин тетрафосфат и гуанозин пентафосфат ((p)ppGpp) образуются за счет переноса пирофосфатной группы от АТФ на 3' углерод гуанозин 5'-трифосфата (ГТФ) или гуанозин 5'-дифосфата (ГДФ) [1]. Это основные молекулы стринджен-ответа, которые также являются ключевыми сигнальными молекулами стресса у бактерий, способствующие формированию персисторов. Персисторные клетки невосприимчивы к действию клинических антибиотиков и являются причиной рецидивов болезней, вызываемых патогенными микроорганизмами, такими как *Mycobacterium tuberculosis*. У *M. smegmatis*, родственной ему непатогенной бактерии, которая часто используется как модельный организм при изучении микобактерий, (p)ppGpp-синтетазами являются белки Rel_{Msm} и RelZ.

Клинические антибиотики действуют на активно растущие клетки в экспоненциальной фазе, теряя активность в стационарной, в то время как исследованный нами DMNP, наоборот, был активен в стационарной фазе культуры, воздействуя на персисторные клетки.

В культурах штаммов дикого типа наблюдалось небольшое снижение числа персисторных клеток, тогда как нокаутирование гена *relMsm* приводило к усилению снижения, которое возрастало в штаммах с двойным нокаутом, *relMsm* и *relZ* (см. рисунок). Наибольшее снижение наблюдалось при переходе из экспоненциальной в стационарную фазу после 12 часов культивирования. Однако даже при удалении двух мишеней антибиотика Rel_{Msm} и RelZ, активность DMNP сохранялась в отношении остаточного уровня персисторов. Это послужило основанием для предположения о существовании дополнительной мишени DMNP у *M. smegmatis*.



Экспоненциальная фаза Стационарная фаза

Влияние DMNP на штаммы WT Δrel_{Msm} и $\Delta relZ$ *M. smegmatis*

Штамм с контролируемой экспрессией гена rel_{Msm} имел повышенную выживаемость при культивировании с DMNP в присутствии индуктора по сравнению со штаммом, культивируемого без индуктора. Повышенная концентрация молекул Rel_{Msm} способствовала большей выживаемости клеток. Аналогичная ситуация наблюдалась с геном $relZ$. Экспериментально подтверждена, роль белков Rel_{Msm} и $RelZ$ в качестве мишеней DMNP [2].

Данные литературы указывают на то, что клетки *M. smegmatis* содержат также дополнительный источник (p)ppGpp. Предположительно им является полинуклеотидфосфорилаза, кодируемая геном MSMEG_2656 [3]. В настоящее время ведется работа по созданию штаммов с нокаутом этого гена и генетических конструкций со сверхэкспрессионной плазмидой pMind, для установления возможного воздействия антибиотика DMNP на полинуклеотидфосфорилазу.

При конструировании использован промежуточный вектор – плазида pTZ, которая используется для клонирования геа без применения рестриктаз (TA клонирование). Плазида pMind позволяет регулировать экспрессию встроенного в нее гена [4]. При наличии индуктора в среде запускается синтез белка.

Плазмида p2NIL позволяет встроить нужную последовательность ДНК в хромосому [5]. Происходит рекомбинация нокаутного аллеля с геном дикого типа.

Таким образом, DMNP выполняет роль соединения, препятствующего образованию клеток-персистеров микобактерий. Эксперименты *in vitro* продемонстрировали, что DMNP ингибирует (p)ppGpp-синтезирующую активность белка Rel_{Msm} в зависимости от концентрации. Полученные данные в перспективе могут быть использованы для разработки противотуберкулезных препаратов.

Библиографический список

1. Haurlyliuk, V. Recent functional insights into the role of (p)ppGpp in bacterial physiology // *Nature Reviews Microbiology*. – 2015. – P. 1–12.
2. Tkachenko et al., A synthetic diterpene analogue inhibits mycobacterial persistence and biofilm formation by targeting (p)ppGpp synthetases/ *Cell Chemical Biology*. – 2021. – 28. – P. 1–13.
3. Briani, F., Carzaniga, T. Regulation and functions of bacterial PNPase/ *Advanced Review*. . – 2016. –Vol.7. . – P. 241 – 251.
4. Blokpoel M., Murphy H., O’Toole R. Tetracycline-inducible gene regulation in mycobacteria/*Nucleic Acids Research*. – 2005. – Vol. 33. – No. 2.–P. 1-7.
5. Parish, T., Stoker, N. G. Use of a flexible cassette method to generate a double unmarked *Mycobacterium tuberculosis* tlyA plcABC mutant by gene replacement / 2000. – Vol. 146. – P. 1969–1975.

Новые маркеры для исследования пролиферации CD4⁺ Т-лимфоцитов человека

Д.М. Марченко

ПГНИУ

Научный руководитель: к.б.н. Е.В. Сайдакова

Аннотация. Исследование пролиферации CD4⁺ Т-лимфоцитов методом проточной цитометрии с использованием ядерного антигена Ki67 требует фиксации и пермеабилзации клеток, что ограничивает возможность дальнейших исследований. Использование поверхностной молекулы в качестве маркера делящихся клеток может снять ограниче-

ния. В статье в качестве аналога Ki67 рассмотрена молекула CD71. В покое и стимулированных CD4⁺ Т-клетках оценены доля CD71⁺ и Ki67⁺ элементов, определены уровень и взаимосвязь экспрессии двух молекул. На основе полученных данных дана оценка возможности использования CD71 для изучения пролиферации CD4⁺ Т-лимфоцитов.

Ключевые слова: пролиферация CD4⁺ Т-лимфоцитов, Ki67, CD71.

Нарушение пролиферации CD4⁺ Т-клеток приводит к различным патологиям, таким как Т-клеточная лимфома [1] и иммунодефицит [2]. Наиболее широко применяемым методом исследования пролиферации лимфоцитов является проточная цитометрия с оценкой экспрессии маркера Ki67. Следует отметить, что внутриклеточная локализация этой молекулы обуславливает необходимость фиксации и пермеабилзации клеточных мембран, что исключает возможность дальнейшей оценки функционального состояния делящихся лимфоцитов. В связи с этим поиск поверхностных молекул-аналогов Ki67 является актуальным. Одной из таких молекул может выступать рецептор трансферрина 1 (CD71). **Целью** настоящей работы было исследование возможности использования CD71 в качестве маркера пролиферации CD4⁺ Т-лимфоцитов.

План работы был одобрен локальным этическим комитетом (рег. № комитета IRB00008964); каждый обследованный подписал форму информированного согласия. В исследование были приглашены 10 относительно здоровых добровольных доноров крови. Большинство участников (80 %) составили женщины. Средний возраст обследованных составил 25 лет.

Периферическую кровь забирали из кубитальной вены. Мононуклеарные клетки получали путем центрифугирования крови в градиенте плотности Диаколл (Диаэм; Россия). Мононуклеарные лейкоциты стимулировали фитогемагглютинином (ФГА; Serva; Германия). В качестве контроля использовали клетки без добавления митогена. Полученные лейкоциты инкубировали при +37°C в течение 42 часов.

Цитофлуориметрический анализ проводили на приборе CytoFLEX S (Beckman Coulter, США) с помощью коммерческих антител к поверхностным антигенам CD3, CD4, CD45R0, CD71, Ki67. Для внутриклеточной окраски анти-Ki67 антителами клетки фиксировали и пермеабилзировали наборами производства Biolegend (США). Границы CD71⁺ и Ki67⁺ субпопуляций устанавливали с помощью FMO (fluorescence minus

one) контролей. Оценивали доли CD71⁺ и Ki67⁺ Т-лимфоцитов, а также медианы интенсивности флуоресценции (MFI – median fluorescence intensity) связавшихся с клетками анти-CD71 и анти-Ki67 антител.

Данные представлены в виде медиан и интерквартильных размахов (25–75 перцентиль). Статистическая значимость различий между группами установлена на основе U-критерия Манна-Уитни. Корреляционный анализ проведен по методу Спирмена.

В стимулированных ФГА образцах доля CD4⁺ Т-лимфоцитов, экспрессирующих Ki67, увеличилась по сравнению с таковой среди нестимулированных клеток и составила 11,9 % (4,6–15,7 %) и 1,8 % (1,5–2,3 %) соответственно (P < 0,001). Также в CD4⁺ Т-клетках после стимуляции был отмечен рост среднего уровня экспрессии Ki67: 8337 (7777–8670) и 6729 (6582–6838) в стимулированных и нестимулированных образцах соответственно (P < 0,01). Аналогичные результаты были получены при анализе экспрессии молекулы CD71: в стимулированных CD4⁺ Т-лимфоцитах по сравнению с нестимулированными клетками был отмечен рост CD71⁺ доли элементов (86,3 % (80,4–89,5 %) и 4,9 % (1,9–7,7 %) соответственно; P < 0,001) и среднего уровня экспрессии CD71 (5645 (3948–7801) и -110 (-159–(-50) соответственно; P < 0,001).

Оценка взаимосвязи экспрессии Ki67 и CD71 показала наличие сильной положительной корреляции, которая наблюдалась в общем пуле CD4⁺ Т-лимфоцитов и в субпопуляциях различной степени зрелости (таблица).

Связь между экспрессией молекул Ki67 и CD71 в CD4⁺ Т-лимфоцитах периферической крови человека

Корреляционная связь	R	P
CD4 ⁺ Т-клетки (%)	0,830	<0,001
Наивные CD4 ⁺ Т-клетки (%)	0,854	<0,001
CD4 ⁺ Т-клетки памяти (%)	0,823	<0,001

Примечание: при проведении анализа использован метод ранговых корреляций Спирмена.

Примечательно, что среди CD4⁺ Т-лимфоцитов все Ki67-позитивные клетки экспрессировали CD71, но при этом в культуре присутствовала и субпопуляция CD71-монопозитивных лимфоцитов. Численность этих CD71⁺Ki67⁻ клеток значительно превышала содержание CD71⁺Ki67⁺ CD4⁺ Т-лимфоцитов, что было отмечено и в стимулированных образцах

(73,3 % (69,9–74,7 %) и 11,8 % (4,5–15,6 %) соответственно; $P < 0,001$), и в нестимулированных культурах клеток (4,5 % (1,7–7,2 %) и 0,4 % (0,2–0,6 %) соответственно; $P < 0,001$).

Известно, что обе молекулы – CD71 и Ki67 – участвуют в делении CD4⁺ Т-лимфоцитов. При активации рецептор трансферрина 1 позволяет клеткам накопить железо, которое является кофактором рибонуклеотидредуктазы, осуществляющей синтез необходимых для репликации ДНК дезоксирибонуклеотидов [3]. В свою очередь при разрушении ядерной оболочки белок Ki-67 обеспечивает изоляцию хромосом и их независимое прикрепление к веретену деления [4]. Исследованные нами молекулы экспрессируются на разных этапах клеточного цикла [5], что может объяснить одновременное присутствие в образце CD71-монопозитивных и CD71/Ki67-дубль-позитивных CD4⁺ Т-клеток.

Таким образом, можно сделать следующее заключение. Ввиду того, что молекула CD71 экспрессируется как на делящихся, так и на активированных CD4⁺ Т-лимфоцитах, этот маркер не является полным аналогом Ki67. Вместе с тем, молекула CD71 может применяться при исследовании активации/пролиферации CD4⁺ Т-лимфоцитов.

Библиографический список

1. Yasunaga J., Matsuoka M. HTLV-I and leukemogenesis // *Uirusu*. 2006. V. 56. № 2. P 241-249.
2. Yarmohammadi H., Cunningham-Rundles C. Idiopathic CD4 lymphocytopenia: Pathogenesis, etiologies, clinical presentations and treatment strategies // *Annals of Allergy, Asthma, & Immunology*. 2017. V. 119. № 4. P 374-378.
3. Testa U., Pelosi E., Peschle C. The transferrin receptor // *Critical Reviews in Oncogenesis*. 1993. V. 4. № 3. P 241-276.
4. Sun X., Kaufman P.D. Ki-67: more than a proliferation marker // *Chromosoma*. 2018. V. 127. № 2. P. 175-186.
5. Motamedi M., Xu L., Elahi S. Correlation of transferrin receptor (CD71) with Ki67 expression on stimulated human and mouse T cells: The kinetics of expression of T cell activation markers // *Journal of Immunological Methods*. 2016. V. 437. P. 43-52.

Изучение штаммов-деструкторов бифенила и бензойной кислоты почвы Черняевского леса г.Перми

К.А. Хрущёв

ПГНИУ

Научный руководитель: к.б.н., доцент *Д.О. Егорова*, ПФИЦ УрО РАН, ПГНИУ

Аннотация. В почве, как и в других средах обитания живых организмов происходит селекция бактерий с теми или иными свойствами. Одним из селективных факторов в городских почвах выступают химические соединения, поступающие с выбросами крупных промышленных предприятий. На территории г. Перми расположен ряд предприятий, в результате применения в технологическом цикле которых сложного спектра органических соединений, в окружающую среду поступают синтетические ароматические вещества, такие как бифенил и бензойная кислота.

Ключевые слова: бактерии, бифенил, бензоат.

Цель: изучить численность и разнообразие гетеротрофных аэробных бактерий, в том числе штаммов-деструкторов бифенила и бензойной кислоты в почвах Черняевского леса.

Материалы и методы.

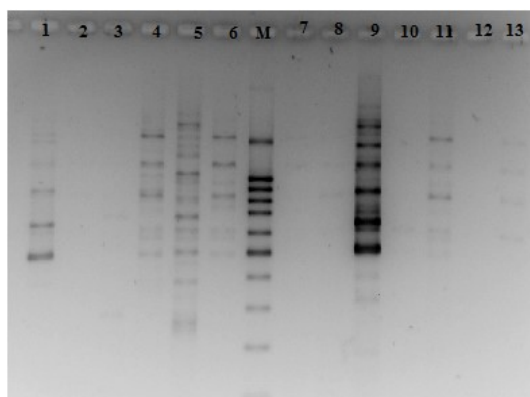
Отбор образцов почв производился в летний период в 9 точках Черняевского леса согласно ГОСТ 17.4.3.01-82 [1]. Почвы транспортировались в лабораторию ИЭГМ УрО РАН. Дальнейшие исследования проводились в стационарных условиях. Морфологическое описание и принадлежность изолированных штаммов производили согласно стандартным рекомендациям [2]. Генетическое типирование и идентификация. ДНК из чистых культур бактерий выделяли общепринятым методом [3]. Генетическое сходство/различие выделенных штаммов определяли методом ВОХ-ПЦР по стандартной методике [4]. Идентификацию бактерий осуществляли при амплификации гена 16S рРНК с использованием стандартных бактериальных праймеров 27F и 1492R. Определение нуклеотидных последовательностей генов 16S рРНК, *bphA1* и *benA* осуществляли на автоматическом секвенаторе Genetic Analyzer 3500xl (Applied Biosystems, США), согласно рекомендациям производителя в

молекулярно-генетической лаборатории кафедры ботаники и генетики растений ПГНИУ. Поиск гомологичных последовательностей проводили в базе данных EzTaxon [5]. Поиск гомологичных последовательностей функциональных генов *bphA1* и *benA* производили по базе данных GenBank [6].

Результаты:

Было установлено, что численность культивируемых гетеротрофных бактерий в образцах почв Черняевского леса составляет 1.46×10^8 КОЕ/г почвы. Морфологическое описание колоний и клеток изолированных штаммов позволило их подразделить на 24 морфотипа, с учетом формы, размера, цвета, профиля, консистенции колоний, а также формы и размера клеток.

С помощью метода ВОХ-ПЦР было установлено сходство/различие представителей морфогрупп (рисунок).



Электрофореграмма фрагментов ДНК, полученных методом ВОХ-ПЦР. Номера дорожек соответствуют выделенным морфотипам, М – маркер молекулярных масс.

Анализ полученных генетических профилей показал, что морфотипы 4 и 6 характеризуются одинаковым набором фрагментов ДНК. В остальных случаях генетические профили морфотипов различались. На долю аэробных культивируемых бактерий, способных использовать в качестве единственного источника углерода бифенил или бензойную кислоту приходится $(3.10 - 4.35) \times 10^4$ КОЕ/г почвы. В процессе исследования было выделено в чистые культуры 42 штамма аэробных гете-

ротрофных бактерий. Анализ грам-принадлежности показал, что доминирующую позицию занимают грам-отрицательные штаммы. На их долю приходится 52,3% от всех исследованных культур. На основании анализа нуклеотидной последовательности гена 16S рРНК установлено филогенетическое положение 16 штаммов гетеротрофных бактерий: к роду *Rhodococcus* принадлежат штаммы ВР9-1, ВР9-2, ВР9-4, ВР9-7, ВР9-8, роду *Acinetobacter* – штамм ВР9-5, к роду *Bacillus* – штаммы К53, К25, ВР9ST5, к роду *Ochrobactrum* – штаммы ВР9НО5, ВР9-11, к роду *Micrococcus* – штаммы ВР9ST2, ВР9ST3, ВР9ST1, ВР95АО5, к роду *Ko-curia* – штамм ВР9ST4. Было установлено, что ген *benA* четырёх штаммов-деструкторов: ВР9-1, ВР9-2, ВР9-4, ВР9-7 наиболее схож с гомологичным геном штамма рода *Rhodococcus*. Уровень сходства составил 99-100%, процент перекрывания 97-99%. Также, мы определили, что ген *bphA1* пяти штаммов-деструкторов: ВР9-1, ВР9-2, ВР9-4, ВР9-7, ВР9-8 наиболее схож с гомологичным геном штамма рода *Rhodococcus*. Уровень сходства составил 99-100%, процент перекрывания 99-100%. Интересно отметить, что в четырёх исследуемых штаммах (ВР9-1, ВР9-2, ВР9-4, ВР9-7) присутствовали оба гена (*benA* и *bphA1*).

Выражаю благодарность коллективу лаборатории молекулярной микробиологии и биотехнологии Института экологии и генетики микроорганизмов УрО РАН за помощь в проведении экспериментов.

Библиографический список

1. ГОСТ 17.4.3.01-82. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб. Введ. 1983-01-01. М.: Госстандарт, 1983. 8 с.
2. Методы общей бактериологии: Пер. с англ. / Под ред. Ф. Герхардта с соавторами. М.: Мир, 1983. Т. 1-3.
3. Short protocols in molecular biology. 3rd ed. / Eds. Ausbel F.M., Brent R., Kingston R.E., Moore D.D., Seidman J.G., Smith J.A., Struhl K. New York: John Wiley & Sons, 1995, 450 P.
4. Versalovic J., Schneider M., Frans J. de Bruijn., Lupski J.R. Genomic fingerprinting of bacteria using repetitive sequence-based polymerase chain reaction // Meth. Cell. Mol. Biol. 1994. V. 5. P. 25-40.
5. <http://www.ezbiocloud.net/eztaxon>
6. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>

Изучение продукции сероводорода в растущих культурах бактерий *Bacillus subtilis* при добавлении тетрациклина

Г.Ю. Чурин¹, В.Ю. Ушаков^{1,2}, О.Н. Октябрьский²

¹ПГНИУ

²Институт экологии и генетики микроорганизмов ПФИЦ УрО РАН

Аннотация. В работе показано, что обработка аэробно растущих бактерий *Bacillus subtilis* антибиотиком тетрациклином (30, 60 и 120 мкг/мл) продуцирует продукцию сульфида водорода.

Ключевые слова: сероводород, антибиотики.

Относительно недавно было обнаружено, что грамположительные бактерии рода *Bacillus* используют в качестве основного низкомолекулярного тиола бацилитиол (BSH) [1,2], который является функциональным аналогом более изученного глутатиона (GSH), широко распространенного как у грамотрицательных прокариот, так и у эукариот. В состав глутатиона и бацилитиола входит серосодержащая аминокислота цистеин, определяющая высокую редокс-активность этих тиолов. В определенных ситуациях цистеин, взаимодействуя с Fe²⁺ в реакции Фентона, может образовывать высокотоксичные гидроксильные радикалы, поэтому живые клетки строго поддерживают гомеостаз внутриклеточного цистеина [3]. У эукариот и бактерий катаболизм цистеина может являться одним из источников H₂S. Известна важная роль H₂S как трансммиттера в регуляции активности эукариотических организмов [4].

Многие микроорганизмы продуцируют H₂S как продукт нормальной жизнедеятельности, но его регуляторная роль слабо изучена. Ранее было обнаружено, что у грамотрицательных бактерий *Escherichia coli*, растущих на глюкозо-минеральной среде, стрессовые воздействия сопровождаются резким увеличением экстраклеточного H₂S. Список стрессов включает голодание и обработку различными антибиотиками. Было показано, что продукция сероводорода в этих ситуациях связана с деструкцией цистеина [5].

Цель настоящей работы: проверить продуцируется ли экстраклеточный сероводород при обработке растущих клеток *B. subtilis* антибиотиком тетрациклином. Известно, что семейство тетрациклинов ингибирует синтез белка, обратимо связываясь с бактериальной 30S-рибосомной субъединицей [6].

В работе использовался штамм *Bacillus subtilis* В-10271 (ВКПМ). Выращенные на твердой питательной среде клетки переносились в жидкую минеральную среду М9 + глюкоза (1%) и культивировались в термостатируемом орбитальном шейкере при 37°C и 110 об/мин в колбах Эрленмейера с дефлекторным дном. Через 17-20 часов ночная культура центрифугировалась и ресуспендировалась в свежей среде аналогичного состава. По достижении $OD_{600} = 0.4$ вносился антибиотик в концентрациях 30, 60 и 120 мкг/мл. В течение часа измерялась продукция H_2S каждые 15 минут. Данные анализировались при помощи пакета программ Excel 2010. Детекцию сульфида водорода проводили полуколичественным методом, измеряя его концентрацию в воздушной среде над бактериальной культурой бумажными полосками, пропитанными ацетатом свинца. Количественно изменение окраски определяли по гистограмме цвета в программе ImageJ, интенсивность выражали в процентах.

Изменение удельной скорости роста при обработке разными концентрациями исследуемого антибиотика имело дозозависимый характер: наибольшее бактериостатическое действие регистрировалось при добавлении 120 мкг/мл, наименьшее – при 30 мкг/мл. Следует отметить, что по достижении 60 минут все исследуемые концентрации антибиотика снижали скорость роста до $0,1 \text{ час}^{-1}$ (рис. 1).

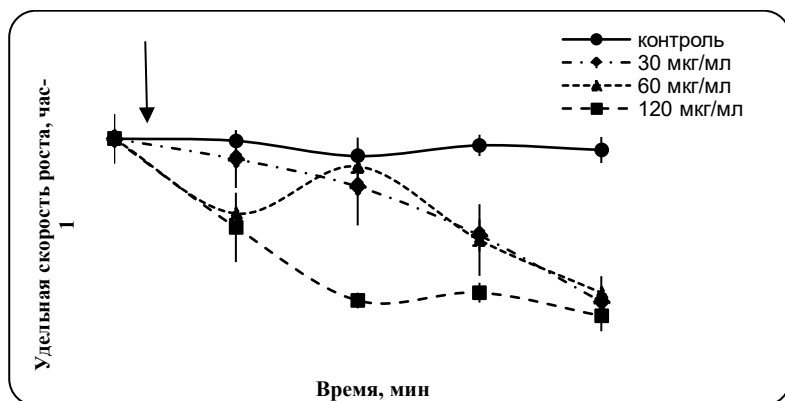


Рисунок 1 – Изменение удельной скорости роста в культурах *B. Subtilis* при добавлении тетрациклина. Стрелкой указано добавление тетрациклина

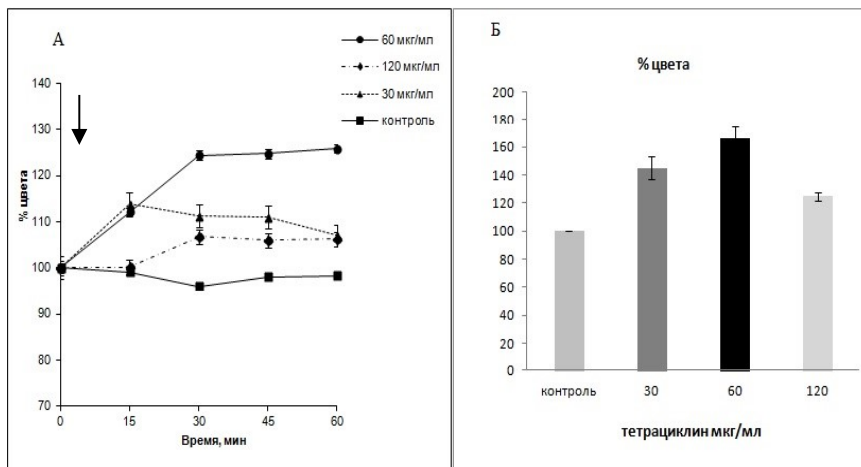


Рисунок 2 – Продукция сероводорода в растущих культурах *B. subtilis* при добавлении тетрациклина. А – изменение продукции H_2S в течение 60 минут. Б – суммарная продукция H_2S за 60 минут. Стрелкой указано добавление антибиотика

На рис. 2 показана продукция сероводорода при обработке бактерий разными концентрациями тетрациклина в динамике (А) и суммарное выделение H_2S за 60 минут роста в присутствии антибиотика (Б). Достоверное выделение сульфида водорода наблюдалось при экспозиции клеток со всеми исследуемыми концентрациями тетрациклина. При действии 60 мкг/мл количество H_2S было на 60 % выше, чем в контроле. В этих же условиях выделение сероводорода повышалось в среднем на 30% и 40% при обработке клеток *B. subtilis* тетрациклином 120 мкг/мл и 30 мкг/мл, соответственно. Таким образом, нами показано, что обработка бактерий *B. subtilis* тетрациклином индуцирует образование H_2S .

Работа выполнена в рамках госзадания АААА-А19-119112290009-1 и при поддержке гранта РФФИ №19-04-00888.

Библиографический список

1. Newton GL with co-authors. Bacillithiol is an antioxidant thiol produced in Bacilli. Nat Chem Biol. 2009.

2. Gaballa A, Newton GL, Antelmann H, Parsonage D, Upton H, Rawat M, Claiborne A, Fahey RC, Helmann JD. Biosynthesis and functions of bacillithiol, a major low-molecular-weight thiol in Bacilli. Proc Natl Acad Sci U S A. 2010.

3. Park S, Imlay J.A. High levels of intracellular cysteine promote oxidative DNA damage by driving the Fenton reaction, J. Bacteriol. 185 (6) (2003) 1942–1950.

4. Mustafa AK, Gadalla MM, Sen N, Kim S, Mu W, Gazi SK, Barrow RK, Yang G, Wang R, Snyder SH. H₂S signals through protein S-sulfhydration. Sci Signal. 2009.

5. AV Tyulenev, GV Smirnova, NG Muzyka, VY Ushakov, ON Oktyabrsky. The role of sulfides in stress-induced changes of Eh in *Escherichia coli* cultures. Bioelectrochemistry 2018;121:11-17.

6. Chukwudi CU. rRNA Binding Sites and the Molecular Mechanism of Action of the Tetracyclines. Antimicrob Agents Chemother. 2016.

Иммунотропные эффекты моноацилтрегалозы фракции *Rhodococcus* – биосурфактанта *in vivo*

Ю.Д. Южанинова

ПГНИУ

Научный руководитель: д.м.н., профессор С.В. Гейн, ИЭГМ УрО РАН

Аннотация. Установлено, что пероральное введение фракции биосурфактанта в дозе 100 мг/кг вызывало угнетение IL-2, IFN- γ и индукцию IL-4 в стимулированных культурах спленоцитов. Влияния на секрецию IL-17 не наблюдалось. При внутрибрюшинном и внутримышечном путях введения наблюдалось изменение уровня продукции только IL-2. Полученные данные важны для рассмотрения возможности применения трегалолипидов в качестве основы лекарственного средства с иммунотропной активностью.

Ключевые слова: моноацилтрегалоза, цитокины, *Rhodococcus*.

Биосурфактанты (биоПАВ) – это поверхностно активные вещества микробного происхождения, способные адсорбироваться на различных поверхностях и обладающие высокой эмульгирующей активностью [1]. Исследования биоПАВ показали, что они не только функционально сходны с синтетическими аналогами, но и имеют ряд преимуществ. Для

них характерны низкая токсичность, стабильная активность при ряде условий, биodeградебельность, иммуномодулирующая и антимикробная активность [2]. Последнее обусловлено особенностями строения сурфактантов, которые, будучи амфифильными, могут взаимодействовать с липидным бислоем и изменять его проницаемость [3].

По литературным данным [4], механизм действия моноацилтрегалозы основан на взаимодействии данной фракции с основными рецепторами клеточной мембраны Mincle и MCL, активирующими экспрессию транскрипционного фактора Nf-kb. Также осуществляется распознавание и презентация гликолипидных молекул Т-лимфоцитам посредством рецептора CD1b [5].

Среди гликолипидных биосурфактантных комплексов перспективными для медико-биологических исследований являются трегалолипиды актинобактерий рода *Rhodococcus*. Установлено, что трегалолипиды, выделенные из штамма *Rhodococcus ruber* ИЭГМ 231, не влияли на продолжительность жизни, изменение массы тела или поведение беспородных белых мышей [6]. Группой ученых [7] было выдвинуто предположение, что меньшая длина молекул миколовых кислот в составе биосурфактантов *Rhodococcus* определяет их низкую токсичность по сравнению с патогенными микобактериями.

Моноацилтрегалоза является доминирующей (50,5%) углеводной фракцией в составе биосурфактанта гликолипидной природы, синтезируемого актинобактериями вида *R. ruber* [8].

Цель работы – исследование влияния моноацилтрегалозной фракции *Rhodococcus ruber* – биосурфактанта на продукцию IL-2, IL-4, IL-17, IFN- γ в системе *in vivo*.

Материалы и методы. Эксперименты были проведены на белых беспородных мышцах массой 20-25 г. Контрольной группе вводился 0,9% NaCl. Опытной группе вводили моноацилтрегалозу в дозе 100 мг/кг пероральным, внутрибрюшинным и внутримышечным способами введения. Фракция моноацилтрегалозы получена из биосурфактантного комплекса *R. ruber* ИЭГМ 231 методом флэш-хроматографии.

Через 3 часа после введения препарата животных выводили из эксперимента и выделяли спленоциты. Доводили суспензию до рабочей концентрации (1×10^7 клеток/мл) и вносили в планшет. Для индукции синтеза цитокинов вносили Кон А в концентрации 20 мкг/мл (MP Biomedicals, Франция). Клетки культивировали в течение 24 часов в термостате при температуре 37°C. Оценку концентрации цитокинов

проводили методом твердофазного иммуноферментного анализа с помощью иммуноферментных тест-систем R&D Systems (США) и спектрофотометра «Infinite» M200 (Tecan, Австрия). Статистический анализ осуществляли с использованием непарного *t*-критерия Стьюдента.

Результаты. Установлено, что, независимо от способа введения, моноацилтрегалоза не оказывала иммуномодулирующего эффекта на продукцию цитокинов в нестимулированных культурах. Однако в Кон А – стимулированных культурах при пероральном способе введения препарат угнетал продукцию IL-2, IFN- γ , стимулировал выработку IL-4 и не влиял на уровень IL-17.

При внутрибрюшинном и внутримышечном введении моноацилтрегалоза угнетала продукцию IL-2 спленocytes и не влияла на секрецию IL-4, IFN- γ , IL-17.

Выводы. Наиболее выраженный иммуномодулирующий эффект был получен в отношении IL-2, продукция которого подавлялась при всех способах введения препарата. Выяснено, что присутствие моноацилтрегалозы в организме мыши не влияет на уровень секреции IL-17. При пероральном введении препарата наблюдалось угнетение секреции IFN- γ и стимуляция выработки IL-4, чего не отмечается при двух других способах введения. Это может указывать на то, что пероральный способ введения обеспечивает более эффективную реализацию иммуномодулирующей активности моноацилтрегалозы.

Полученные результаты свидетельствуют, что моноацилтрегалоза оказывала угнетающее влияние на адаптивный иммунитет при разных способах введения препарата в системе *in vivo* в присутствии индуктора. Выявленные иммунорегуляторные свойства углеводной фракции *Rhodococcus*-биосурфактанта могут быть использованы для разработки новых лекарственных средств для терапевтических целей.

Библиографический список

1. Льюнг Т. М. и др. Бактерии-нефтедеструкторы рода *Rhodococcus*-потенциальные продуценты биосурфактантов //Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2016. – №. 1 (16).
2. Куюкина М. С. и др. Механизмы иммуномодулирующей и мембранотропной активности трегалолипидных биосурфактантов (обзор) //Прикладная биохимия и микробиология. – 2020. – Т. 56. – №. 3. – С. 211-222.

3. Ortiz A. et al. Effects of a bacterial trehalose lipid on phosphatidylglycerol membranes // *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Biomembranes*. – 2011. – Т. 1808. – №. 8. – С. 2067-2072.
4. Furukawa A. et al. Structural analysis for glycolipid recognition by the C-type lectins Mincle and MCL // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. – 2013. – Т. 110. – №. 43. – С. 17438-17443.
5. Beckman E. M. et al. Recognition of a lipid antigen by CD1-restricted $\alpha\beta$ + T cells // *Nature*. – 1994. – Т. 372. – №. 6507. – С. 691-694.
6. Куюкина М.С. Ivshina I.B., Gein S.V., Baeva T.A., Chereshev V.A. // *Bull. Exp. Biol. Med.* – 2007. – Vol. 144, № 3. – P. 326–330.
7. Ueda S. et al. Structure–activity relationship of mycoloyl glycolipids derived from *Rhodococcus* sp. 4306 // *Microbial pathogenesis*. – 2001. – Т. 30. – №. 2. – С. 91-99.
8. Куюкина М. С. Биосурфактанты актинобактерий рода *Rhodococcus*: индуцированный биосинтез, свойства, применение. – 2006.

СЕКЦИЯ «ЗООЛОГИЯ»

К изучению спектра питания остромордой лягушки в лесонасаждениях г. Пермь

А.А. Акинфиева

ПГНИУ

Научный руководитель: д.б.н., доцент С.Л. Есюнин, ПГНИУ

Аннотация. Исследован состав пищи остромордой лягушки в лесопарковой зоне г.Пермь. В июне более половины пищевого комка составляли коллемболы (22%), двукрылые (19%) и жесткокрылые (15%); в июле – полужесткокрылые (19%), двукрылые (18%), моллюсков, коллембол и жесткокрылых (по 11-14%); в сентябре -двукрылые (29%) и коллемболы (28%).

Ключевые слова: спектр питания, лягушки, лесопарковая зона.

Амфибии, такие как остромордая лягушка, имеют широкий спектр потребляемых живых существ. Анализ литературных данных показал, что наблюдаются региональные особенности спектра питания лягушек. Так в Самарской области лягушки в основном питались представителями 3 отрядов: полужесткокрылые, жесткокрылые и перепончатокрылые [4]. Тогда как в Мордовии основу пищевого комка лягушек составляют представители отряда жесткокрылых, личинки чешуекрылых, и некоторые виды моллюсков [6-9]. В других случаях отмечается важная роль двукрылых, полужесткокрылых, муравьев [1, 3]. Паукообразные в спектрах питания лягушек редко являются обильными [1, 3], чаще, их доля не значительна [2, 5]. Целью исследования явилось изучение спектра питания лягушек лесных насаждений г. Пермь.

Сбор материала производился на территории Черняевского леса в елово-сосновом лесу с июня по сентябрь 2020 г. Амфибий собирали в почвенные ловушки, в качестве которых выступали пластиковые стаканчики объемом 250 мл с фиксатором – соленая вода. Ловушки устанавливались вдоль береговой линии водоемов.

В июне почти четверть пищевого комка составляли коллемболы (22%; табл. 1), также обильны двукрылые (19%) и жесткокрылые (15%). В сумме эти три группы составляют 56% пищевого комка.

В июле (табл. 2) основу пищевого комка составляли полужесткокрылые – 19% и двукрылые – 18%. Обилие остатков моллюсков, коллембол и жесткокрылых было близким и составляло 11-14%.

Таблица 1

Среднее обилие (экз./желудок) и доля (%) таксонов в питании лягушки в июне в елово-сосновом лесу Черняевского леса

Таксон	Среднее обилие	Доля
Gastropoda	1,63	9,4
Aranei	1,25	7,2
Mesostigmata	0,13	0,7
Collembola	3,75	21,6
Coleoptera	2,63	15,1
Diptera	3,38	19,4
Heteroptera	0,25	1,4
Hemiptera	1,38	7,9
Hymenoptera	1,75	10,1
Neuroptera	0,13	0,7
Plecoptera	0,38	2,2
Psocoptera	0,13	0,7
Nematoda	0,38	2,2
Naploxyda	0,25	1,4
Всего	17,42	100,0

Таблица 2

Среднее обилие (экз./желудок) и доля (%) таксонов в питании лягушки в июле в елово-сосновом лесу Черняевского леса

Таксон	Среднее обилие	Доля
Gastropoda	1,43	12,7
Aranei	0,14	1,3
Sarcoptiformes	0,29	2,5
Collembola	1,29	11,4
Coleoptera	1,57	13,9
Diptera	2,00	17,7
Heteroptera	0,29	2,5
Hemiptera	2,14	19,0
Hymenoptera	1,29	11,4
Lepidoptera	0,14	1,3
Plecoptera	0,57	5,1
Гусеницы	0,14	1,2
Всего	11,29	100,0

В сентябре (табл. 3) более половины беспозвоночных из желудков лягушек составляли двукрылые (29%) и коллемболы (28%). Кроме того, обильными были перепончатокрылые – 13%.

В течении лета среднее количество жертв в желудке уменьшилось с 17 экз./желудок в июне до 10 экз./желудок в августе. Менее существенно менялся спектр жертв. В пищевом комке во все месяцы были обильными двукрылые, жесткокрылые и коллемболы.

Таблица 3

Среднее обилие (экз/желудок) и доля % таксонов в питании лягушки в сентябре в елово-сосновом лесу Черняевского леса

Таксон	Среднее обилие	Доля
Gastropoda	0,33	3,5
Aranei	1,17	12,2
Diplopoda	0,08	0,9
Geophilomorpha	0,08	0,9
Collembola	2,67	27,8
Coleoptera	0,50	5,2
Diptera	2,75	28,7
Heteroptera	0,17	1,7
Hemiptera	0,17	1,7
Hymenoptera	1,25	13,0
Psocoptera	0,08	0,9
Гусеницы	0,08	0,9
Nematoda	0,25	2,6
Всего	9,58	100,0

Библиографический список

1. Аслямова А.И., Ибрагимов Д.В. Видовая дифференциация питания земноводных (Amphibia, Vertebrata) Дюртюлинского района (республики Башкортостан) // Наука и инновации XXI века: Материалы IV Всероссийской конференции молодых ученых. Сургут, 2017. С. 130-133.

2. Белоусова И.Н. Питание лягушек *Rana ridibunda* // Теория и практика современных гуманитарных и естественных наук: Материалы ежегодной межрегиональной научно-практической конференции. Камчатский край, 2012. С. 174-176.

3. Зарипова Ф.Ф., Файзулин А.И., Кузовенко А.Е. Особенности питания озерной лягушки в условиях техногенного загрязнения тяжелыми

металлами (республика Башкортостан) // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2013. Т. 18, № 4. С. 1279-1282.

4. Кузовенко А.Е., Файзулин А.И. О питании зеленых лягушек (*Pelophylax esculentus* complex) в популяционной системе REL-типа в Самарской области // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2013. Т. 18, № 6. С. 3022-3025.

5. Кулакова Е.Ю., Лада Г.А., Резванцева М.В. Таксономический состав пищевых компонентов в рационе зеленых лягушек (*Rana esculenta* complex) Хоперского государственного заповедника (Новохоперский район Воронежской области) // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2009. Т. 14, № 3. С. 549-554.

6. Лукьянов С.В., Ручин А.Б., Рыжов М.К. Спектр и динамика питания *Rana arvalis* Nilsson в условиях Мордовии // Бюллетень Самарская Лука. 2006. № 17. С. 101-107.

7. Ручин А.Б. Материалы по изучению спектров питания травяной лягушки (*Rana temporaria*) в пойменных лугах // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2013. № 1. С. 23-27.

8. Ручин А.Б. Спектр питания травяной лягушки (*Rana temporaria*) в Мордовии // Мир науки, культуры, образования. 2014. № 1(44). С. 387-391.

9. Ручин А.Б. Экология земноводных и пресмыкающихся Мордовии. Сообщение 2. Травяная лягушка, *Rana temporaria* Linnaeus, 1758 // Труды Мордовского государственного природного заповедника им. П.Г. Смидовича. 2015. № 14. С. 344-358.

Фауна бесхвостых амфибий города Краснокамска

А.А. Бакатова

ПГНИУ

Научный руководитель: к.б.н. Н.А. Четанов, ПГНИУ

Аннотация. Изучена биотопическая приуроченность и суточная активность бесхвостых амфибий на территории г. Краснокамск. Приведены данные о связи абиотических факторов с разнообразием амфибий в исследуемых биотопах. В результате исследования была выявлена зависимость частоты встреч от влажности и температуры.

Ключевые слова: обыкновенная жаба, травяная лягушка, морфологические особенности, погодные условия.

Несмотря на широкое распространение амфибий, на сегодняшний день они являются одной из наименее изученных групп позвоночных животных. Поэтому любые сведения о распространении, численности и особенностях биологии и морфологии этих животных представляют большой интерес. При определении видовой принадлежности собранных животных, изучении морфологических особенностей большое значение имеют морфометрические характеристики амфибий.

Целью моего исследования является изучение фауны бесхвостых амфибий города Краснокамска.

Задачи:

1. исследовать особенности условий обитания бесхвостых амфибий;
2. определить суточную активность;
3. рассмотреть влияние погодных факторов.

Для изучения биоразнообразия земноводных проводится маршрутный метод отлова [1]. Учет проводился в разное время суток и погодные условия. Длина маршрута может составлять от нескольких десятков метров (по берегам небольших водоемов) до нескольких километров. В данной работе длина маршрута составила не более 1,5 км. Каждый маршрут проходил в пределах одной территории. В результате маршрутного учета были отловлены 21 особь амфибий, из них 15 – травяная лягушка *Rana temporaria* Linnaeus, 1758 и 6 – обыкновенная жаба *Bufo bufo* (Linnaeus, 1758). Всего маршрут был пройден 13 раз.

Данные по температуре и относительной влажности воздуха брались из прогноза для данной территории

Температуры до +18°C мы отнесли к прохладным, от +19°C до +25°C к теплым, больше +25°C к жарким.

Карта находок. Территория на которой была найдена обыкновенная жаба небольшая, возможно, это связано с относительно низкой миграционной способностью этого вида [2]. Также обыкновенная жаба и травяная лягушка почти не пересекаются на одной территории, поскольку обыкновенная жаба придерживается преимущественно закрытых биотопов, обширные пространства не заселяет [3].

Суточная активность. Треть встреч травяных лягушек приходится на время от 16.00 до 17.00. После 20.00 наблюдается спад. На мой взгляд это происходит потому что в сумеречное время прохладно, и травяные лягушки становятся неактивными [4].

Обыкновенные жабы преимущественно сумеречные животные, днем скрываются в лесных подстилках [5], поэтому пик активности приходится на интервалы с 19.00 до 00.00 часов.

Связь с погодой. Влажность и температура. В прохладную и теплую погоду примерно равномерное распределение особей травяной лягушки – 47% и 53% встреч. В жаркое время виды не встретились. Среднее значение влажности составило 62%. Средняя дневная температура +19°C.

Обыкновенная жаба встречалась преимущественно в прохладные дни – 83% встреч. В среднем влажность оказалась достаточно небольшая – 58%, что не является определяющим фактором. Среднее значение температуры составило +17°C.

Однако достоверных различий в значениях температуры и влажности, выбираемых видами, нами выявлено не было.

Библиографический список

1. Романов В.В., Мальцев И.В. Методы исследований экологии наземных позвоночных животных: количественные учеты: учебное пособие. – Владимир: Изд-во Владим. ун-та., 2005. – 79 с.

2. Вершинин В.Л. Амфибии и рептилии Урала. – Екатеринбург, 2007. – 227с

3. Гаранин В.И. Земноводные и пресмыкающиеся Волжско-Камского края. – Москва, 1983. – 175 с.

4. Чугунов Ю.Д. О полифазном ритме суточной активности у травяных лягушек. // Зоологический Журнал. – 1966. – Вып. 45. – С. 1692–1697.

5. Банников А.Г., Даревский И.С., Рустамов А.К. Земноводные и пресмыкающиеся СССР. – Москва, 1971. – 304 с.

Зубные аномалии прудовой ночницы *Myotis dasycneme* (Voie, 1825)

А.С. Бакланова, Т.В. Фадеева
ПГНИУ

Аннотация. В данной статье описываются экземпляры черепов прудовой ночницы *Myotis dasycneme* с редуцированными малыми вторыми премолярами, обнаруженные в одной из пещер Пермского края.

Ключевые слова: *Myotis dasycneme*, премоляры, олигодонтия.

Отклонения в количестве зубов верхних и нижних челюстей задокументированы для многих видов млекопитающих [1]. Случаи полидонтии и олигодонтии также обнаружены и у рукокрылых, в частности у особей разных видов рода *Myotis* [2,3]. Редукция верхних малых премоляров в целом характерна для ночниц и встречается чаще, чем редукция функционально значимых зубов [2].

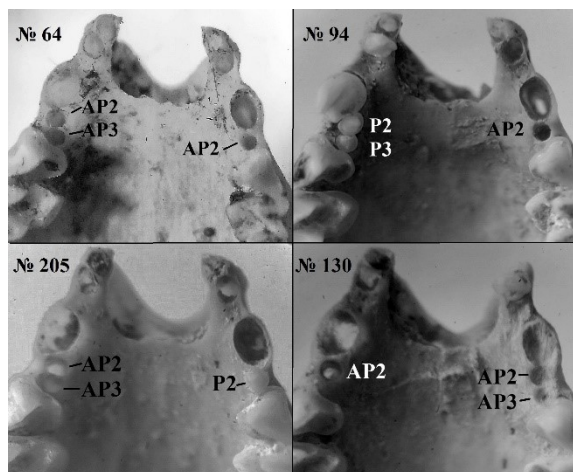
Исследования случаев зубных аномалий летучих мышей имеют большое значение, потому что большая часть таксономии и систематики этой группы млекопитающих основана именно на количестве и морфологии зубов [4].

Исследован 21 череп прудовой ночницы *Myotis dasycneme*, обнаруженных в пещере Безумцев (Лысьвенский район, Пермский край) 17–18 января 2021 года. Возраст черепов определялся по методике Pacheco и Patterson [5]. Промеры и фотографии малых премоляров (P2, P3) и альвеолярных лунок выполнены с помощью бинокулярного микроскопа МБС-10.

Выборка из 21 черепа прудовой ночницы состояла из взрослых особей 3 и 4 стадий по Pacheco и Patterson [5]. Преобладала 3 возрастная категория (19 черепов) с полным окостенением черепных швов, сращением клиновидной и затылочной костей и не очевидной стёртостью зубов. К 4 стадии отнесены 2 черепа с более заметной степенью стёртости зубов, особенно клыков и моляров. Черепа с зубной аномалией отнесены к 3 стадии (рисунок).

Череп № 64: с левой стороны только одна альвеолярная лунка второго малого премоляра ($LAP2 = 0,4$ мм) (рис.1). По размеру превосходит размеры правых альвеолярных лунок P2 ($LAP2 = 0,36$ мм) и P3 ($LAP3 = 0,33$ мм).

Череп № 94: с левой стороны представлена альвеолярная лунка P2 ($LAP2 = 0,4$ мм), малый премоляр P3 и его альвеолярная лунка отсутствуют. Размеры премоляров с правой стороны: $LP2/VP2=0,51/0,51$; $LP3/VP3= 0,39/0,44$. Значения ширины этих премоляров оказались наименьшими из всей выборки в таблице.



Верхние челюсти прудовой ночницы с олигодонтией.
 Сокращенные названия: P2 – первый малый премоляр, P3 – второй малый премоляр, AP2 – альвеолярная лунка первого малого премоляра, AP3 – альвеолярная лунка второго малого премоляра

Промеры зубов и альвеолярных лунок 21 черепа прудовой ночницы, мм

	LP2	BP2	LP3	BP3	LAP2	LAP3
Правая сторона верхней челюсти						
min–max	0,5–0,51	0,51–0,55	0,34–0,44	0,44–0,48	0,31–0,41	0,28–0,34
M±SE	0,507±0,007	0,54±0,02	0,42±0,017	0,46±0,008	0,36±0,05	0,31±0,005
Левая сторона верхней челюсти						
min–max	0,41–0,55	0,51–0,57	0,34–0,41	0,44–0,5	0,3–0,41	0,2–0,33
M±SE	0,5±0,03	0,54±0,01	0,38±0,01	0,46±0,01	0,38±0,01	0,28±0,01

Примечание. Сокращенные названия признаков: LP2 – длина первого малого премоляра, BP2 – ширина первого малого премоляра, LP3 – длина второго малого премоляра, BP3 – ширина второго малого премоляра, LAP2 – длина альвеолы первого малого премоляра, LAP3 – длина альвеолы второго малого премоляра, M – среднее, SE – стандартная ошибка.

Череп № 130: с правой стороны представлена альвеолярная лунка P2 (LAP2 = 0,37 мм), малый премоляр P3 и его альвеолярная лунка отсутствуют. Размеры альвеолярных лунок с левой стороны: LAP2 = 0,36 мм; LAP3 = 0,3 мм.

Череп № 205: с левой стороны представлен P2 (LP2/BP2=0,53/0,56), малый премоляр P3 и его альвеолярная лунка отсутствуют. Размеры альвеолярных лунок с правой стороны: LAP2 = 0,37 мм; LAP3 = 0,31 мм.

Для рукокрылых Пермского края впервые зарегистрирована олигодонтия верхней челюсти. Второй малый премоляр в верхней челюсти был полностью редуцирован с левой стороны в трех черепаха. И в одном черепе полная редукция малого второго премоляра была правосторонней.

Библиографический список

1. Colyer's Variations and diseases of the teeth of animals. Rev.ed. by A.E.W Miles, Caroline Grigson. Cambridge University Press. 1990. 672 p.

2. Гхазали М.А., Дзевежин И.И. Зубные аномалии у ночниц (*Myotis*). *Plecotus et al.* 2010. 13. С. 12–13.

3. Mulaomerović J. Greater mouse-eared bat (*Myotis myotis*) – first recorded case of oligodontia in Western Balkan. *Hypsugo*, II, 1. 2017. Pp. 46–48.

4. Hill J. E., Topal G. The affinities of *Pipistrellus ridleyi* Thomas, 1898 and *Glischropus rosseti* Oey, 1951 (*Chiroptera: Vespertilionidae*). *Bull. British Museum of Natur. Hist. (Zoology)*.1973. Vol. 24. Pp. 447–454.

5. Pacheco V.R., Patterson B.D. Systematics and biogeographic analysis of four species of *Sturnira* (*Chiroptera: Phyllostomidae*), with emphasis on Peruvian forms. *Biogeografía, ecología y conservación del bosque montano en el Perú*. 1992. No.21. Pp. 57–81.

Состояние зообентоса Кармановского водохранилища осенью 2020 г.

В.В. Бузанова¹, А.М. Истомина^{1,2}

¹ПГНИУ

²Пермский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ПермНИРО»)

Аннотация. Изучение видового состава, количественного развития и распределения макрозообентоса Кармановского водохранилища необходимы для создания прогнозов развития жизни в водохранилищах. Данная деятельность направлена на рациональное использование

ресурсов водоемов и сохранение их продуктивности, поэтому необходимы ежегодные исследования по оценке качества и количества зообентоса, а также отслеживание динамики.

Ключевые слова: зообентос, водохранилище, динамика.

Кармановское водохранилище расположено на северо-западе Республики Башкортостан, в Янаульском районе, в г. Нефтекамск, на реке Буй и является водоемом-охладителем Кармановской ГРЭС. Длина водохранилища достигает 15 км, ширина варьирует от 2 до 4 км. Площадь водоема составляет 3.5 тыс. га. ³[Шакирова и др., 2014].

Изучение видового состава, количественного развития и распределения макрозообентоса Кармановского водохранилища проводится Пермским филиалом ФГБНУ «ВНИРО» (ранее Пермское отделение ФГНУ «ГосНИОРХ») с 2007 г. Материалом для настоящей работы послужили пробы макрозообентоса, собранные на Кармановском водохранилище осенью в 2020 г. Сбор и обработка материала осуществлялась по общепринятым гидробиологическим методикам [Методика изучения..., 1975].

По сведениям, предоставленным «ПермНИРО», к настоящему времени в составе донных сообществ Кармановского водохранилища зарегистрировано 119 таксонов, относящихся к 6 классам: малощетинковые черви, пиявки, брюхоногие и двустворчатые моллюски, ракообразные и насекомые.

Сообщества гидробионтов в мелководной зоне Кармановского водохранилища (до глубины 1.5 м) значительно разнообразнее, чем в глубоководной. Так, в прибрежье отмечено 112 таксонов донных животных. Из личинок хирономид, помимо массовых для всего водоема видов, встречаемость более 50% имеют *Microtendipes* gr. *pedellus*. Повсеместно встречаются моллюск *Dreissena polymorpha*, ручейник *Ecnomus tenellus* (Rambur), ракообразные *Dikerogammarus haemobaphes*, олигохеты *Uncinaxis uncinata* (Oersted). Ручейники и ракообразные в основном приурочены к скоплениям дрейссены.

В глубоководной зоне водохранилища, где донные отложения представлены илами, формируются пелофильные донные сообщества с обедненным качественным составом (в период 2007-2018 гг. зарегистрировано 44 вида). Массовое развитие здесь получают виды р. *Chironomus* и представители сем. Tubificidae.

По морфометрическим параметрам в Кармановском водохранилище условно можно выделить верхний и нижний участки. Верхний участок

преимущественно мелководный, сильно заросший водной растительностью (до 80% площади акватории), на него практически не влияют подогретые воды Кармановской ГРЭС. Нижний участок имеет большие глубины (средняя глубина составляет от 5 до 7 м), меньшую площадь зарастания макрофитами и испытывает воздействие подогретых вод (на его акватории расположен отводящий канал Кармановской ГРЭС).

Таблица 1

Количественное развитие основных групп макрозообентоса
Кармановского водохранилища осенью 2020 г.

Группы	Верхний участок		Нижний участок		В среднем по водоему
	Глубины 1–2 м	Глубина 7 м	Глубины 1–2 м	Глубины 7–12 м	
Олигохеты	14165 18,38	10920 7,36	8285 10,27	2700 1,59	9018 9,40
Двустворчатые моллюски (крупные)	630 523,00		65 30,34		174 138,34
Двустворчатые моллюски (мелкие)	985 76,12		460 0,69		361 19,20
Ракообразные	330 4,09		480 1,56		203 1,41
Насекомые:	11580 6,65	1140 2,44	13755 3,59	1390 1,24	6967 3,48
Поденки	20 0,05				5 0,01
Ручейники	1330 0,52		65 0,09		349 0,15
Хирономиды	10230 6,08	1140 2,44	13690 3,50	1390 1,24	6613 3,32
Всего зообентоса:	27690 628,24	12060 9,80	23045 46,45	4090 2,83	16723 171,83
Всего кормового зообентоса:	27053 105,23	12060 9,80	22980 16,11	4090 2,83	16549 33,49

Примечание. Над чертой численность (экз./м²), под чертой биомасса (г/м²), "прочерк" – отсутствие группы.

Средняя общая биомасса макрозообентоса Кармановского водохранилища осенью 2020 г. составляла 171.83 г/м² при плотности поселений 16.7 тыс. экз./м². Видом доминантом является *Dreissena polymorpha* (92% общей биомассы макрозообентоса). Уровень развития кормового бентоса также высок – 33.49 г/м², основной компонент его – младшевозрастные особи дрейссены, обеспечивающие 57% биомассы. На долю олигохет приходится 28% кормовой биомассы (таблица 1).

На глубинах более 5.0 м, где донные отложения представлены серыми илами, биомасса кормового макрозообентоса значительно снижается и составляет от 2.83 до 9.8 г/м² (таблица 1). Весь зообентос здесь представлен олигохетами и личинками хирономид. Значительные отличия в величинах биомассы в мелководной и глубоководной зонах связаны с отсутствием поселений *Dreissena polymorpha* на глубинах более 3.0 м.

Таблица 2

Многолетняя динамика осенней биомассы (г/м²) основных групп макрозообентоса Кармановского водохранилища

Группа	2007 г.	2009– 2013 гг.	2015– 2016 гг.	2018 г.	2020 г.
Олигохеты	5,61	3,84	6,66	3,12	9,40
Пиявки	0,1	0,09	0,01	0,02	0
Моллюски (все)	146,58	501,86	334,49	1047,25	157,54
(кормовые)	18,18	131,84	95,97	164,75	19,2
Ракообразные	0,97	3,62	0,94	6,59	1,41
Хирономиды	3,46	4,04	4,45	2,53	3,32
Прочие	0,24	0,76	0,86	1,34	0,16
Всего зообентоса	156,96	514,21	347,41	1060,85	171,83
Всего кормового зообентоса	28,46	144,10	108,88	177,85	33,49

Примечание: данные за 2007-2018 гг. предоставлены Пермским филиалом ФГБНУ «ВНИРО».

Сравнивая данные, полученные в 2020 г., с результатами исследований 2007-2018 гг., следует отметить, что в 2009-2018 гг. в Кармановском водохранилище отмечалось значительное увеличение как общей, так и кормовой биомассы макрозообентоса за счет массового развития дрейссены. В 2020 г. величина кормовой биомассы значительно снизилась

(в 5.3 раза по сравнению с 2018 г.), главным образом за счет уменьшения количества дрейссены в нижнем участке. В «мягком» бентосе вместо преобладавших в 2018 г. ракообразных доминирующее развитие получили олигохеты, на долю которых приходилось 66% биомассы (таблица 2).

Библиографический список

1. Дрейссена *Dreissena polymorpha* (Pall.) (Bivalvia, Dreissenidae): Систематика, экология, практическое значение. М.: Наука, 1994. 239 с.
2. Китаев С.П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск, 2007. 394 с.
3. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М., 1975. 240 с.
4. Шакирова Ф.М., Валиева Г.Д., Гвоздарева М.А., Истомина А.М., Крайнев Е.Ю., Харитоновна О.В., Кузнецова Ю.В. Динамика качественных и количественных изменений гидробионтов и состояние экосистемы водохранилища под воздействием антропогенного фактора (на примере Кармановского водохранилища) // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т. 16, № 1. С. 198 – 213.
5. Щербина Г.Х. Структура биоценоза *Dreissena polymorpha* (Pallas) и роль моллюска в питании плотвы *Rutilus rutilus* (Linnaeus) озера Плещеево // Биология внутр. вод. 2008. № 4. С. 89–97.

Паразитологическая характеристика представителей семейства утиных (Anatidae) на территории Пермского края

Ж.Ю. Ведерникова

ПГНИУ

Научный руководитель: д.б.н., доцент *Т.Н. Сивкова*, ПГНИУ

Аннотация. Изучены экто- и эндопаразиты диких водоплавающих птиц, отстреленных на территории Пермского края. Объектами паразитологического исследования являются хохлатая чернеть – *Aythya fuligula* (Linnaeus, 1758) – 4 шт. и широконоска – *Anas chrypeata* (Linnaeus, 1758) – 1 шт., самец. Из 5 обследованных птиц поражение инвазиями было выявлено у 4 особей *A. fuligula*, при этом обнаружено 8 видов гельминтов, относящихся к Трематодам (Trematoda) – 2 вида, Цестодам

(Cestoda) – 4 вида, Скребням (Acanthocephala) – 2 вида. Широкое распространение цестод можно объяснить доминированием циклопид – промежуточных хозяев данных гельминтов.

Ключевые слова: гельминты, хохлатая чернеть, широконоска.

Для территории Пермского края отмечено 28 видов утиных, что обусловлено большим числом водных объектов рек, озер, прудов, болот и водохранилищ [5]. Из-за большого разнообразия семейства утиных, которые являются окончательным хозяином для многочисленных видов гельминтов, особую важность приобретают паразитологические исследования, направленные на выявление фауны паразитов диких уток.

Были исследованы 5 особей принадлежащих к 2 видам уток: *A. fuligula* – 4 особи и *A. clypeata* – 1 особь [1, 3]. Паразитологическое исследование по изучению видового состава гельминтов диких уток проводили методом неполного гельминтологического вскрытия [4]. Временные препараты гельминтов просматривались под микроскопом Meiji (Япония) и камеры Vision (Канада). Видовое определение гельминтов проводилось по описаниям, содержащимся в литературе [6, 7]. Для характеристики инвазии подсчитывались ее экстенсивность (ЭИ) и интенсивность (ИИ), а также индекс обилия (ИО).

При исследовании *A. Fuligula* были обнаружены *Tracheophilus sisowi* (Skrjabin, 1913), *Echinostoma revolutum* (Frolich, 1802), *Hymenolepis sp.*(Weinland, 1858), *Microsoma cantus* (Lopez-Neyra, 1942), *Drepanidotaenia lanceolata* (Bloch, 1782), *Fimbriaria fasciolaris* (Pallas, 1781), *Polymorphus* (Polymorphidae Meyer, 1931), *Filicollis anatis* (Schrank, 1788) [2]. Количество паразитов варьировало в больших пределах, от 160 до 1120 экземпляров. Вскрытие *A. clypeata* показало отрицательный результат (таблица 1).

При исследовании *A. fuligula* были обнаружены 2 вида трематод или 25%, 4 вида цестод, или 50% и 2 вида скребней, или 25%. *T. sisowi* (ЭИ = 60%, ИИ = 6,66, ИО = 4), *E. revolutum* (ЭИ = 60%, ИИ = 7,3, ИО = 4,4), *Hymenolepis sp.*(ЭИ = 80%, ИИ = 315,25, ИО = 252,2), *Microsoma cantus*(ЭИ = 80%, ИИ = 72, ИО = 57,6), *D. lanceolata* (ЭИ = 80%, ИИ = 161,75, ИО = 129,4), *F. fasciolaris*(ЭИ = 60%, ИИ = 34, ИО = 20,4), *Polymorphus* (ЭИ = 80%, ИИ = 36, ИО = 28,8), *F. anatis*(ЭИ = 60%, ИИ = 2,3, ИО = 1,4) (таблица 2).

Помимо этого, на поверхности тела всех обследованных особей обнаружены различные виды пухопероедов.

Таблица 1

Выявленные паразиты уток

№ п/п	Вид	<i>Aythya fuligula</i>				<i>Anas clypeata</i>	Всего
		1	2	3	4	5	
1	<i>Tracheophilus sisowi</i>	1	1	0	18	–	20
2	<i>Echinostoma revolutum</i>	0	2	6	14	–	22
3	<i>Hymenolepis sp.</i>	359	60	136	706	–	1261
4	<i>Microsoma cantus</i>	8	17	21	242	–	288
5	<i>Drepanidotaenia lanceolata</i>	509	40	13	85	–	647
6	<i>Fimbriaria fasciolaris</i>	6	0	47	49	–	102
7	<i>Polymorphus</i>	3	22	116	3	–	144
8	<i>Filicollis anatis</i>	3	1	0	3	–	7
Всего		889	160	339	1120	–	2508

Таблица 2

Интенсивность инвазии и индекс обилия паразитов уток

	Пухопереды	<i>Tracheophilus sisowi</i>	<i>Echinostoma revolutum</i>	<i>Hymenolepis sp.</i>	<i>Microsoma cantus</i>	<i>Drepanidotaenia lanceolata</i>	<i>Fimbriaria fasciolaris</i>	<i>Polymorphus</i>	<i>Filicollis anatis</i>
ИИ	0,6	6,66	7,3	315,25	72	161,75	34	36	2,3
ИО	1	4	4,4	252,2	57,6	129,4	20,4	28,8	1,4
ЭИ	60	60	60	80	80	80	60	80	60

В кишечнике 5 птиц семейства Утиные (Anatidae) было обнаружено 8 видов гельминтов, относящихся к Трематодам (Trematoda) – 2 вида, Цестодам (Cestoda) – 4 вида, Скребням (Acanthocephala) – 2 вида.

Широкое распространение цестод можно объяснить доминированием среди ракообразных циклопид – промежуточных хозяев цестод водоплавающих птиц, как по плотности, так и по зараженности их личинками гельминтов.

Все обнаруженные паразиты относятся к специфическим для уток видам и для человека и домашних животных опасности не представляют.

Роль Mallophaga диких птиц изучена еще недостаточно. Для большинства пухоедов характерна строгая приуроченность к хозяину. Не исключается их участие в передаче возбудителей некоторых инфекционных заболеваний вирусной и бактериальной природы, а также в непосредственном переносе гельминтов.

Библиографический список

1. Иванов А.И., Штегман Б.К. Краткий определитель птиц СССР. М.: Наука, 1978.
2. Рыжиков К.М. Определитель гельминтов домашних водоплавающих птиц. М.: Наука, 1967.
3. Рябицев В.К., Белялов О.В., Абдулназаров А.Г. Птицы Средней Азии: справочник-определитель. Москва; Екатеринбург: Кабинетный ученый, 2019. Ч. 1.
4. Скрябин К.И. Метод полных гельминтологических вскрытий позвоночных, включая человека. М.: Изд-во МГУ, 1928.
5. Мандрица С.А., Зиновьев Е.А., Шепель А.И., Бакланов М.А. Биоразнообразие позвоночных Пермского края. Определитель позвоночных: учеб. пособие для летней практики. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2008.
6. Акбаев М. Ш. Практикум по диагностике инвазионных болезней животных. Москва: Колос, 1994.
7. Рыжиков К.М. Определитель гельминтов домашних водоплавающих птиц. М.: Наука, 1967.

Активность нильских крыланов при содержании в условиях Пермского зоопарка

Ф.Н. Газизова

ПГНИУ

Научный руководитель: к.б.н., доцент Н.В. Костицына

Аннотация. В условиях Пермского зоопарка содержание нильских крыланов удовлетворяет основные потребности животных, поскольку крыланы при имитации ночных условий проявляют высокую активность, а в летних вольерах в условиях уральского лета спариваются, обеспечивая естественный прирост поголовья.

Ключевые слова: нильский крылан, активность, зоопарк.

Нильские крыланы – растительноядные представители семейства Рукокрылые, населяющие территорию от стран восточного Средиземноморья до Пакистана, на большей части Африканского континента вдоль дельты р. Нил и с севера на юг от пустыни [1]. Первые крыланы в коллекцию зоопарка в Перми поступили в 2011 г.: в марте группа из 8 самцов и в июле группа из 7 самок [2]. Зимой крыланы содержатся в тёплом павильоне, в вольере с перевернутым световым режимом. Днём имитируют ночные условия, после закрытия зоопарка в павильоне включается дневной свет. Летом животных переводят в летний вольер в «пушном ряде» зверей. Для обогрева в холодное время суток стоят лампы.

Наблюдение за нильскими крыланами проводили в режиме реального времени. Рядом с вольером, в условиях лучшей видимости, была установлена камера, ведущая непрерывную видеофиксацию. Далее производили просмотр видеозаписи и фиксацию перелетов, конфликтов и т.д. Всего проанализировали 40 часов наблюдений. Данный метод позволяет эффективно охарактеризовать поведение крыланов и их активность, поскольку позволяет охватить множество животных сразу и все их взаимодействия на протяжении длительного времени.

В среднем при имитации ночных условий большая часть полетов и конфликтов происходит с 15 до 17 часов. Также высокая активность наблюдается с 12:30 до 13:30 часов дня (рис. 1.).

В летнее время пики активности наблюдаются с 16 часов (рис. 2), так как в это время производится кормление, однако активность животных значительно ниже, чем в условиях имитации ночи. Активность животных в одно и то же время суток при наличии кормления соответствует освещению реальному летом или созданному зимой, то есть созданные условия искусственной ночи зимой адекватно формируют поведение крыланов.

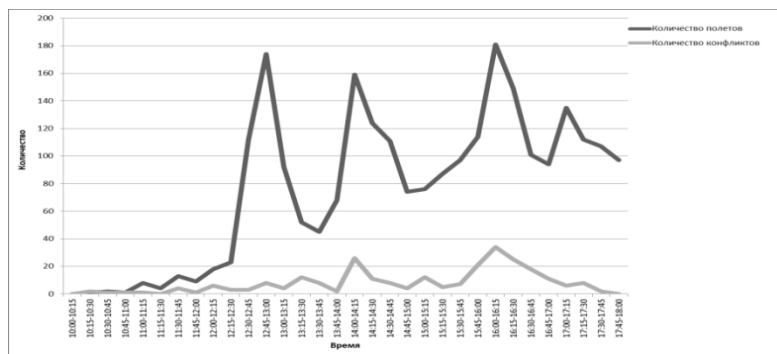


Рисунок 1 – Активность нильских крыланов в зимнее время

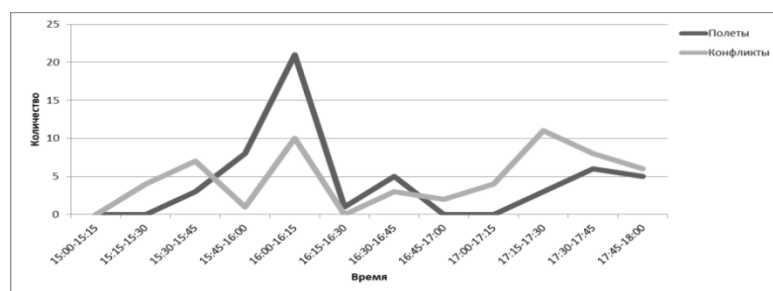


Рисунок 2 – Активность нильских крыланов в летнее время

Далее мы решили выяснить, насколько комфортно для летучих собак пребывание в летних вольерах, так как условия уральского лета значительно отличаются от условий обитания животных на их родине. Животных в летние вольеры переводят для проведения работ по ремонту зимних клеток, причём максимальный стресс крыланы испытывают при переводе из клетки в клетку. Нам предоставили данные по численности

и половому составу (рис. 3) стаи нильских крыланов в зоопарке в течение нескольких последних лет. Прирост численности естественный, то есть за счёт рождённых детёнышей. Первое потомство появилось через год после поступления в Пермский зоопарк [3]. Половой состав группы соответствует таковому в других зоопарках [4]. Время рождения детёнышей известно, однако продолжительность беременности крыланов значительно варьирует, зародыши могут замирать, возможно, оплодотворение яйцеклеток во время беременности самок и кормления детёнышей, поскольку строение половой системы у нильских крыланов довольно примитивно [5]. Тем не менее, расчеты показали, что большинство спариваний и формирование зародышей происходит в летних вольерах.

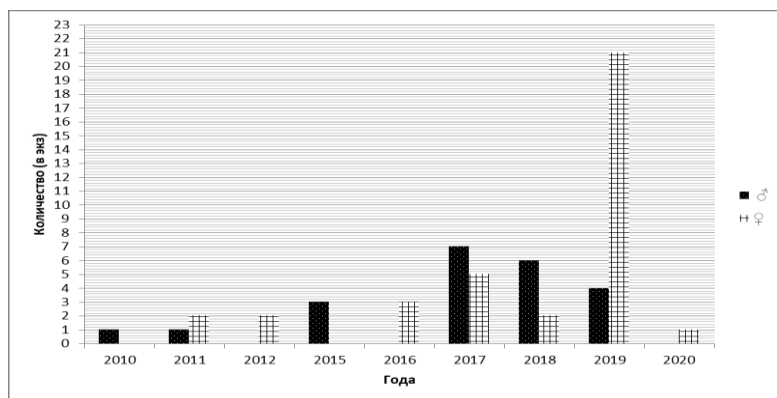


Рисунок 3 – Половой состав нильских крыланов в Пермском зоопарке

Таким образом, принятое в Пермском зоопарке содержание нильских крыланов позволяет удовлетворить как естественные потребности животных, так и осуществить просветительскую деятельность зоопарка: в зимних вольерах крыланы в условиях имитации ночи демонстрируют высокую активность, в летних условиях животные размножаются, пополняя стаю крыланов естественным образом.

Библиографический список

1. Московский зоопарк. 2019. Нильский крылан, или египетская летучая собака *Rousettus aegyptiacus* / [Электронный ресурс] – URL:

<https://www.moscowzoo.ru/animals/rukokrylye/nilskiy-krylan/> (дата обращения: 10.05.2021).

2. Комкова И.Ю., Мельникова Е.В. Опыт содержания нильских крыланов (*Rousettus aegyptiacus*) в уличной вольере в летний период. Пять лет зоопарку Удмуртии: реальность и перспективы. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Ижевск, 2013. С. 48-51.

3. Зотов И. 2012. В Пермском зоопарке впервые родились крыланы. [Электронный ресурс]. – <https://rg.ru/2012/03/29/reg-pfo/perm-krylanu-anons.html> (дата обращения: 10.05.2021).

4. Кожурина Е.И., Ильченко О.Г. К вопросу о репродуктивной биологии нильских крыланов // *Plecotus et al.* 2016. № 19. С. 3-13.

5. Кожурина Е.И., Ильченко О.Г. Тайны репродуктивной биологии летучих собак // *Plecotus et al.* 2010. № 13. С. 20–23.

Некоторые популяционные характеристики головёшки-ротана водоёмов Пермского края

Д.В. Гильмадинова

ПГНИУ

Научный руководитель: к.б.н. С.Э. Коротаева, ПГНИУ

Аннотация. Головешка-ротан один из инвазионных видов бассейна р. Кама. За период инвазии отмечены изменения популяционных характеристик, которые подтверждают успешную натурализацию этого вида в водоемах Пермского района. Выявлены увеличения размерных и возрастных показателей, изменения в половом составе.

Ключевые слова: головешка-ротан, популяционные характеристики.

Головешка-ротан (*Percottus glenii* Dybowski, 1877) – один из ярких примеров интродукции. Естественный ареал этого вида расположен на Дальнем Востоке России, в северной части Китая и Кореи [1]. Вселение происходило при выпуске ротанов из аквариумов человеком, при акклиматизации некоторых ценных видов рыб, также при переносе икры птицами. Ротан активно заселяет новые водоёмы за короткие сроки, при этом может негативно воздействовать на сообщества гидробионтов и

рыб [2]. Изучение биологии этого вида и выяснение роли в экосистеме водоёмов является важной задачей [3].

Для мониторинга популяционных показателей было отловлено 111 экземпляров головешки-ротана в водоёмах Пермского района. Лов производился летом 2020 года на двух водоёмах – озеро у Красавинского моста и пруд близ озера Дикое.

Размерные, возрастные и гендерные характеристики популяций головешки-ротана в зоне инвазии являются важным показателем состояния вида. Изучение этих характеристик необходимо для прогнозирования потенциальных рисков, связанных с увеличением численности инвазионного вида.

Предельные размеры ротана в нативном ареале равны 140 мм [4]. В выборке из озера максимальный размер тела равен 241 мм, что говорит о благоприятных условиях. Предельный размер в выборке из пруда равен 127 мм, что уступает размеру ротанов других водоёмов Пермского края (таблица 1). Возможно, это связано с малым объёмом выборки (17 экземпляров).

Сравнение численности отдельных размерных групп показывает, что в наших уловах доминируют ротаны размером 49-89 мм (105 экземпляров, всего 94,6%). Эта большая группа представлена неполовозрелыми, впервые созревающими и уже размножавшимися особями (таблица 2). Многочисленность этой группы и расширение размерного ряда говорят о благополучном состоянии головешки-ротана в бассейне р. Кама.

Таблица 1

Размерный состав головешки-ротана водоёмов Пермского края по данным уловов (l, мм)

Водоем	l, колебания	l, среднее	Автор
Озеро в черте г. Пермь	7,7–194,4	56,90	Мандрица (2010)
Озеро в м-не Заостровка	60,9–123	89,02	Шилов (2012)
Водоем около г. Добрянка	58–169,7	106,68	Шилов (2012)
Водоем в м-не Закамск	53,4–133,5	102,37	Шилов (2012)
Озеро Пермский р-н	49,7–241	69,14	Данные автора
Пруд Пермский р-н	65–127	74,49	

Таблица 2

Размерный состав головёшки-ротана в выборке 2020 г.
(кол-во экз., %)

Размерные группы (мм)										Всего	
1 (49-89)		2 (90-130)		3 (131-171)		4 (172-212)		5 (213-251)			
n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
105	94,6	2	1,8	3	2,7	0	0	1	0,9	111	100

Половой состав головёшки ротана изученных водоемов неодинаков. В сборах из озера соотношение самцов и самок равно 1:1, что является типичным соотношением для вида. В сборах из пруда преобладают самцы, что часто связано с плохими условиями обитания [5]. Половой состав уловов вида из других водоёмов Пермского края демонстрирует лабильное соотношение полов (таблица 3).

Таблица 3

Половой состав головёшки-ротана водоемов Пермского края
по данным уловов, %

Водоем	juv	♂	♀	Кол-во экз.	Автор, год
оз. Малое	3%	48%	49%	431	Пелявина, 2006
Водоём в м-не Заостровка	–	51%	49%	98	Шилов, 2012
Водоём в г. Добрянка	–	56%	44%	50	Шилов, 2012
Водоём в м-не Заостровка	–	47%	53%	47	Анипко, 2013
Водоём в г. Добрянка	–	42%	58%	40	Анипко, 2013
Озеро	3%	49%	48%	94	Данные автора
Пруд	12%	82%	6%	17	

Максимальный возраст ротана в нативном ареале – 6+ лет [4]. В наших уловах такого возраста достигла одна особь, но ранее эта возрастная группа не встречалась. Отсутствие в уловах 2020 года сеголетков может быть связано с селективностью орудий лова. Доминируют в

наших уловах половозрелые особи возраста 2+ лет, значительно уменьшилась доля особей более старших возрастных групп (4+ и 5+ лет).

Таблица 4

Возрастная структура головёшки-ротана различных водоёмов
Пермского края, %.

Водоём, автор, дата	Возрастные группы, лет					
	1+	2+	3+	4+	5+	6+
Озеро, м-н Заостровка, Шилов, 2012	-	-	-	51	49	-
Водоём г. Добрянка, Шилов, 2012	-	-	22	60	18	-
Водоём, м-н Заостровка, Анипко, 2013	6	14	56	24	-	-
Водоём в г. Добрянка, Анипко, 2013	-	12	15	59	14	-
Озеро (данные автора)	1	71	23	2	2	1
Пруд (данные автора)	-	69	25	6	-	-

Анализ популяционных характеристик подтверждает, что условия обитания в водоёмах бассейна р. Кама благоприятны для головёшки-ротана. Следовательно, сохраняется необходимость мониторинга вида для прогнозирования его влияния на гидробионтов.

Библиографический список

1. Богущкая Н. Г., Насека А. М. Ротан-головешка // Пресноводные рыбы России. 2002. 40 с.
2. Зотова Н. Ю. Ротан-головешка // Журнал Биология. 2004. № 40.
3. Кириленко Е. В., Шемонаев Е. В. Данные о морфологии и биологии ротана-головёшки *Percottus glehni* Dybowski, 1877 из озера Круглое Мордовинской поймы Саратовского водохранилища. 2011. Т. 13, № 1. С. 207-210.
4. Кирпичников В.С. Биология *Percottus glehni* Dyb. (Eleotridae) и перспективы его использования в борьбе против японского энцефалита и малярии. // Бюлл. МОИП. 1945. Т. 50. Вып. 5-6. С. 14-26.
5. Спановская В. Д., Савваитова К. А., Потапова Т. Л. Об изменчивости ротана (*Percottus glehni* Dyb., Fam. Eleotridae) при акклиматизации // Вопр. ихтиологии. 1964. Т. 4, вып. 4. С. 632-643.

Видовой состав ихтиофауны Мотовилихинского пруда за последние 20 лет

К.А. Доцяк

ПГНИУ

Научный руководитель: к. б. н., доцент М.А. Бакланов, ПГНИУ

Аннотация. За последние 20 лет состав ихтиофауны Мотовилихинского пруда претерпевал изменения, связанные в основном с мероприятиями по очистке дна пруда от ила. В данном исследовании анализируются многолетние данные по видовому разнообразию ихтиофауны Мотовилихинского пруда.

Ключевые слова: Мотовилихинский пруд, ихтиофауна, видовой состав.

Мотовилихинский пруд – искусственно созданный в 1736 г. водоём, расположенный в центральной части Мотовилихинского района г. Перми. Он является модельным водоёмом для проведения экологических, гидробиологических и ихтиологических мониторингов.

Ежегодно с 1999 г. на территории Мотовилихинского пруда ведутся ихтиологические исследования, в ходе которых фиксируются изменения в составе и структуре ихтиофауны водоёма.

За 20 лет в рыбном сообществе пруда были отмечены представители двух отрядов: карпообразные (обыкновенный пескарь, обыкновенная верховка, обыкновенная плотва, обыкновенный карп (сазан), золотой карась, серебряный карась, линь, усатый голец) и окунеобразные (головёшка-ротан, речной (обыкновенный) окунь и обыкновенный ёрш). Всего за время наблюдений встретилось 11 видов (таблица) [1, 2, 3].

С 2000 г. состав ихтиофауны пруда претерпевал изменения, связанные, в большей степени, с мероприятиями по спуску и очистке ложа пруда, преимущественно, от иловых отложений и антропогенных загрязнений – бытовых отходов и мусора.

Первичные наблюдения за ихтиофауной Мотовилихинского пруда, проводившиеся до его спуска в 2000 г., позволили обнаружить 7 видов рыб. Самыми многочисленными были верховка (*Leucaspius delineatus*), плотва (*Rutilus rutilus*) и окунь (*Perca fluviatilis*), в меньшем числе встречались обыкновенный пескарь (*Gobio gobio*), золотой карась (*Carassius*

carassius), усатый голец (*Barbatula barbatula*) и лишь единичными экземплярами ловились карпы (*Cyprinus carpio*) [1].

В апреле 2000 г. пруд был спущен для очистки его ложа и ремонта плотины. Вновь наполнение пруда было проведено в октябре 2000 г., это позволило выжившим в течение лета рыбам пережить зиму. В 2001 г., в первый год после наполнения пруда, наиболее многочисленными видами рыб стали верховка, голец и пескарь. В этот же период было впервые обнаружено несколько сеголетков головешки-ротана (*Perccottus glenii*), попавших сюда, вероятно, из прудов в верховьях р. Большая Мотовилиха.

Видовой состав и относительная численность видов рыб Мотовилихинского пруда за период с 1999 по 2020 г.

№	Вид Год	1999	2001	2005	2007	2010	2016	2019	2020
		- 2000	- 2004		- 2008	- 2015	- 2018		
1	Верховка	+++	+++	+++	+++	+	++	-	-
2	Пескарь	+++	+++	++	+++	++	++	++	++
3	Гонец	++	++	++	++	+	++	++	++
4	Плотва	+++	+	++	+++	+++	+++	+++	+++
5	Серебряный карась	-	++	++	++	+	+	-	+
6	Золотой карась	+++	+	+	+	++	++	-	-
7	Карп	+	-	+	+	+	+	-	-
8	Линь	-	-	+	+	-	-	-	-
9	Окунь	+++	++	+++	+	+++	++	+	++
10	Ротан	-	+	++	++	+	+	-	+
11	Ёрш	-	+	-	-	-	-	-	-
Всего видов		7	9	10	10	9	9	4	6

Примечание: «+++» – многочисленный вид, «++» – обычный вид, «+» – малочисленный вид, «-» – вид отсутствует.

В 2004 г. был обнаружен единичный экземпляр обыкновенного ерша (*Gymnocephalus cernuus*). Это первая и единственная находка ерша в Мотовилихинском пруду за весь период наблюдений.

К осени 2005 г. в пруду обитало 10 видов рыб. Это верховка, пескарь, усатый голец, окунь, серебряный карась, ротан, плотва, дополнительно в пруд был массово запущен карп (*Cyprinus carpio*) и отдельные особи линя (*Tinca tinca*). Но в 2008–2009 гг. в уловах отмечались только единичные крупные особи линя, молоди отмечено не было, карп встречался редко [4].

В 2015 г. в Мотовилихинском пруду обитало 9 видов рыб, в уловах этого года не были отмечены кардинальные изменения в видовом составе рыб, но численность отдельных видов увеличилась. Вместо доминирующих ранее верховки и пескаря, массовым видом стала плотва. Верховка, ранее один из самых массовых видов рыб Мотовилихинского пруда, стала встречаться лишь единичными экземплярами. К 2015 г. водоём стал становиться плотвично-окунёвым, из-за заиления пруда произошло существенное снижение численности пескаря и усатого гольца [2].

В период 2016–2018 гг. пруд начал приходить к состоянию, близкому наблюдавшемуся до спуска пруда в 2000 г. Заиление ложа пруда стало выражено интенсивнее, а экологическое состояние, судя по снижающейся численности пескаря, как вида-индикатора, ухудшилось.

В ноябре 2018 г. Мотовилихинский пруд частично спустили с целью его очистки от двухметрового слоя ила. Спуск привел к снижению общей численности рыбы. По данным исследований в 2019 г., в мальковых уловах в прибрежье отмечено лишь 4 вида рыб: пескарь, голец, окунь и плотва [5].

Окончательно заполнили пруд лишь весной 2020 г. В пробах этого года в прибрежье было обнаружено 6 видов рыб, по численности преобладали сеголетки плотвы и окуня, пескарь и голец были малочисленны. К 4 видам, обнаруженным в 2019 г., добавились ротан и серебряный карась, отмеченные по единичным особям.

В целом, после спуска пруда в 2018-2020 гг. сохраняется преобладание видов, доминировавших и до спуска пруда, так как пруд был осушен лишь частично. Не наблюдается резкого роста численности видов с коротким жизненным циклом – верховки, пескаря, усатого гольца. Судя по видовому составу сеголетков рыб в прибрежье, в ближайшие годы в водосеме сохранится плотвично-окуневый ихтиоценоз.

Библиографический список

1. Бакланов М.А. Фауна рыб Мотовилихинского пруда // Экология: проблемы и пути решения: материалы XI Всерос. науч.-практ. конф. студ., асп. и молод. учёных / Перм. техн. ун-т. Пермь, 2003. С. 7–11.
2. Спирина К.А. Изменение ихтиофауны Мотовилихинского пруда за последнее десятилетие. Магистерская диссертация. Рукопись. Фонд каф. зоологии позвоночных и экологии ПГНИУ. Пермь, 2016. 52 с.
3. Маркевич Я.А. Ихтиофаунистические особенности Мотовилихинского пруда. Магистерская диссертация. Рукопись. Фонд каф. зоологии позвоночных и экологии. ПГНИУ. Пермь, 2006. 57 с.
4. Маркевич Я.А. Современное состояние ихтиофауны Мотовилихинского пруда // Фундаментальные и прикладные исследования в биологии и экологии: материалы студ. научн. конф. (Пермь, 11–15 апреля 2005 г.) / Пермь, 2005. С. 63–64.
5. Пешина А.М. Состояние ихтиофауны Мотовилихинского пруда в условиях его частичного осушения. Дипломная работа. Рукопись. Фонд каф. зоологии позвоночных и экологии ПГНИУ. Пермь, 2020. 48 с.

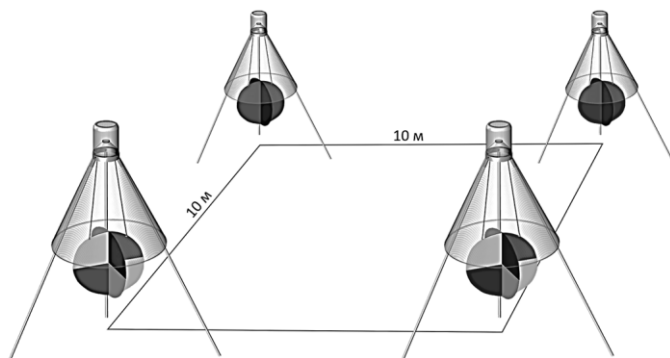
Цветовые предпочтения насекомых при их отлове на ловушки H-trap

Е.Е. Дунаев, М.Я. Лямин
ПГНИУ

Аннотация. С помощью ловушек H-trap с различными цветовыми приманками было произведено исследование, позволяющее выявить цветовые предпочтения дневных летающих насекомых.

Ключевые слова: H-trap, ловушка, предпочтения, насекомые.

Исследования проводились в период с 15 июня по 27 августа 2020 года на территории Чайковского района Пермского края. В течение всего периода исследований летающие насекомые привлекались на ловушки H-trap со сменными визуальными приманками (рисунок). Определение видовой принадлежности слепней осуществлялось по монографиям Н. Г. Олсуфьева [1] и Н. А. Виоловича [2]. Прочие таксоны определялись по монографии Г. Н. Горностаева [3].



Устройство ловушек H-trap и схема их установки.

В результате проведенных исследований были отмечены представители 16 семейств из 3 отрядов насекомых: Diptera (семейства Tabanidae, Tachinidae, Sarcophagidae, Asilidae, Muscidae, Calliphoridae, Syrphidae), Hymenoptera (семейства Vespidae, Apidae, Ichneumonidae, Sphecidae, Pompilidae), Lepidoptera (семейства Satyridae, Hesperidae, Nymphalidae, Noctuidae) (Таблица 1). Как видно из таблицы, наиболее часто пойманными в ловушки оказались представители из семейства Tabanidae (287 экз.). В общей своей массе представители данного семейства были пойманы такими ловушками, как: красная бихромная (123 экз.), красная монохромная (53 экз.) и черная монохромная (42 экз.).

Можно предположить, что данные цвета являются наиболее привлекаемыми для представителей данного семейства, что непременно связано с их образом жизни и особенностями при поиске добычи для кровососания. Мало привлекательной для насекомых оказались такие ловушки, как: коричневая бихромная (8 экз.) и коричневая монохромная (8 экз.). В целом, наиболее привлекательными для насекомых оказались такие ловушки, как: красная бихромная, черная монохромная и синяя бихромная. Попадаемость представителей семейства Tabanidae представлена в таблице 2. Как видно из представленной таблицы в наибольшем количестве были пойманы особи *T. bovinus* и *T. bromius*. В общей сложности наиболее предпочтительными для слепней оказались бихромные ловушки.

Таблица 1

Соотношение попадаемости представителей различных таксонов
в ловушки H-Trap

Ловушка Отряды и Семейства	Монохромные				Бихромные			
	черн.	коричн.	синяя	красная	черн.	коричн.	синяя	красная
Отр. Diptera	73	6	26	58	34	8	33	137
Tabanidae	42	1	21	53	25	8	17	123
Sarcophagidae	25	2	3	3	5	–	12	8
Syrphidae	1	–	2	1	1	–	1	1
Muscidae	2	–	–	–	3	–	–	1
Tachinidae	2	2	–	1	–	–	2	3
Calliphoridae	1	–	–	–	–	–	–	1
Asilidae	–	1	–	–	–	–	1	–
Отр. Hymenoptera	6	6	5	3	1	–	6	3
Apidae	1	1	5	2	–	–	5	1
Sphecidae	1	–	–	–	–	–	–	1
Ichneumonidae	–	1	–	–	1	–	–	–
Pompilidae	–	1	–	–	–	–	–	–
Vespidae	4	–	–	1	–	–	1	1
Отр. Lepidoptera	–	–	–	2	1	–	1	1
Nymphalidae	–	–	–	–	–	–	1	–
Hesperiidae	–	–	–	–	–	–	–	1
Noctuidae	–	–	–	2	–	–	–	–
Satyridae	–	–	–	–	1	–	–	–

Черная бихромная приманка оказалась наименее предпочтительной для слепней. Таким образом, для дневных летающих насекомых наиболее предпочитаемыми являются бихромные комбинации. Наиболее яркие цвета предпочтительны для подвижных летающих насекомых (большое количество особей было отловлено на синие и красные моно и бихромные приманки). Темные цвета приманок в основном предпочитают представители семейств Tabanidae, Sarcophagidae, Vespidae. Ловушки коричневого цвета (моно и бихромная) оказались наименее предпочтительны для всех летающих насекомых.

Таблица 2

Соотношение попадаемости различных видов слепней
в ловушки H-trap

Ловушки Виды слепней	Монохромные				Бихромные			
	черн.	коричн.	синяя	красн.	черн.	коричн.	синяя	красн.
<i>Tabanus bovinus</i>	10	–	2	12	10	–	2	46
<i>Tabanus bromius</i>	6	–	12	18	6	3	2	34
<i>Tabanus autumnalis</i>	–	–	–	1	–	–	–	–
<i>Tabanus glaucopis</i>	1	–	–	–	–	–	–	1
<i>Tabanus miki</i>	–	–	–	–	–	1	–	4
<i>Hybomitra bimaculata</i>	2	–	–	–	1	–	3	14
<i>Hybomitra ciureai</i>	–	–	–	–	–	–	–	1
<i>Chrysops pictus</i>	1	–	2	2	–	2	1	–
<i>Chrysops caecutiens</i>	4	–	3	1	–	–	6	1
<i>Chrysops relictus</i>	1	–	–	–	–	–	–	–
<i>Haematopota subcylictridica</i>	4	–	–	11	4	1	1	11
<i>Haematopota phivialis</i>	10	1	1	4	4	1	2	9
<i>Silvius vituli</i>	2	–	1	4	–	–	–	–
<i>Atylotus fulvus</i>	1	–	–	–	–	–	–	2
Итого	42	1	21	53	25	8	17	123

Библиографический список

1. Олсуфьев Н.Г. Слепни (сем. Tabanidae) Фауна СССР. т.7, Выпуск 2. Л. «Наука», 1977. 435 с.
2. Виолович Н.А. Слепни Сибири. Новосибирск. «Наука», 1968. 281 с.
3. Горностаев Г. Н. Определитель отрядов и семейств насекомых фауны России. М.: Логос, 1999. 176 с.

Изучение микропопуляции прыткой ящерицы на территории города Перми

Е.Е. Иванова

ПГНИУ

Научный руководитель: к.б.н. Н.А. Четанов, ПГНИУ

Аннотация. Приведены данные о связи активности прыткой ящерицы (*Lacerta agilis*, Linnaeus, 1758) с различными абиотическими факторами (температура приземного воздуха, влажность, давление, скорость и направление ветра). В ходе исследования было выяснено, что ведущим фактором окружающей среды является температура. Соотношение самцов и самок близко к 1:1.

Ключевые слова: прыткая ящерица, факторы среды, половая структура.

В настоящее время изучение и сохранение биологического разнообразия животных актуально для многих регионов Российской Федерации, в особенности для тех, где высок уровень антропогенного воздействия на природные комплексы, а животное население территорий характеризуется бедностью и сравнительно низкой численностью. Проблема малой изученности и сохранения биологического разнообразия популяций рептилий актуальна и для Пермского края.

Целью исследования является изучение микропопуляции прыткой ящерицы *Lacerta agilis* Linnaeus, 1758 на территории г. Перми.

Задачи:

- 1) исследовать особенности условий обитания прыткой ящерицы на территории г. Перми;
- 2) установить соотношение полов в популяции;
- 3) выявить суточную активность;
- 4) рассмотреть влияние климатических факторов.

Для изучения микропопуляции применялся маршрутный метод учета [2]. Учет проводился в разное время суток и погодные условия. Длина маршрута составила не более 10 км. Маршрут проходил в пределах одной территории – вдоль дороги Дружбы в правобережной части г. Перми. Всего маршрут был пройден 12 раз.

В результате маршрутного учета были встречены 72 особи прыткой ящерицы, координаты места встречи, время и условия окружающей

среды, такие как температура, влажность, давление, скорость и направления ветра фиксировались в дневник наблюдений.

В целом микропопуляция распределена равномерно вдоль линии дороги Дружбы, однако в местах, где наблюдается серьезное антропогенное влияние, а именно – нарушении почвы с норами ящериц – особи встречаются гораздо реже, и появляется угроза исчезновения их с данного участка.

На мой взгляд, исследованный участок благоприятен для существования прыткой ящерицы: хорошая освещенность солнцем территории на протяжении всего дня; линия железной дороги, рядом с которой ящерицам удобно прогреваться; наличие рыхлого почвенного покрова для создания нор на зимовку и в качестве убежища, а также для откладки яиц. По наблюдениям было замечено большое обилие насекомых, пауков и червей, которое составляет основу кормовой базы прыткой ящерицы.

Половой состав. Было поймано 23 самки и 25 самцов. Так же были встречены 24 неполовозрелые особи. Самки встречаются в 48% случаев, а самцы в 52%. Половой состав для данной популяции близок к 1:1. Это совпадает с литературными данными [5]. Однако на ландшафтах с антропогенным влиянием возможно преобладание самок в отношении 1:2 [5].

Суточная активность. Наблюдается пик активности особей в утренние часы от 8 до 10 утра, дневной провал и слабо выраженная активность в вечерние часы. Утренняя активность популяции связана с необходимостью в инсоляции после прохладной ночи, а также с обилием насекомых, которыми она питается [4].

К 12 часам дня идет спад активности особей, так как становится максимально жарко. Следующая активность наблюдается после 14 и 18 часов, так как после спада жары возвращается часть вечерних насекомых и появляется возможность еще погреться на солнце перед вечерним уходом в нору [1].

Связь с погодой. Большинство находок особей (51%) приходится на теплую погоду с интервалом температуры от 19 до 25°C. В прохладную и жаркую погоду примерно равномерное распределение особей – 22% и 26% соответственно.

Давление практически неизменно на протяжении всего времени исследования данной микропопуляции, поэтому можно сделать вывод,

что при изменяющейся активности особей и примерно одинаковом давлении последнее не является определяющим фактором.

При скорости ветра 1-4 м/с никаких изменений в поведении ящериц замечено не было, можно сделать вывод, что скорость ветра до 4 м/с не влияет на жизнедеятельность ящериц. Направление ветра преобладает восточное, но, на мой взгляд, направление также не играет существенной роли.

Судя по всему, в данном случае определяющий фактор – температура. Средняя температура, при которой были отмечены активные ящерицы, составила 21,6°C. Средняя влажность – 58,9%. Было замечено, что при повышении влажности до 77% (27.07.2020) особи встречались реже, чем при влажности 64% тремя днями ранее.

Библиографический список

1. Завьялов Е.В., Табачишин Г.В., Шляхтин Г.В. Морфологическая характеристика и особенности биологии двуполой прыткой ящерицы (*Lacerta agilis exigua*) на севере Нижнего Поволжья // Современная герпетология. – 2000. – Вып. 1. – С. 6–14.

2. Романов В.В., Мальцев И.В. Методы исследований экологии наземных позвоночных животных: количественные учеты: учебное пособие. – Владимир: Изд-во Владим. ун-та., 2005. – 79 с.

3. Хайрутдинов И.З. К изучению половой структуры популяций прыткой ящерицы (*Lacerta agilis*) трансформированных территорий. // Ученые записки Казанского государственного университета. Естественные науки. – 2009. – Т. 151, кн. 2. – С. 156–161.

4. Юшков Р. А., Воронов Г. А. Амфибии и рептилии Пермской области (предварительный кадастр). – Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1994. – 158 с.

5. Прыткая ящерица. Монографическое описание вида. – М.: Наука, 1976. – 376 с.

Поведенческие особенности сна птенцов африканского страуса *Struthio camelus*

В.В. Коваленко

ПГНИУ

Научный руководитель: к.б.н., доцент Т.В. Фадеева

Аннотация. Изучены поведение и особенности сна африканского страуса (*Struthio camelus*) (видеорегистрация, прямое наблюдение, выделение фаз сна, благодаря электроэнцефалограмме, электроокулограмме, электромиограмме) Выделены позы сна, положение глаз, фазы цикла “сон-бодрствование” и определено количество времени, которое птенцы страуса проводят в данных состояниях.

Ключевые слова: африканский страус, поведенческие особенности сна, стадии сна.

Большинство птиц и млекопитающих спят, чередуя фазы медленного и быстрого сна. Для медленного или медленноволнового сна (SWS «slow-wave sleep») типично снижение мозговой активности, быстрых движений глаз не наблюдается. Фаза быстрого (парадоксального) сна (БДГ-фаза «быстрые движения глаз» или REM-фаза «rapid eye movement») характеризуется повышенной активностью головного мозга, полным расслаблением мышц и быстрыми движениями глазных яблок. Однако самые примитивные млекопитающие из отряда однопроходных спят однофазным сном, при этом у них фиксируется зачатки второй фазы (движения глаз и снижение мышечного тонуса) [1]. При этом ЭЭГ спящих утконосов демонстрирует только фазу медленного сна и смесь из медленного и быстрого состояний [2]. «Эволюционно» древние страусы также демонстрируют начальные этапы эволюции сна «в одну фазу» [3]. Любые теоретические и практические сведения об эволюции сна крайне важны, так как некоторые нервные расстройства человека связаны именно с нарушениями длительности и чередования фаз сна.

Африканский страус (*Struthio camelus* Linnaeus, 1758) относится к эволюционно «ранней» группе птиц (инфракласс Palaeognathae), которых на данный момент осталось всего несколько десятков видов [4]. Исследования поведения страуса во время сна и дифференцировка его на стадии позволяет лучше понять, как эволюционировал сон, чем он схож со сном других теплокровных животных [3].

Исследования проводились на территории Утришской морской станции института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН в период с 24 июня по 24 августа 2020 г. Объектами исследования стали птенцы африканского страуса в возрасте 1,5 и 3,5 месяцев в количестве 2 штук. Для сравнения результатов также были обработаны и использованы данные о 5 птенцах, полученные в 2013 и 2019 гг., на этой же станции. Для идентификации состояния визуального наблюдения обычно недостаточно – необходимо регистрировать как минимум три электрофизиологических параметра – электрическую активность коры большого мозга (ЭЭГ), глаз (ЭОГ) и мышц шеи (ЭМГ). ЭЭГ, ЭОГ и ЭМГ – это главные «три источника» получаемой сомнологами информации [5]. Для записи данных показателей страусам были проведены хирургические операции. Они проводились под общим наркозом. Данная методология хорошо проявила себя в изучении сна морских котиков (*Callorhinus ursinus*) [6]. Во время операции вводились инъекции «Золетила», происходило интубирование и подготовка. В дальнейшем производился разрез тканей на голове, удаление надкостницы и крови и просверливание отверстий для электродов. Далее происходила установка ЭЭГ, ЭОГ и индифферентных электродов. Также устанавливались крепежные электроды, и происходила заливка жидким пластиком. Далее совершалось спаивание электродов, сшивание кожи страуса в местах, где нет залитого пластика, выведение птенца из состояния наркоза, выпуск его в вольер и наблюдение за ним до восстановления. После проведенных операций и периода восстановления проводились ночные дежурства (с 20:00 до 8:00) и наблюдения за состоянием страусов. Страус на ночь сажался в клетку, находящуюся в вольере с другими страусами, для того чтобы он не паниковал. К электродам на его голове прикреплялся коаксиальный кабель, идущий к устройству записи и выдачи данных (датталогеру). Происходила фиксация показателей электроэнцефалограммы головного мозга, электроокулограммы и электромиограммы каждые 4 сек. для записи малейших изменений функций коры головного мозга [7]. Состояния глаз и поза страуса фиксировались, и далее переводились в электронную таблицу для будущего анализа. С утра страус выпускался из клетки к другим птенцам. Далее совершался просмотр видеозаписей ночного поведения птенцов страуса, ввод данных в электронные таблицы. Используя данные видеорегистрации, у 5 птенцов было выделено 13 поз сна и подсчитано время, которое они проводят в каждой позе.

Таблица 1

Время, проводимое в определённой позе, птенцов африканского страуса за 12 ночей экспериментов

Поза сна	Время (сек)					
	Страус 1–13	Страус 2–19	Страус 3–19	Страус 4–19	Страус 2–20	Общее время
Стоит	156	1460	880	2148	1132	5776
Приподнялся на ногах	–	8640	4860	6688	1728	21916
Лежит, голова на полу	1764	2940	7392	35572	2852	50520
Лежит, голова вверх	1468	1340	5920	11368	1992	22088
Сидит, голова вверх	4972	22508	2872	12864	11412	54628
Сидит, клюв в ячейке клетки	–	212	–	592	–	804
Сидит, голова опрокинута на сетку клетки	–	3900	–	2404	20	6324
Лежит, клюв касается сетки	924	612	364	8008	1232	11140
Лежит, голова опрокинута на сетку клетки	–	12	–	4	–	16
Лежит, держит голову	80	–	–	–	–	80
Лежит, клюв в ячейке клетки	484	–	124	3920	8	4536
Лежит, голова запрокинута назад	4	–	676	1260	–	1940
Лежит, клюв упёрся в пол	–	–	–	460	–	460
Ходит	124	784	480	996	444	2828
Не идентифицировано	–	124	19632	124	396	20276

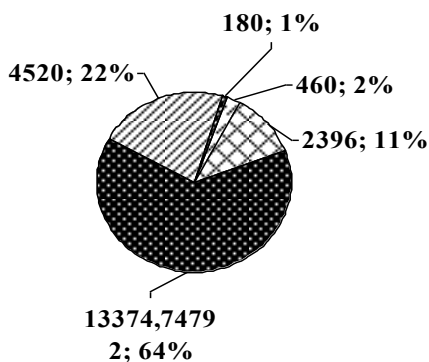
Большую часть времени птенцы спали лёжа, положив голову на пол (50520 сек) и сидя, держа голову вверх (54628 сек). Это вероятно связано с расслаблением мышц шеи в фазы медленного сна, а также со спокойным бодрствованием, характерным для страусов, как социальных птиц для мониторинга местности. Такие же преобладающие позы выделяет и О.И. Лямин [8]. Минимальное время сна было зафиксировано в позе лёжа, когда голова опрокинута на сетку клетки (16 сек). Также

было выделено 8 состояний глаз во время сна и подсчитано время, приходящееся на каждую позицию.

Таблица 2

Сравнение состояния глаз у птенцов страуса за 4 ночи экспериментов

Состояние глаз	Время (сек)				
	Страус 1-13	Страус 4-13	Страус 2-19	Страус 3-19	Общее время
Оба глаза открыты	300	1940	8160	9584	19984
Оба глаза закрыты	1156	1684	8600	2644	14084
Левый глаз закрыт, правый глаз открыт	4	116	872	500	1492
Левый глаз открыт, правый глаз закрыт	48	136	252	216	652
Левый глаз приоткрыт, правый глаз открыт	16	–	–	–	16
Левый глаз приоткрыт, правый глаз закрыт	4	–	–	–	4
Левый глаз открыт, правый глаз приоткрыт	–	4	–	–	4
Левый глаз закрыт, правый глаз приоткрыт	–	–	–	–	–
Не идентифицировано	8448	10532	24648	30256	73884



- Активное бодрствование
- РЕМ/В-РЕМ
- Медленный сон
- Спокойное бодрствование
- Не идентифицировано

Продолжительность фаз сна и бодрствования у птенцов африканского страуса (в сек). На диаграмме быстроволновой сон отмечен как РЕМ (REM – Rapid Eye Movement) или В-РЕМ (REM – фаза сна, не до конца определившаяся на электроэнцефалограмме).

Из состояния глаз, которые можно было идентифицировать по видеорегистрации, 18% времени оба глаза открыты, 13% оба глаза закрыты и около 2% приходится на другие положения. Также у двух страусов (страус 1-13 и страус 4-13) были выделены фазы сна и время, которое они занимают (см. рисунок).

Таким образом, установлено, что у спящих птенцов африканского страуса по времени доминирует фаза медленного сна, фаза быстрого сна (с учётом вероятной РЕМ-фазы) занимает не более 15% от общего времени сна.

Библиографический список

1. Nicol S.C., Andersen N.A., Phillips N.H., Berger R.J. The echidna manifests typical characteristics of rapid eye movement sleep // *Neurosci Lett*. 2000. Vol. 283. P. 49–52.
2. Siegel J.M., Manger P.R., Nienhuis R., Fahringer H.M., Shalita T., Pettigrew J.D. Sleep in the platypus // *Neurosci*. 1999. 91 (1). P. 391–400.
3. Lesku J. A., Meyer R., Fuller A., Maloney S. K., Dell’Omo G., Vyssotski A. L., Rattenborg N. C. Ostriches Sleep like Platypuses // *PLOS ONE*. 2011. Vol. 6 (8). P. 1-7.
4. Древнеиённые птицы. Очерки филогении, систематики, биологии, морфологии и хозяйственного использования. Под ред. Черновой О.Ф., Коблик Е.А. М.: Тов-во научных изданий КМК. 2010. 212 с.
5. Ковальзон В.М. Основы сомнологии: физиология и нейрохимия цикла «бодрствование-сон». М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. 239 с.
6. Jessica M. Kendall-Bar, Alexei L. Vyssotski, Lev M. Mukhametov, Jerome M. Siegel, Oleg I. Lyamin. 2019. Eye state asymmetry during aquatic unihemispheric slow wave sleep in northern fur seals (*Callorhinus ursinus*) // *PLOS ONE*
7. Полуэктов М.Г. 2013. Инструментальные методы изучения и лечения расстройств сна // Медицинский портал для врачей «Umedp» (Электронный ресурс)
8. Лямин О.И., Сигал Д.М. Особенности REM сна у птенцов африканского страуса // *Журнал эволюционной биохимии и физиологии* (Электронный ресурс). 2020. Вып. 56. №7.

Видовой состав ихтиофауны озера Лобханского

В.А. Кольчурин, А.Д. Меркулов

ПГНИУ

Научный руководитель: к.б.н. М.А. Бакланов, ПГНИУ

Аннотация. В работе представлены сведения по видовому составу и фаунистическим комплексам рыб озера Лобханского. Приводятся данные полевых исследований 2018–2020 гг. Суммарно видовое разнообразие рыб в оз. Лобханском составило 20 видов, принадлежащих 3 отрядам и 5 семействам.

Ключевые слова: ихтиофауна, пойменные озёра, видовой состав.

Анализ состояния ихтиофаун старичных озёр представляется на данный момент весьма актуальным по ряду причин. Во-первых, в половодье наблюдается проникновение в них нетипичных для озёр, реофильных видов рыб, интересных с точки зрения их дальнейшей судьбы и влияния на ихтиоценоз. Во-вторых, многие из этих водоемов испытывают влияние антропогенных факторов, отражающихся на сообществах водоемов.

Цель работы заключается в анализе видового состава рыбного сообщества оз. Лобханского.

На исследуемой территории поверхностные воды представлены старичными озёрами, расположенными на широкой правобережной пойме Воткинского водохранилища [1]. Озеро Лобханское расположено в 2,5 км к западу от д. Оборино (Кировский р-он г. Перми). Озеро вытянуто с северо-запада на юго-восток вдоль береговой линии Воткинского водохранилища. Ширина озера не превышает 60 м, длина составляет около 1,5 км [2].

Отлов рыбы проводился в августе и сентябре 2020 г. с помощью набора ставных сетей длиной от 25 до 50 м и размером ячеи от 15 до 30 мм. Проверка вставных сетей проводилась два раза в день. Также был проанализирован материал за 2018–2019 гг.

Суммарно видовое разнообразие рыб в оз. Лобханском составило 20 видов, принадлежащих 3 отрядам и 5 семействам [1]. Ниже представлен полный перечень этих видов с их систематическим положением по современной номенклатуре.

Отряд ESOCIFORMES – ЩУКООБРАЗНЫЕ

Семейство Esocidae – Щуковые

1. Щука – *Esox lucius* (Linnaeus, 1758).

Отряд CYPRINIFORMES – КАРПООБРАЗНЫЕ

Семейство Cyprinidae – Карповые

2. Плотва – *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758).

3. Елец – *Leuciscus leuciscus* (Linnaeus, 1758).

4. Голавль – *Leuciscus cephalus* (Linnaeus, 1758).

5. Язь – *Leuciscus idus* (Linnaeus, 1758).

6. Озёрный голянь – *Phoxinus phoxinus* (Pallas, 1814).

7. Красноперка – *Scardinius erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758).

8. Обыкновенная верховка – *Leucaspius delineatus* (Heckel, 1843).

9. Линь – *Tinca tinca* (Linnaeus, 1758).

10. Уклейка – *Alburnus alburnus* (Linnaeus, 1758).

11. Густера – *Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758).

12. Лещ – *Abramis brama* (Linnaeus, 1758).

13. Синец – *Abramis ballerus* (Linnaeus, 1758).

14. Золотой карась – *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758).

15. Серебряный карась – *Carassius auratus gibelio* (Bloch, 1782).

Семейство Balitoridae – Балиторы

16. Усатый голец – *Barbatula barbatula* (Linnaeus, 1758).

Отряд PERCIFORMES – ОКУНЕОБРАЗНЫЕ

Подотряд PERCOIDEI – ОКУНЕВИДНЫЕ

Семейство Percidae – Окуневые

17. Окунь – *Perca fluviatilis* (Linnaeus, 1758).

18. Ёрш – *Gymnocephalus cernuus* (Linnaeus, 1758).

19. Судак – *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758).

Подотряд GOBIOIDEI – БЫЧКОВИДНЫЕ

Семейство Odontobutidae – головешковые

20. Ротан-головешка – *Perccottus glenii* (Dybowski, 1877).

В сетных уловах за 3 года наблюдений отмечено 11 видов рыб, остальные отмечены по уловам любительскими орудиями лова и опросным данным. В выборке 2020 г. наиболее многочисленным видам (доля в уловах составляет более 30%) в водоеме является плотва. К группе обычных видов (до 20% уловов) относится окунь и красноперка. Малочисленные виды (менее 5% уловов) – ерш, щука, язь, синец, лещ, уклейка. В выборке 2019 г. доминируют два вида – окунь и плотва (39,6% и 37,2% соответственно), в группу обычных видов относятся

лещ и красноперка. К малочисленным видам принадлежат голавль, синец, щука и судак. В результате обловов 2018 г. было выявлено доминирование окуня и плотвы. Красноперка является обычным видом, остальные виды (лещ, синец, уклея, щука, язь) представлены единичными экземплярами.

Доминирующим видом рыб по массе в уловах во все годы является плотва, на втором месте – окунь, на третьем – красноперка. Интересно, что в 2018 и 2019 гг. численность окуня была несколько выше, чем плотвы, однако по массе уловов плотва существенно превышает окуня. Соответственно, окунь представлен более мелкими особями и можно предположить, что крупные особи вида либо уходят в Каму, либо активно вылавливаются рыбаками.

Согласно классификации Г.В. Никольского [4], в фауне рыб озера присутствуют представители 4 фаунистических комплексов: бореального равнинного (окунь, щука, ерш, язь, плотва, золотой и серебряный караси, елец, озерный голянь), понто-каспийского пресноводного (синец, лещ, густера, уклея, красноперка, голавль, судак, верховка, линь), бореального предгорного (усатый голец) и амурского (ротан-головешка).

В целом, ихтиофауна озера Лобханского представлена 20 видами рыб, относящихся к 3 отрядам и 5 семействам. Наиболее многочисленные виды: в 2020 г. – плотва (68%), в 2019 г. – окунь (39%), в 2018 г. – окунь (43%). По массе уловов во все годы преобладает плотва.

Отмечены заходы в озеро рыб из водохранилища, среди которых наиболее нетипичными для водоема видами являются судак и синец.

В озере обнаружена стабильная популяция красноперки.

Наличие оксифильных видов – ерша и судака, указывает на благоприятный кислородный режим в водоеме, по крайней мере, в летний период.

Библиографический список

1. Отчет по теме «Ихтиологическая и гидробиологическая характеристика Ласьвинских озёр, в границах предполагаемого ООПТ». Рук. М.А. Бакланов. Пермь, 2018. 64 с.
2. Отчет по исследовательской экспертно-аналитической работе «Гидробиологический анализ поверхностных вод и донных отложений Ласьвинских озёр, в границах предполагаемого ООПТ». Рук. С.А. Двинских. Пермь, 2017. 35 с.

3. Отчет о научно-исследовательской работе «Биологическое обоснование к прогнозу вылова на 2012 год в основных рыбохозяйственных водоемах Пермского края и в Удмуртском секторе Воткинского водохранилища». Пермское отделение ГосНИОРХ. Пермь, 2011. 194 с.

4. Никольский Г.В. Структура вида и закономерности изменчивости рыб. М.: Пищевая пром-сть, 1980. 184 с.

Гельминтозы человека города Перми

М.Ю. Мазунина, М.Я. Лямин

ПГНИУ

Аннотация. Паразитарные инфекции, вызванные гельминтами, являются одними из наиболее часто встречающихся заболеваний в г. Перми [1]. Наблюдается прирост количества заболеваний в размере 12,6%. По причине того, что количество заболеваний паразитарной природы в нашем городе возрастает, необходима оценка степени выявляемости и заболеваемости гельминтозов и выявление зависимости степени инвазии от времени года.

Ключевые слова: гельминтозы, заболеваемость, динамика.

При проведении анализов на гельминтозы используются следующие методы [2]: метод толстого мазка под целлофаном по Като, комплексный метод исследования фекалий на кишечные простейшие и гельминты из консерванта, метод простого визуального осмотра фекалий с последующим последовательным их промыванием.

Был проведён сбор данных по анализам на гельминтозы на базе паразитологической лаборатории ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии города Перми» [3, 4] за период 2018-2020 г. На основе данных была проведена оценка выявляемости каждого гельминтоза за каждый годовой период (таблица).

Был проведён сравнительный анализ и оценка динамики заболеваемости различными гельминтозами (рисунок 1). На основе полученных данных была проведена оценка заболеваемости по кварталам по показателям энтеробиоза и дифиллоботриоза (рисунок 2), так как эти гельминтозы являются типичными на рассматриваемой территории.

Таблица 1

Выявляемость гельминтозов человека в г. Перми, %

Виды/семейства	2018	2019	2020
<i>Enterobius vermicularis</i>	0,241	0,152	0,199
<i>Ascaris lumbricoides</i>	0,011	0,008	–
<i>Hymenolepis nana</i>	–	0,031	–
<i>Opisthorchis felineus</i>	0,006	0,022	–
Taeniidae	–	0,022	–
<i>Diphyllobothrium latum</i>	0,063	0,061	0,091
<i>Dirofilaria repens</i>	0,011	0,031	–

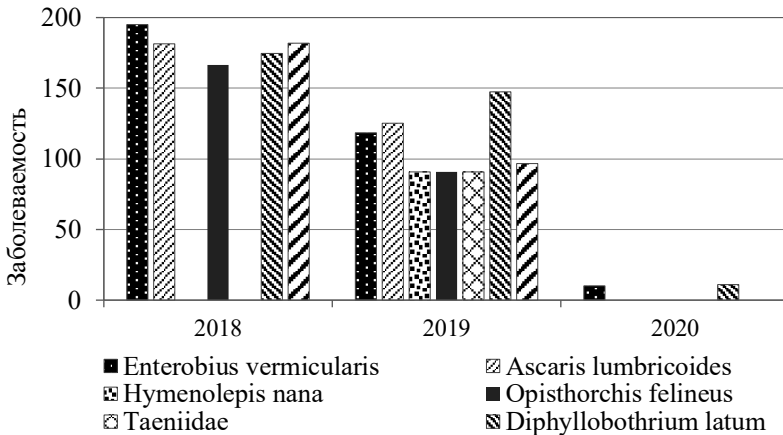


Рисунок 1 – Диаграмма динамики заболеваемости гельминтозами человека г. Перми за 2018-2020 г.

На диаграмме видно, что наибольшее количество инвазий ежегодно приходится на 3 квартал, который охватывает период с июля по сентябрь. Таким образом, за последние три года в г. Перми наблюдается снижение степени заболеваемости гельминтозами. При этом, по причине пандемии COVID-19, данные полученные за 2020 г. хотя и свидетельствуют о снижении заболеваемости, но являются недостаточно корректными, что требует проведения анализа данных в 2021 г. Поскольку наиболее распространёнными гельминтозами являются энтеробиоз и

дифиллоботриоз, пик заболеваемости приходится на летне-осенний период, что, на наш взгляд, связано с особенностями жизненного цикла гельминтов [5] и пренебрежением санитарными нормами со стороны населения. В случае дифиллоботриоза, причинами могут быть употребление в пищу самостоятельно пойманной рыбы, без проведения ветеринарного контроля и недоброкачественная термическая обработка рыбы перед употреблением. В случае энтеробиоза, в связи с его передачей контактным путём, всплеск инвазий в летне-осенний период можно связать с массовыми контактами детей и подростков в детских садах и школах, так как данные возрастные группы являются наиболее уязвимыми для данного заболевания.

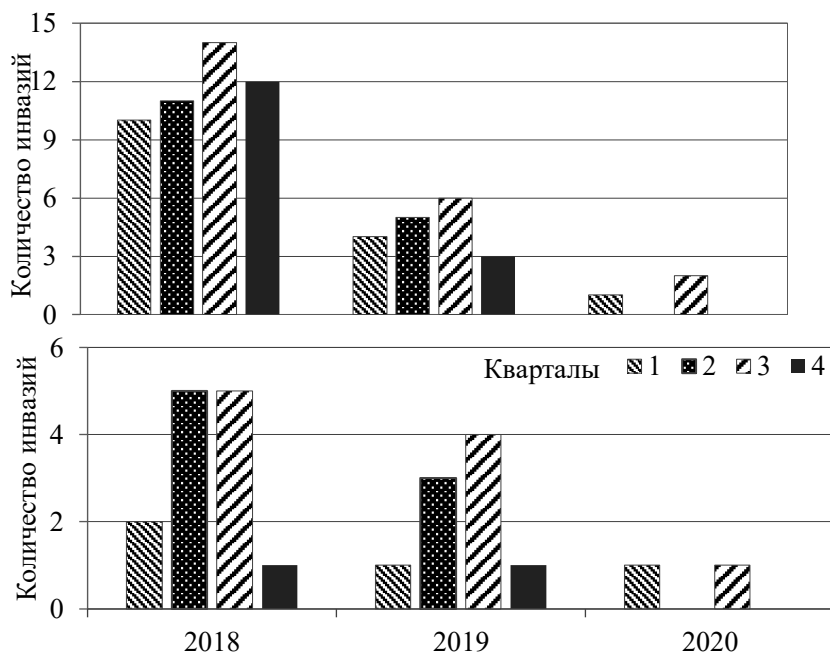


Рисунок 2 – Диаграмма заболеваемости энтеробиозом (вверху) и дифиллоботриозом (внизу) в г. Перми по кварталам 2018–2020 г.

Библиографический список

1. Данные Минздрава России, расчет Росстата // Заболеваемость населения по основным классам болезней в 2000-2019 гг.: сайт URL: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/2awVgBAn/zdr2-1.xls>

2. ФБУЗ Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора. Лабораторная диагностика гельминтозов и протозоозов. / МУ 4.2.3145—13/. 2014 г. С. 9-19.

3. ФБУЗ Центр гигиены и эпидемиологии по Пермскому краю: сайт URL: <https://www.59fbuz.ru/company/>

4. Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека «Об усилении мероприятий по профилактике паразитарных заболеваний и малярии на территории Пермского края» / Постановление – № 3 – от 25 июля 2008 г. сайт URL: <https://docs.cntd.ru/document/911521268>

5. Чебышев Н. В. Медицинская паразитология. / Учебное пособие. – М.: Медицина, 2012 г. С. 304.

Оценка пыльцевого спектра и структуры антофильных комплексов *Seseli libanotis* (L.) Koch, 1824 Троицкого заказника

А.Д. Мальцева, Д.Н. Питкин

ПГНИУ

Научные руководители: д.б.н., профессор Л.В. Новоселова,

к.б.н., доцент М.Я. Лямин,

ст. преп. А.В. Тиунов

Аннотация. Проведена оценка количества и состава пыльцы на теле различных насекомых, посещающих растения с широким кругом опылителей, в частности, с соцветий *Seseli libanotis*. Препараты изготавливались по методу Зыха: пыльцевые зерна счищаются с тела насекомого с помощью кисточки, окрашиваются фуксином. Данный метод прост в исполнении, и позволяет быстро изготавливать препараты, применяя при этом простое лабораторное оборудование. Большинство исследованных опылителей проявляют высокую степень цветочного постоянства, перенося значительное количество пыльцы растений семейства Ариасеae.

Ключевые слова: пыльцевой спектр, антофильный комплекс, *Seseli libanotis*, Ариасеae, Троицкий заказник.

Флористический состав типовых площадок Троицкого заказника представлен в степной части следующими растительными группировками: типчаково-ковыльная с примесью разнотравья на обыкновенных комковатых чернозёмах и злаково-разнотравная на различных почвах, и ряд промежуточных с преобладанием сорных видов, в том числе *Seseli libanotis*.

Семейство Ариасеае включает в себя примерно 3700 видов и является одним из наиболее многочисленных и хозяйственно важных среди семейств цветковых растений. Соцветие в виде сложного зонтика привлекает насекомых-опылителей, потому что воспринимается антофилами как крупный единый цветок – антодий. У представителей семейства Ариасеае нектар открыто расположен на надпестичном диске, это также способствует посещению цветка различными насекомыми. По ряду этих признаков можно сделать вывод о том, что растения семейства Ариасеае имеют широкий спектр насекомых опылителей [6].

Совокупность всех видов насекомых, посещающих цветки, формирует сложные биологические группировки – сообщества, которые являются удобными биологическими объектами для фундаментальных экологических исследований. Познание специфики взаимоотношений насекомых с энтомофильными растениями позволяет решить ряд практических задач. В частности, это вопросы, связанные с семенным размножением растений, оценкой роли конкретных видов насекомых в переносе пыльцы, конкурентными взаимоотношениями между растениями за опылителей, поддержанием естественных популяций полезных насекомых и многие другие [5].

Работа проводилась на территории ООПТ «Троицкий государственный природный комплексный заказник». Исследования осуществлялись в период с 30.05. по 19.07.2019 г. Целью данной работы было изучение биоразнообразия, а также пыльцевого спектра переносимой пыльцы антофильными насекомыми. Сбор насекомых проводился в дневное время с *Seseli libanotis*. Это растение предпочитает сухие луга, луговые и разнотравно-ковыльные степи, разреженные сухие леса, опушки, обнажения, обочины дорог. Цветет с июня по август. Имеет кормовое, медоносное, эфирномасличное свойства [2].

Материалы и методы

Отлов насекомых, посещающих соцветия, осуществлялся с помощью энтомологического сачка. Использовалась методика, рекомендованная в работе В.А. Лыкова, Е. И. Демьяновой и А.К. Квиткиной [3] с

продолжительностью сбора для дикорастущих растений в 1 час. Для сбора пыльцы с тела насекомых использовали метод Зыха [7]. На предметное стекло наносилось 2 – 3 капли дистиллированной воды, пыльцевые зерна счищали с насекомых на предметное стекло кисточкой, препарат высушивали. Пыльцевые зерна фиксировали 96% спиртом, слабоокрашенным фуксином, препарат высушивали. На покровное стекло наносили каплю подогретого глицеринового желатина, который распределяли крестообразно. Покровное стекло медленно (во избежание появления воздушных пузырьков) опускали на предметное. После каждого препарата кисть тщательно очищали, чтобы в следующие образцы не попадали пыльцевые зерна из предыдущих препаратов.

Результаты и их обсуждение

При изучении антофильной консорции *Seseli libanotis* нами установлено что наиболее распространёнными видами в ней являются: *Stragalina attenuata* (L. 1758), *Stenurella bifasciata* (Muller, 1776). (Cerambycidae), *Vespula germanica* (Fabricius, 1793), *Eumenes pomiformes* (Latreille, 1802), *Porrostoma rhipidium* (Macleay, 1826), *Carpocoris sp.*, а также представители семейства Apidae и Andrenidae. Ядром консорции являются представители семейства Tachinidae и Muscidae (Diptera) и Vespidae (Hymenoptera), среди которых преобладает вид *Polistes nimpha* (Christ, 1791). Среди Coleoptera чаще встречаются Cerambycidae, а наибольший вклад в встречаемость данного семейства вносит *Stragalina attenuata* L. Исходя из полученных нами данных, можно сделать вывод, что доминантами в антофильном комплексе *Seseli libanotis* являются представители отрядов Diptera и Hymenoptera.

Количество пыльцевых зерен на представителях каждого таксона насекомых представлено на рисунке 1. Минимальное количество пыльцевых зерен обнаружено на представителях вида *Trichius fasciatus* (L.1758) (337 пыльцевых зерна). Максимальное количество пыльцевых зерен было обнаружено на представителях семейства Andrenidae (3051 пыльцевое зерно), это можно объяснить малым размером их тела, чтобы добыть большое количество нектара, им приходится долго находиться в цветке, постоянно задевая пыльники.

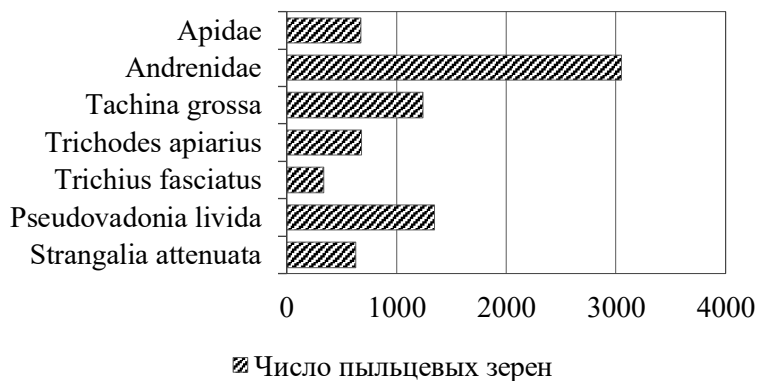


Рисунок 1 – Число пыльцевых зерен на различных насекомых опылителях *Seseli libanotis*

На рисунке 2 представлена диаграмма, показывающая соотношения количества пыльцевых зерен растений различных таксонов с тел антофилов.

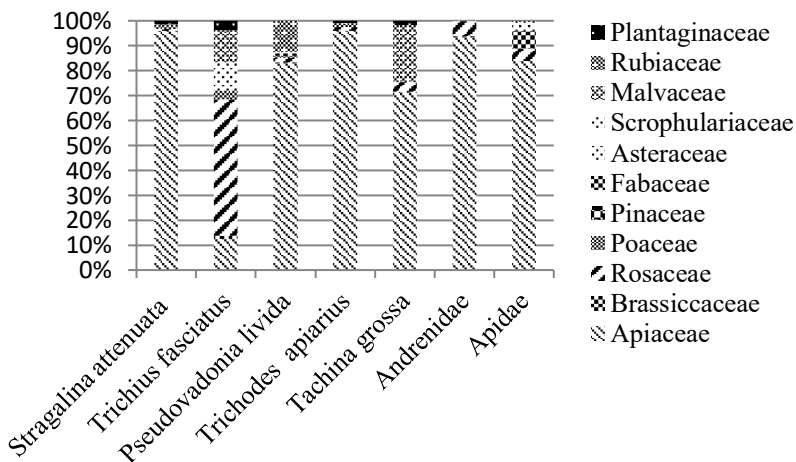


Рисунок 2 – Диаграмма соотношения количества пыльцевых зерен растений различных таксонов с тел антофилов

Следует отметить, что на теле практически всех насекомых доминируют пыльцевые зерна представителей семейства Ариасеae. Исключением являются *Trichius fasciatus* L., доля пыльцевых зерен растений семейства Ариасеae составляет 12%, а доминирует пыльца представителей семейства Asteraceae – 55%. Наиболее разнообразные пыльцевые спектры имеют представители семейства Apidae и *Pseudovadonia livida*, включают в себя по 10 семейств.

Библиографический список

1. Атлас пыльцевых зерен / Дребезгина Е.С. и др. Е.: Уральский рабочий, 2015. 320 с.
2. Куликов Г.В. Определитель сосудистых растений Челябинской области. Екатеринбург: УрО РАН, 2010. 969 с.
3. Лыков В.А., Демьянова Е. И., Квиткина А.К. Особенности опыления *Heracleum sibiricum* L. и *Seseli libanotis* (L.) Koch (Apiaceae) в приуралье. Вестник пермского университета вып. 5 (10). 2007. С. 6 – 14.
4. Лысенков С.Н. Оценка полного количества и состава пыльцы, переносимой на теле насекомых, посещающих растения с широким кругом опылителей // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отд. Биол. 2014. Т. 119. Вып. 1. С. 17-24
5. Хвир В.И. Сообщества антофильных насекомых и их взаимоотношения с сорно-рудеральными растениями: автореф. дис. канд. биол. наук. Минск 2006. 22 с.
6. Хржановский В.Г. Курс общей ботаники (систематика растений). Изд. 2-е, перераб. доп. М.: Высшая школа, 1982. 544 с.
7. Zych M. On flower visitors and true pollinators: the case of protandrous *Heracleum sphondylium* L. (Apiaceae) // Plant Systematics and Evolution. 2007. Vol. 263. P. 159–179.

К фауне и сезонной динамике пауков Кемлянского лесничества НП «Смольный», Мордовия

Р.Р. Миниахметова

ПГНИУ

Научный руководитель: д.б.н., профессор С.Л. Есюнин, ПГНИУ

Аннотация. Исследование пауков-герпетобионтов проведено в Кемлянском л-ве национального парка «Смольный», Мордовия. Материал был собран с мая по октябрь 2018 г. и в апреле-июне 2019 г. Пробы

пауков разделились на сезонные группы, различающиеся видовым составом и структурой населения. В сезонной динамике прослеживаются два пика популяции: в июле и сентябре. Летний пик обусловлен повышенной активностью *Pardosa lugubris*, *Trochosa terricola*, *Ozyptila praticola* и *Hysticus luctator*, осенний – *T. terricola* и, *Agroeca proxima*.

Ключевые слова: герпетобионтные пауки, сезонная динамика, разнообразие, Мордовия.

В наземных экосистемах пауки зачастую составляют значительную часть населения, что обуславливает высокую роль этих животных в динамике численности беспозвоночных. Многие пауки известны как истребители вредных насекомых [4]. Фауна пауков Мордовии изучена недостаточно в сравнении с другими региональными фаунами востока Русской равнины [1]. По имеющимся данным [2] основу фауны составляют виды пауков, типичные для суббореальной зоны европейской части России. Исследования пауков национального парка «Смольный» ранее не проводились.

Материал был собран в период с мая по октябрь 2018 г. и в апреле-июне 2019 г. в окрестностях Кемлянского лесничества НП «Смольный», который находится в зоне хвойно-широколиственных лесов на северо-востоке Республики Мордовия в Больше-Игнатовском и Ичалковском районах [3]. Учет пауков-герпетобионтов производился в 28, 69, 74 и 105 кварталах при помощи почвенных ловушек с фиксатором – 10% раствор формалина. Данные по сезонной динамике аппроксимировались встроенными средствами программы Microsoft Excel – методом полиномиальной регрессии. Сходство проб пауков и оценка биоразнообразия выполнена с использованием программы PAST [5].

Как видно из рис. 1, пробы разделились на весенне-летние и осенние. Причем наиболее сходны между собой летние (май-июль) пробы из 105 квартала. Таким образом, по сходству проб пауков выделяются сезонные кластеры.

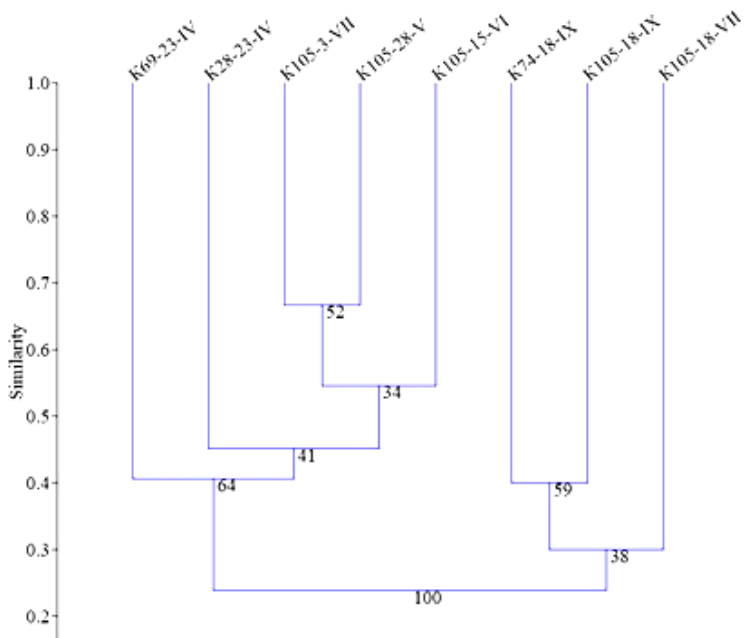


Рисунок 1 – Кладограмма сходства (индекс Дайса) проб пауков
Кемлянского лесничества НП «Смольный».

Пробы: K28-23-IV – кв.28 (23.IV-4.VI), K69-23-IV – кв. 69 (23.IV-4.VI), K74-18-IX – кв. 74 (18.IX.-1.X), K105 – кв. 105: учеты 3-18.VII, 28.V-15.VI, 15.VI-3.VII, 18.IX.-1.X, 18.VII-22.VIII.

Как видно из рис. 2 в сезонной динамике пауков имеются два пика попадаемости: в июле и сентябре. В середине лета выявлен спад активности пауков. Летний пик активности связан с увеличением попадаемости таких видов как *Pardosa lugubris*, *Trochosa terricola*, *Ozyptila pratricola*, *Xysticus luctator*. Осенью наиболее активны были *T. terricola*, *Agroeca proxima*.



Рисунок 2 – Сезонная динамика поймаемости (экз./100 лов.сут) пауков в Кемлянском лесничестве

Самое большое значения индекса Шеннона (более 2) отмечено в июне, что, по-видимому, обусловлено наибольшим количеством особей в пробе. В июле показатели видового разнообразия пауков-герпетобионтов постепенно уменьшаются, а в конце сезона разнообразие группировок пауков снова повышается (до 1.9), за счет роста количества видов.

Библиографический список

1. Агафонова О.В., Быкова А.А., Есюнин С.Л., Ручин А.Б. Весенний аспект населения герпетобионтных пауков (Araneae) некоторых биоценозов, формирующих ряд луг – березовый лес в условиях Мордовии // Вестник Пермского университета. Сер. Биология. 2019. Вып. 1. С. 56–62.
2. Есюнин С.Л., Ручин А.Б., Агафонова О.В. К познанию фауны пауков (Aranei) Республики Мордовия (Россия) // Кавказский энтомологический бюллетень. 2020. Т.16, № 1. С.3-13.
3. Заповедная Мордовия. 2021. <https://zapoved-mordovia.ru/ru/naspark-smolnyi.html>
4. Иванов А.В. Пауки, их строение, образ жизни и значение для человека. Л.: Изд-во Ленинградского ун-та, 1965. 304 с.
5. Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P.D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis // Palaeontologia Electronica. 2001. Vol.4. No.1. P.1–9.

Современное состояние ихтиофауны нижнего бьефа Воткинского водохранилища

С.П. Огородов¹, П.А. Попов²

¹Пермский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ПермНИРО»)

²ПГНИУ

Аннотация. В статье рассмотрено современное состояние ихтиофауны р. Камы ниже плотины Воткинской ГЭС на основе мониторинговых исследований, проведенных Пермским филиалом ФГБНУ «ВНИРО» за 2011-2020 гг.

Ключевые слова: р. Кама, нижний бьеф Воткинской ГЭС, ихтиофауна.

Согласно приказу Федерального агентства водных ресурсов от 28 октября 2014 г. № 270 подпор от Нижнекамского гидроузла распространяется вверх по р. Каме только до г. Сарапул. Таким образом, участок реки ниже плотины Воткинской ГЭС в пределах Пермского края является не верхней частью Нижнекамского водохранилища, а непосредственно р. Камой. Ихтиофауна здесь носит транзитный характер, поскольку данный участок является, в первую очередь, миграционным путем поднимающихся и скатывающихся рыб, остаиваемых плотинной Воткинской ГЭС. В связи с этим состав ихтиофауны отличается особым динамизмом. В разные сезоны года и отдельные периоды, иногда даже в различное время суток видовой состав и распределение рыб могут существенно меняться. Также замечено, что в маловодные периоды численность ряда видов снижается, так как рыба скатывается в нижерасположенные участки Нижнекамского водохранилища.

В основу работы положены результаты ресурсных и мониторинговых исследований, проведенных Пермским филиалом ФГБНУ «ВНИРО» в нижнем бьефе Воткинской ГЭС в 2011-2020 гг. Для отлова рыбы применялись ставные сети с ячеей от 10 до 100 мм, длиной 10–90 м и высотой от 1 до 5 м; Обработку материала проводили в полевых и камеральных условиях, используя общепринятые ихтиологические методики [6, 7]. Количество собранного материала составило 19890 экз. Встречаемость (Р) определялась как число проб, в которых встречается вид, к общему количеству проб, выраженное в процентах.

Современная ихтиофауна Средней Камы, по литературным сведениям [2], представлена 42 видами рыб, относящимися к 13 семействам. По результатам наших многолетних исследований ихтиофауна р. Камы ниже плотины Воткинской ГЭС в настоящее время включает 29 видов, относящихся к 11 семействам, входящих в 8 отрядов.

Чаще всего в уловах встречались лещ и судак ($P > 50\%$), окунь, язь и стерлядь встречались чуть реже ($P = 25-50\%$), обычными ($P = 5-25\%$) были плотва, чехонь, белоглазка, жерех, налим, щука, ерш, сом, серебряный карась, елец и синец. Такие виды, как голавль, уклейка, берш, микижа, тюлька, сазан, подуст, красноперка, бычок-кругляк, муксун и европейский хариус встречались значительно реже, или их поимки были единичными ($P < 5\%$)

Наличие таких видов, как сазан, муксун и микижа (радужная форель), не характерных для Средней Камы, но эпизодически встречающихся в уловах, связано с нижележащими садковыми хозяйствами, занимающимися рыбозаводством, в процессе работы которых часть выращиваемой рыбы, попадает в реку.

Также стоит отметить наличие на данном участке такого вида, как таймень. Эпизодические поимки данного вида браконьерами и рыбаками-любителями могут свидетельствовать о том, что в Нижнекамском водохранилище сохранилась немногочисленная популяция этого вида [3].

Таким образом, из 42 видов, характерных для Средней Камы, в нижнем бьефе Воткинской ГЭС встречается 27 видов, из которых постоянно обитает 20, а другие встречаются в лишь определенное время года, или эпизодически.

Всю ихтиофауну р. Камы ниже плотины Воткинской ГЭС можно отнести к 6 фаунистическим комплексам [4,5]. Наиболее широко представлены понто-каспийский пресноводный (лещ, белоглазка, синец, густера, красноперка, жерех, уклейка, голавль, подуст и чехонь) и бореальный равнинный (щука, серебряный карась, плотва, язь, елец, окунь и ерш). Древний верхнетретичный равнинный представлен 5 видами (стерлядь, сазан, сом, судак и берш). Таймень и европейский хариус представляют бореальный предгорный, а каспийская тюлька и бычок-кругляк – понто-каспийский морской фаунистический комплекс. К арктическому пресноводному относится только 1 вид – налим.

Для данного участка характерно наличие большого числа как реофильных, так и лимнофильных видов. Также присутствуют и эврибионтные виды – щука, плотва, ерш и язь.

По предпочтению нерестового субстрата большая часть обитающих здесь видов относится к фитофилам, но нерестилища фитофильных рыб на данном участке немногочисленны. Также, в связи со значительными колебаниями уровня воды (суточные колебания уровня могут достигать 1.5-2 м) почти не размножаются рыбы и в узкой прибрежной полосе. Таким образом, участок р. Камы ниже плотины Воткинской ГЭС не играет существенной роли в воспроизводстве рыб, за исключением видов, икрометание которых происходит в русле реки или в пелагиали. Но вследствие того, что данный участок находится в каскаде водохранилищ, и испытывает на себе их влияние, то состав ихтиофауны, численность и биомасса отдельных видов рыб на данном участке выше, чем в реках, где такого влияния не наблюдается. Это объясняется более благоприятными, чем в реке, условиями для нагула и зимовки. Благодаря этому рыболовство обстановка на данном участке р. Камы достаточно благоприятна для промысла, что видно по растущим промысловым уловам. Но лов рыбы целиком зависит от уровня режима и сезона года.

Библиографический список

1. Богуцкая Н.Г., Насека А.М. Каталог бесчелюстных и рыб пресных и солоноватых вод России с номенклатурными и таксономическими комментариями. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. 389 с.
2. Зиновьев Е.А., Мандрица С. А., Бакланов М. А. Определитель рыб бассейна Средней Камы. Метод. пос. для учеб. практики. Пермь. 2004. 31 с.
3. Михеев П.Б., Огородов С.П. О поимке сибирского тайменя *Hucho taimen* (Pallas, 1773) в Нижнекамском водохранилище // Вопросы ихтиологии, 2015. №6. С. 732-733.
4. Никольский Г.В. О биологической специфике фаунистических комплексов и значения ее анализа для зоогеографии // Зоол. журн., 1947, т. 26, вып. 3. С. 221-232.
5. Никольский Г.В. Структура вида и закономерности изменчивости рыб. М.: Пищ. пром., 1980. 183 с.
6. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая промышленность, 1966. 375 с.
7. Чугунова, И. И. Руководство по изучению возраста и роста рыб: метод. пособие по ихтиологии. М.: Изд-во АН СССР, 1959. 164 с.

Дневные чешуекрылые Ильинского района Пермского края

П.Э. Опутина, М.Я. Лямин

ПГНИУ

Аннотация. Проведен анализ фауны дневных чешуекрылых и структуры их населения в различных биотопах окрестностей поселка Ильинский Пермского края. Установлено, что, как по числу видов, так и по количественным показателям доминировали представители семейства Pieridae.

Ключевые слова: чешуекрылые, структура населения, динамика.

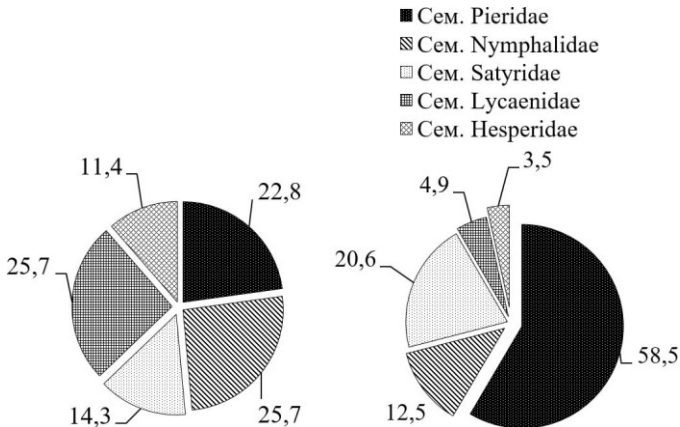
Исследования проводились в период с 3 июня по 8 августа в окрестностях посёлка Ильинский. В течение всего периода исследований дневных чешуекрылых отлавливались с помощью энтомологического сачка. Определение чешуекрылых проводилось с помощью определителя Д. В. Моргуна [2]. Дополнительно использовались определитель Ю. П. Коршунова [1] и учебное пособие В. Н. Ольшеванга [3]. В результате проведенных исследований было обнаружено 35 видов дневных чешуекрылых, которые принадлежат к 5 семействам Pieridae, Hesperidae, Lycaenidae, Nymphalidae, Satyridae (таблица). Как видно из таблицы, доминантом среди всех семейств является семейство Pieridae, которое составило 58,5% от общего числа пойманных экземпляров. При этом можно отметить, что семейство Pieridae является доминирующим семейством в каждом из представленных биотопов. Среди Pieridae доминантом является *Pieris napi*, субдоминантом – *Pieris brassicae*. Субдоминантным семейством в биотопах «Опушка соснового леса» и «Суходольный луг» является семейство Satyridae. Среди семейства Satyridae доминантами были представители двух видов *Aphantopus hyperantus* и *Coenonympha hero*. Субдоминантным семейством для биотопа «Опушка смешанного леса» является Nymphalidae. Среди семейства Nymphalidae доминантам был *Aglais io*. Самыми не многочисленными семействами являются Lycaenidae и Hesperidae. Качественные и количественные параметры структуры населения дневных чешуекрылых представлены на рисунке 1. Как известно, степень доминирования определенных видов чешуекрылых зависит от условий необходимых для их развития и существования в данном биотопе.

Видовой состав и структура населения дневных чешуекрылых
Ильинского района

Семейства/Виды	Биотопы	Оп. смеш. лес.	Суход. луг	Оп. сосн. лес.	Итого	%
Семейство Pieridae Leah, 1728					216	58,5
<i>Anthocharis cardamines</i> (Linnaeus, 1758)		–	1	1	2	0,5
<i>Colias hyale</i> (Linnaeus, 1758)		–	8	–	8	2,2
<i>Euchloe ausonia</i> (Hubner, 1805)		2	1	1	4	1,1
<i>Gonepteryx rhamni</i> (Linnaeus, 1758)		1	3	2	6	1,6
<i>Leptidea sinapis</i> (Linnaeus, 1758)		8	1	12	21	5,7
<i>Pieris rapae</i> (Linnaeus, 1758)		9	7	2	18	4,9
<i>Pieris brassicae</i> (Linnaeus, 1758)		14	20	19	53	14,4
<i>Pieris napi</i> (Linnaeus, 1758)		28	58	18	104	28,2
Семейство Hesperidae Leah, 1812					13	3,5
<i>Carterocephalus palaemon</i> (Pallas, 1771)		1	–	–	1	0,3
<i>Hesperia comma</i> (Linnaeus, 1758)		–	1	–	1	0,3
<i>Thymelicus lineola</i> (Ochsenheimer, 1808)		1	1	3	5	1,4
<i>Thymelicus sylvestris</i> (Poda, 1761)		3	1	2	6	1,6
Семейство Lycaenidae Leach, 1815					18	4,9
<i>Celastrina argiolus</i> (Linnaeus, 1758)		–	–	1	1	0,3
<i>Cyaniris semiargus</i> (Rottemburg, 1775)		–	1	–	1	0,3
<i>Lycaena dispar</i> (Haworth, 1802)		2	–	–	2	0,5
<i>Lycaena virgaureae</i> (Linnaeus, 1758)		–	–	2	2	0,5
<i>Phengaris alcon</i> (Denis & Schiffermuller 1775)		4	1	2	7	1,9
<i>Phengaris teleius</i> (Bergsträsser 1779)		1	–	–	1	0,3
<i>Plebejus argus</i> (Linnaeus, 1758)		1	–	–	1	0,3
<i>Plebejus argyrognomon</i> (Bergstrasser, 1779)		1	1	–	2	0,5
<i>Polyommatus thersites</i> (Cantener 1835)		1	–	–	1	0,3
Семейство Nymphalidae Swainson, 1728					46	12,5
<i>Aglais io</i> (Linnaeus, 1758)		4	7	15	26	7,0
<i>Aglais urticae</i> (Linnaeus, 1758)		4	2	2	8	2,2
<i>Argynnis paphia</i> (Linnaeus, 1758)		–	–	1	1	0,3
<i>Boloria selene</i> (Denis & Schiffermüller 1775)		–	2	–	2	0,5
<i>Brenthis ino</i> (Rottemburg, 1775)		1	–	–	1	0,3
<i>Melitaea athalia</i> (Rottemburg, 1775)		–	–	1	1	0,3
<i>Melitaea aurelia</i> (Nickerl, 1850)		–	2	–	2	0,5
<i>Polygonia c-album</i> (Linnaeus, 1758)		2	–	2	4	1,1
<i>Vanessa cardui</i> (Linnaeus, 1758)		0	–	1	1	0,3
Семейство Satyridae Boisid, 1833					76	20,6

Окончание таблицы

<i>Aphantopus hyperantus</i> (Linnaeus, 1758)	7	14	13	34	9,2
<i>Coenonympha arcania</i> (Linnaeus, 1761)	–	2	3	5	1,4
<i>Coenonympha glycerion</i> (Borkhausen, 1788)	–	1	1	2	0,5
<i>Coenonympha hero</i> (Linnaeus, 1761)	4	3	24	31	8,4
<i>Maniola jurtina</i> (Linnaeus, 1758)	–	–	4	4	1,1



Качественная и количественная структура населения булавоусых чешуекрылых Ильинского района (слева – % количества видов в семействе от общего числа видов, справа – % количества экземпляров в семействе от общего числа экземпляров)

Исходя из полученных нами данных можно говорить о достаточно благоприятных условиях для развития и лёта представителей семейства Pieridae.

Библиографический список

1. Коршунов Ю.П., Булавоусые чешуекрылые Урала, Сибири и Дальнего Востока: определитель и аннотация. – Новосибирск: Вител, 2000. С.221
2. Моргун Д. В., Булавоусые чешуекрылые европейской России и сопредельных стран. Определитель-справочник. -М.: МГСЮН, 2002. С.214
3. Ольшванг В. Н. Дневные бабочки Урала : учебное пособие / В. Н. Ольшванг, Ю. Н. Баранчиков; МВ и ССО РСФСР, Уральский государственный университет им. А. М. Горького. — Свердловск: УрГУ, 1982. – 100 с.

Питание хариуса *Thymallus thymallus* в верхнем течении р. Вишеры

М.С. Орлова

ПГНИУ

Научный руководитель: к.б.н., профессор Н.Н. Паньков, ПГНИУ

Аннотация. Вишера известна как река, в которой обитает одна из крупнейших популяций европейского хариуса. В составе пищи хариуса р. Вишеры зарегистрированы 70 компонентов животного происхождения, из которых 36 таксонов – наземные членистоногие и 33 таксона – водные беспозвоночные. Основу рациона хариуса составляют такие организмы как *Arctopsyche ladogensis* и *Apatania cymophila*, куколки *Trichoptera* и малоцетинковые черви. Хариус избирательно поедает личинок ручейников *Apatania cymophila*, *Glossosoma intermedia*. С возрастом предпочтение к ряду организмов зообентоса меняется в пользу веснянок *Arcynopteryx compacta*.

Ключевые слова: европейский хариус, наземные членистоногие, водные беспозвоночные.

Европейский хариус *Thymallus thymallus* (Linnaeus, 1758) относится к единственному роду *Thymallus*, представляющему голарктическое, преимущественно азиатское семейство Хариусовых Thymallidae отряда лососеобразных рыб Salmoniformes. В составе рода, по оценкам разных специалистов, насчитывается от трех до девяти видов [1].

Размеры хариуса обычно не превышают 50 см при массе до 1,0 кг [2].

Хариус предпочитает быстрые речки с чистой водой, но иногда его можно встретить и в холодноводных озерах [3].

Западный макросклон Урала и прилегающие территории Русской равнины – это крупнейший регион, где хариус представляет собой не только обычную рыбу, но и традиционный объект местного промысла [4]. Широкое распространение, большое хозяйственное значение, популярность и уязвимость хариуса издавна привлекают к нему внимание специалистов.

За минувшие десятилетия накоплен большой объем научной информации, касающейся, главным образом, морфологической изменчивости

хариуса. Эти сведения отражены в серии частных работ (свыше сотни публикаций) и обобщены в монографии Е.А. Зиновьева [4].

В тематике исследований нашли своё место и вопросы питания хариуса. На основе обширного материала (свыше 10 тыс. особей из 75 популяций этого вида в регионе) выявлен состав пищи, прослежена суточная ритмика питания, его размерно-возрастная и биотопическая изменчивость, сезонная и годовая динамика [4].

Однако, в цитированных работах изучение спектра питания хариуса проводилось без увязывания его с кормовой базой – структурой населения донных животных и составом дреффта, как основе рациона этих рыб. Это делает невозможным исследование такой важной составляющей пищевого поведения, как избирательность, или элективность питания.

Скудость сведений в данном вопросе создают проблему и для решения ряда гидробиологических задач, связанных с оценкой дифференцированного пресса рыб на популяции видов-жертв, интерпретацией динамики зообентоценозов в условиях воздействия рыб-бентофагов, прогнозированием состава рационов и обеспеченности пищей хариуса в разнотипных водотоках [5]. В связи с этим актуальность данного исследования несомненна.

Материалы и методы

В основу работы положены результаты обработки 88 пищевых комков хариусов, добытых в ходе комплексной научной экспедиции, проходивших под руководством заместителя директора по науке государственного природного заповедника «Вишерский» В.В. Семёнова с 22 по 30 июля 2016 г.

Материал отбирался на участке Вишеры от кордона Хальсория до устья р. Мойвы. В качестве орудия лова использовались крючковые снасти (поплавочная удочка) с «искусственной мушкой» в качестве наживки. Вся рыба добыта участниками экспедиции И.И. Кропачевым и А.В. Юговым.

Камеральная обработка содержимого желудков проводилась в лаборатории гидробиологии кафедры зоологии беспозвоночных и водной экологии.

Пробы зообентоса отобраны Н.Н. Паньковым. Их камеральная обработка выполнена Н.Б. Овчанковой.

Результаты и обсуждение

В составе пищи европейского хариуса верхнего течения Вишеры выявлено 70 компонентов животного происхождения, среди которых

наземные членистоногие (36 таксонов) и водные беспозвоночные (33 таксона). К зарегистрированным пищевым компонентам относились представители следующих отрядов и классов: Ephemeroptera, Plecoptera, Odonata, Trichoptera, Homoptera, Heteroptera, Psocoptera, Coleoptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Megaloptera, Diptera, Aranea, Hydracarina, Oligochaeta, Gastropoda. Позвоночные животные представлены неидентифицируемыми останками рыб.

Предварительный анализ материала позволил нам разделить пищевые комки на три совокупности (группы), различающиеся по составу и представленности компонентов пищи. В первую группу вошло содержимое желудков хариусов весом до 50 г; вторую – от 51 до 99 г; третью – от 100 г и больше.

В питании всех трёх размерных групп часто встречаются личинки ручейников *Arctopsyche ladogensis* и *Apatania crytophila*, куколки Trichoptera и малощетинковые черви. Эти беспозвоночные присутствуют не менее чем в 30% желудков каждой размерной группы. Наряду с ними, достаточно обычны были личинки и взрослые жуки *Elmis* sp., личинки комаров-звонцов Chironomidae, поденок *Baetis vernus*, ручейников *Rhyacophlia nubila* и *Glossosoma intermedia*.

В питании крупного хариуса возрастает встречаемость личинок веснянок *Arcynopteryx compacta*, взрослых подёнок *Baetis vernus*, а также мух, в составе рациона появляется рыба, не отмеченная у его более мелких представителей.

Проведенное исследование позволило рассчитать индекс элективности ϵ_i ; [Chesson, 1983] для массовых представителей зообентоса верхнего течения р. Вишеры. Было выявлено, что хариус отличается высокой разборчивостью в пище. Наибольший индекс элективности, приближающийся к единице, характерен для личинок ручейников *Apatania crytophila*, которые являются излюбленным кормом для всех трёх размерных групп рыб. Несколько меньший, но тоже значительный интерес хариусы проявляют к ручейникам *Glossosoma intermedia*. Отношение хариуса к ряду организмов зообентоса закономерно меняется по мере роста рыбы. Так, мелкие хариусы оказывают умеренное предпочтение ручейникам *Arctopsyche ladogensis*, подёнкам *Baetis vernus* и жесткокрылым *Elmis* sp. Однако более крупные представители вида их откровенно избегают, отдавая умеренное предпочтение веснянкам *Arcynopteryx compacta*.

Библиографический список

1. Макоедов А.Н. Родственные отношения хариусовых Сибири и Дальнего Востока // Москва, 1999. – 107 с.
2. Расс Т.С. Жизнь животных. Рыбы. Т.4 часть 1 //Просвещение. Москва, 1971 – 710 с.
3. Берг Л.С. Рыбы пресных вод и сопредельных стран. Часть 1 // Академии наук СССР. Москва, 1948. – 466 с.
4. Зиновьев Е.А. Экология хариусов Пермского Прикамья // Пермь: Изд-во Перм. гос. ун-та 2012 – 444 с.
5. Паньков Н.Н. Структура летнего рациона и элективность питания европейского хариуса *Thymallus thymallus* (L.) р. Сылвы (Пермское Прикамье) // Биология и экология рыб Прикамья: Межвуз. сб. науч. тр. Пермь, 2008а. Вып. 2. С. 57-62.

Сообщества насекомых (Coleoptera, Heteroptera, Diptera) на зонтичных *Heracleum sibiricum* и *Seseli libanotis* (Apiaceae)

Д.Н. Питкин, М.Я. Лямин, А.В. Тиунов
ПГНИУ

Аннотация. Приспособление насекомых к питанию на цветах и их опылению называют антофилией, а встречаемые приспособления растений – энтомофилией [3]. Сбор материала проводился на территории Троицкого заказника (Челябинская область). Была изучена структура посетителей соцветий *Heracleum sibiricum* L. и *Seseli libanotis* (L.) Koch (Apiaceae). На основании полученных данных был проведен предварительный анализ сходства антофильных комплексов насекомых трех отрядов (Coleoptera, Heteroptera, Diptera) на данных растениях.

Ключевые слова: Энтомофилия, антофилия, насекомые.

Антофильные насекомые – специализированная группа членистоногих, трофически связанная с цветками многих высших растений. Видовое разнообразие насекомых обуславливает то, что несколько видов антофилов могут конкурировать за питание на одном виде растений. Сумма видов, опыляющих конкретный вид растений, формируют антофильные комплексы. Коэволюция сопровождается формированием комплекса взаимных адаптаций (коадаптаций),

оптимизирующих устойчивые взаимодействия популяций разных видов [4]. Сбор материала производился в ООПТ «Троицкий государственный природный комплексный заказник» летом 2019 года. Сбор насекомых производился по методике В. В. Попова [2] малым энтомологическим сачком.

Насекомые отлавливались в течение всего периода цветения в тычиночную и рыльцевую стадии. Отлов производился в течение часа в благоприятное время для лёта насекомых.

Среди множества видов зонтичных, в качестве модельных были выбраны златогоричник эльзаский (*Xanthoselinium alsaticum* L.) и жабрица порезниковая (*Seseli libanotis* (L.) Koch, 1824), как одни из массово представленных на территории заказника и на прилегающей к нему территории. Открытое положение нектара на надпестичном диске, неспециализированность цветка способствуют посещению его разнообразными группами насекомых [1].

В ходе исследования было проведено 47 часов учетов на соцветиях зонтичных и в процессе камеральной предварительно были определены представители отрядов Heteroptera, Coleoptera и Diptera. Для описания структуры антофильных комплексов нами подсчитана сумма пойманных экземпляров по семействам в отрядах (таблица).

Таблица

Распределение количества экземпляров пойманных опылителей зонтичных, в скобках – удельная (на 1 учет) попадаемость. N - часов учетов.

Отряды \ Растение	<i>S. libanotis</i>	<i>X. alsaticum</i>
Heteroptera	11 (0,42)	16 (0,76)
Coleoptera	458 (17,6)	67 (3,2)
Diptera	779 (30,0)	627 (29,9)

На рисунке представлено сравнение таксономической структуры комплексов антофильных насекомых, отражающее встречаемость

представителей трех отрядов для каждого изученного нами растения (рисунок).

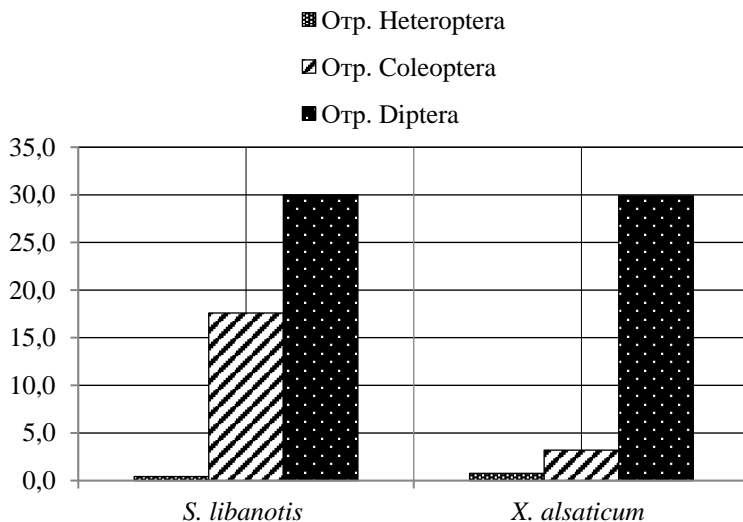


Рис. Диаграмма соотношение встречаемости представителей отрядов Heteroptera, Coleoptera, Diptera, для каждого вида зонтичного в пересчете на час.

Исходя из полученных нами данных можно сделать вывод, что в антофильных комплексы Жабрицы порезниковой и Златогоричника преобладают двукрылые (Diptera). Также отмечается относительно низкое разнообразие жесткокрылых (Coleoptera) на Златогоричнике.

Библиографический список

1. Гринфельд Э. К. Происхождение антофилии у насекомых// Л.: Изд-во ЛГУ, 1962. 186 с.
2. Попов В.В. Сбор и изучение опылителей сельскохозяйственных культур и других растений: в помощь работникам на полезащитных лесных полосах // М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1950. Т. 2. 36 с.
3. Чернышев В.Б. Экология насекомых // Учебник. – М.: Изд-во МГУ, 1996 – 304 с.
4. Шилов И.А. Экология // М.: Высшая школа, 1997. – 512 с.

Динамика численности и половой состав *Harpalus rufipes* (DeGeer, 1774) в зимний период в условиях закрытого грунта Ботанического сада ПГНИУ

Е.В. Плакхина

ПГНИУ

Научный руководитель: д.б.н., профессор С.Л. Есюнин, ПГНИУ

Аннотация: Исследования проводилось на территории Ботанического сада ПГНИУ в условиях закрытого грунта оранжерей при помощи почвенных ловушек Барбера, проанализирована динамика численности и половая структура популяции *Harpalus rufipes* (DeGeer, 1774) в зимний и ранневесенний период.

Ключевые слова: жуужелицы, оранжерей, половой состав, зимняя активность.

Экспозиции закрытого грунта Ботанического сада им. профессора А.Г. Генкеля ПГНИУ расположены в фондовой оранжерее площадью 1400 м² [2] и размещаются на изолированных грунтовых площадках, пять из которых имитируют типичные растительные сообщества тропиков и субтропиков [6]. Систематические зоологические исследования оранжерей ботсада ранее не проводились. В литературе имеются сведения о нахождении в оранжерее интродуцированного вида пауков [7]. Целью нашей работы было изучение видового состава, динамики численности и сезонной активности комплекса наземных беспозвоночных оранжерей. В данном сообщении представлены первые результаты по жуужелицам.

Сбор материала осуществлялся при помощи почвенных ловушек (250 мл пластиковые стаканчики с 4% формалином). Ловушки экспонировались с декабря 2020 г. по март 2021 г. Выборка материала производится каждые 14 дней. Обследовано 10 отделений оранжерей, различающихся гидро-термическим режимом и набором растений [5] (в скобках указано количество отработанных ловушко-суток): «Растения Пермского геологического периода» (403), «Влажные тропики» (445), «Кактусы и суккуленты» (445), «Эпифиты» (403), «Сухие тропики» (445), «Полезные растения тропиков» (445), «Коллекция орхидей»

(445), «Субтропики» (340), старая теплица (холодная часть) (431), старая теплица (теплая часть) (417).

За весь период исследований в оранжереях ботанического сада было обнаружено 6 представителей сем. Carabidae, из которых наиболее массовым была жужелица волосистая – *Harpalus rufipes* (DeGeer, 1774) – политоппный мезофил, охотно заселяющий антропогенные ландшафты; в личиночной стадии в основном многоядный хищник, на стадии имаго – миксофитофаг. С одной стороны, он отмечается как эффективный энтомофаг, уничтожающий колорадского жука, клубеньковых долгоносиков и подгрызающих совков [1], а, с другой, взрослые жужелицы могут вредить зерновым культурам [4]. Жук имеет палеарктический ареал, интродуцирован в Северную Америку [4]. В природных условиях на севере развивается 2 года, на юге – 1 год; в природе имаго встречаются с апреля по конец октября. Яйцекладка происходит в мае-июле. При 2-летнем цикле развития зимуют личинки и имаго.

Всего за период исследования нами было отловлено 22 особи данного вида. Из 10 обследованных нами отделений, вид встречался в пяти (табл.).

Количество особей жужелицы волосистой, отловленных в различных отделениях экспозиции закрытого грунта ботанического сада ПГНИУ

Отделение	Количество самцов/самок
«Растения Пермского геологического периода»	5/5
«Кактусы и суккуленты»	2/2
«Коллекция орхидей»	1/3
«Субтропики»	1/1
Старая теплица (теплая часть)	1/1

Большая часть особей отмечена в отделении «Растения Пермского геологического периода», которое наиболее близко расположено ко входу в оранжерейный комплекс, в этом отделении на протяжении периода исследований температура и влажность воздуха были умеренными. Однако в старой теплице в «холодной части», несмотря на то, что двери её непосредственно открываются наружу, жужелица не обнаружена, возможно, потому что в зимний период температура воздуха в ней была самой низкой.

Зимняя активность *P. rufipes* показана на Рис.1. Наибольшее число особей отловлено в первую декаду января. Возможно сказался эффект

первого отлова, который, в отличие от последующих, содержал как «оседлых» так и мигрирующих особей. В январе-феврале 2021 г. было отмечено четыре периода низких температур в г. Перми [8], и в это время численность особей резко снижается. К началу марта численность начинает расти, однако сотрудниками Ботанического сада была проведена плановая инсектицидная обработка (2 и 17 марта), и численность *H. rufipes* в последующих учетах вновь сокращается.

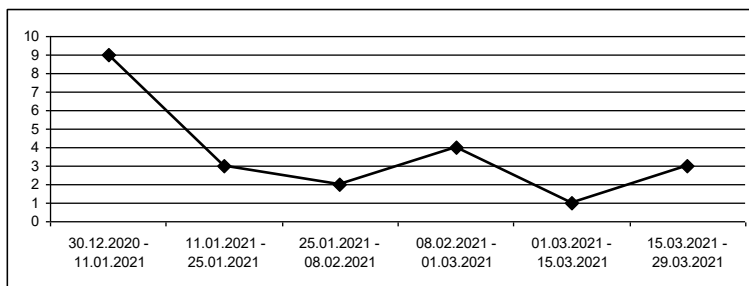


Рисунок 1 – Динамика количества особей жукилицы волосистой в условиях закрытого грунта Ботанического сада ПГНИУ в зимний период

Соотношение полов в изученной популяции жукилицы волосистой приблизительно равное (отловлено 12 самок и 10 самцов). Как видно из Рис. 2 соотношение полов *H. rufipes* в пробах не имело четких тенденций к изменению в зимний период.

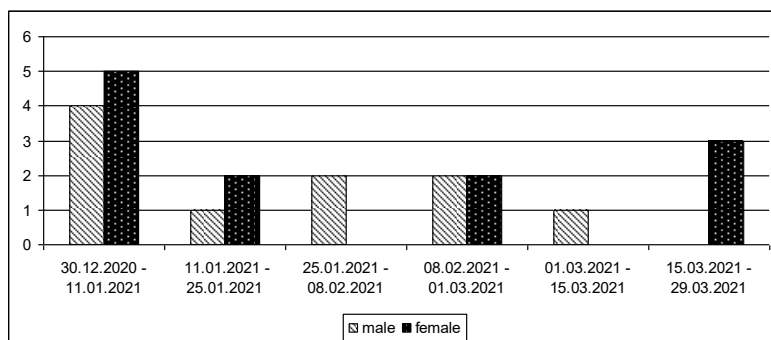


Рисунок 2 – Количество самцов (male) и самок (female) *P. Rufipes* в условиях закрытого грунта Ботанического сада ПГНИУ в зимний и ранневесенний период

Согласно сообщениям многих авторов, *H. rufipes* в естественных условиях имеет летне-осенний рециклический жизненный цикл с облигатной зимней парапаузой с ноября по май [3]. Однако в условиях закрытого грунта Ботанического сада ПГНИУ активность *H. rufipes* сохраняется в зимний период.

Пользуясь случаем, выражаю благодарность С.Л. Есюнину за помощь в сборе и определении материала.

Библиографический список

1. Афонин А.Н., Грин С.Л., Дзюбенко Н.И., Фролов А.Н. (ред.) Агроэкологический атлас России и сопредельных стран: экономически значимые растения, их вредители, болезни и сорные растения: сайт. URL: <http://www.agroatlas.ru/ru/index.html> (дата обращения: 25.04.2021).

2. Ботанический сад, исторический очерк // Пермский государственный национальный исследовательский университет: сайт. URL: <http://www.psu.ru/podrazdeleniya/podrazdeleniya-obespecheniya/botanicheskij-sad/istoricheskij-ocherk> (дата обращения 25.04.2021).

3. Маталин А.В. Типология жизненных циклов жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) Западной Палеарктики // Зоологический журнал. 2007. Т. 86. №10. С. 1196-1220.

4. Решетняк Д.Е., Бригадеренко В.В. Оптимизация рациона *Harpalus rufipes* (Coleoptera, Carabidae) в условиях лабораторного содержания // Вісник Дніпропетровського університету. Сер. Біологія. Екологія. 2013. Вип. 21, №1. С. 38-42.

5. Шумихин С.А. Ботанические экскурсии по коллекциям и экспозициям Ботанического сада им. Генкеля Пермского университета: путеводитель: монография. Спб.: Маматов, 2015. 208 с.

6. Шумихин С.А. Экологическая концепция экспозиционного комплекса Ботанического сада Пермского университета // Ярославский педагогический вестник. 2012. Т. 2. № 4. С. 209-213.

7. Esyunin S.L., Agafonova O.V., Vykova A.A. 2019. The first record of the introduced spider species *Nesticella mogera* (Yaginuma 1972) from Russia (Araneae: Nesticidae) // Arthropoda Selecta. Vol.28, No.1. P.131–134.

8. WeatherArchive: сайт. URL: <http://weatherarchive.ru/> (дата обращения 25.04.2021).

Детерминация молоди осенней кеты *Oncorhynchus keta* реки Анюй и Анюйского ЛРЗ (Хабаровский край) методами морфологического анализа

А.С. Помелова

ПГНИУ

Научный руководитель: доцент П.Б. Мехеев, ПНИПУ

Аннотация. Исследовались счетные признаки осенней кеты *Oncorhynchus keta*, для нахождения маркеров, чтобы идентифицировать особей заводского происхождения в смешанной выборке. Гипотеза о различии по данным признакам особей разного происхождения базируется на температурном факторе. В результате гипотеза подтверждается, так как есть значимые различия по миомерам, лучам в спинном и анальном плавниках. Жаберные тычинки не подойдут в качестве маркера, потому что есть связь признака с длиной.

Ключевые слова: кета, морфологические маркеры, идентификация происхождения.

Выпуски молоди осенней кеты в бассейн реки Амур до 2000-х годов не приводили к увеличению улова, однако после произошел значительный рост [2]. На данный момент отсутствует ясность какая кета вылавливается промыслом: рыбоводная или дикая.

Чтобы выяснить, какого она происхождения, нужно найти морфологические маркеры уникальные для кеты заводского происхождения. Решение данной задачи подразумевает анализ морфологических признаков. Рабочая гипотеза исследования базируется на температурном факторе [1, 3]. С повышением температуры воды ускоряются процессы морфогенеза, усвоения пищи, темп роста и другие процессы; понижение температуры, в свою очередь, резко их замедляет. Следовательно, морфологические признаки особей, выросших при различных температурных условиях, будут отличаться.

Цель нашей работы: Поиск морфологических маркеров для идентификации особей заводского происхождения в смешанной выборке.

Материал собран сотрудниками Хабаровского филиала ФГБНУ «ВНИРО» 16 апреля 2020 г. на Анюйском рыбоводном заводе, являю-

щимся обособленным структурным подразделением ФГБУ «Главрыбвод». Молодь естественного происхождения была выловлена 29 апреля 2020 г. (локация места сбора молоди 49°18'20.6"N 136°30'36.0"E). Из каждой пробы были отобраны 30 особей.

Для морфометрического анализа использовали следующие меристические признаки:

Число жаберных тычинок на первой жаберной дуге.

Число миомеров.

Число ветвистых и неветвистых лучей в спинном и анальном плавнике.

У рыб штангенциркулем измеряли длину тела по Смиуту. Подсчет морфологических элементов проводили под бинокляром МБС-12.

Статистическая обработка данных проведена в программе RStudio.

В результате исследования выявлена статистически значимая разница по миомерам – молодь кеты реки Анюй характеризовались большим числом по сравнению с особями рыбоводного происхождения.

Так же молодь кеты реки Анюй характеризовалась значимо большим числом неветвистых лучей в спинном плавнике, а также их общим числом. По числу ветвистых лучей отличий не обнаружено.

Число неветвистых и ветвистых лучей, а также общее количество лучей в анальном плавнике у молоди кеты естественного происхождения было больше. Везде значения статистически значимые.

Отметим, что число жаберных тычинок было выше у молоди кеты искусственного происхождения. Скорее всего это определяется значимой положительной корреляцией этого признака с длиной молоди кеты. Поэтому жаберные тычинки не подходят в качестве морфологического маркера, так как их число связано с длиной, а не с происхождением особей [5, 6, 7]. С ростом молоди количество жаберных тычинок увеличивается, а длина дикой и заводской молоди существенно различается, потому что они выращены в разных температурных условиях.

Согласно результатам, мы подтверждаем нашу гипотезу, потому что есть значимые различия по количеству миомеров и лучей в спинном и анальном плавниках у рыб разного происхождения. Значит эти морфологические маркеры могут применяться для дифференциации особей заводского происхождения в смешанной выборке [4].

Также следует отметить, что большую роль в выявленных различиях играет температурный фактор. При этом жаберные тычинки не подойдут в качестве морфологического маркера, так как их количество увеличивается с длиной рыбы.

Данная информация может помочь идентифицировать особей в смешанной выборке, что в свою очередь поможет разработать меры по регулированию промысла, и, следовательно, в дальнейшем приведет к увеличению улова.

Библиографический список

1. Зуевский С.Е., Филиппова О.П., Сафронов А.С., Суховер К.В. Влияние температуры в эмбриогенезе на рыбоводно-биологические показатели молоди гибрида бестера // Вестник АГТУ. 2018. № 1. С. 98-110.

2. Коцюк Д.В. Искусственное воспроизводство тихоокеанских лососей в бассейне р. Амур: история, современное состояние, перспективы // Известия ТИНРО. 2020. № 200. С. 530-550.

3. Хованская Л.Л. Влияние температуры воды на рост и развитие личинок и молоди тихоокеанских лососей на ЛРЗ Магаданской области // Известия ТИНРО. № 150. 2007. С. 328-351.

4. Jordaan, A., Hayhurst, S.E. and Kling, L.J. The influence of temperature on the stage at hatch of laboratory reared *Gadus morhua* and implications for comparisons of length and morphology // *Journal of Fish Biology*, 2006. № 68. С. 7-24.

5. MacNeil, D.B. and S.B Brandt. Ontogenetic shifts in gill-raker morphology and predicted prey capture efficiency of the alewife, *Alosa pseudoharengus* // *Copeia*. 1990. № 1. С. 164-171.

6. Muir, A.M., Vecsei, P., Pratt, T.C., Krueger, C.C., Power, M. and Reist, J.D. Ontogenetic shifts in morphology and resource use of cisco *Coregonus artedii* // *J. Fish Biol.* 2013. № 82. С. 600-617.

7. Villalobos H., Rodriguez-Sanchez R. Pattern of increase in gill raker number of the California sardine // *J. Fish Biol.* 2002. № 60. С. 256-259.

Биотопические предпочтения муравьёв Кунгурской лесостепи

А.Д. Поспелова

ПГНИУ

Научный руководитель: проф. А.В. Гилёв, УРФУ

Аннотация. Исследования проведены в Кунгурской лесостепи летом 2020 г. Сбор муравьёв проводился по методу Огаты. Биотопические предпочтения оценивали с помощью показателя степени биотопической приуроченности Песенко. Показано, что *Myrmica rugulosa*, *Formica rufibarbis*, *F. cunicularia* и *Lasius alienus* предпочитают разнотравные луга; *F. polycetena* и *L. umbratus* – темнохвойные леса; *M. sulcinodis*, *Tetramorium caespitum*, *L. longiceps* – сосновые леса и их опушки; *Myrmica scabrinodis*, *M. schencki*, *L. fuliginosus* и *Leptothorax acervorum* – берёзовые леса и их опушки. *Lasius niger*, *L. flavus* и *F. fusca* обладают высокой экологической пластичностью и могут поселяться в различных биотопах.

Ключевые слова: муравьи, Кунгурская лесостепь, биотопические предпочтения.

Муравьи – общественные насекомые, играющие одну из ключевых ролей в наземных биоценозах. Первым шагом такого изучения является выявление видового состава муравьёв какого-либо региона. На территории Кунгурской лесостепи такие исследования проводились начиная с 60-х годов XX века и можно предполагать, что видовой состав муравьёв в целом изучен с достаточной степенью полноты [1, 5].

При этом многие аспекты экологии муравьёв, в частности, ландшафтно-биотопические предпочтения видов, остаются практически не изучены. В этой связи целью нашей работы было изучение биотопического распределения основных видов муравьёв в условиях Кунгурской лесостепи.

Сбор муравьёв проводился по методу Огаты [6] на 9 участках в окрестностях г. Кунгур. Участки выбирались таким образом, чтобы охватить максимальное количество фитоценозов. На каждом участке было заложено от 6 до 18 учетных площадок, в зависимости от количе-

ства биотоп, представленных на участке. В дальнейшем данные конкретных площадок были объединены по типам растительности. Всего было выделено 7 биотопов: 1) Разнотравный луг, 2) Берёзовый лес (включая сосново-берёзовый), 3) Опушка березняка, 4) Сосновый лес, 5) Опушка сосняка, 6) Темнохвойный лес (пихтово-еловый и елово-сосновый), 7) Опушка темнохвойного леса.

Биотопические предпочтения основных видов муравьёв оценивали с помощью индекса биотопической приуроченности [3]. Данный показатель изменяется от -1 до +1 и отражает степень избегания или предпочтения биотопа видом.

На учетных площадках обнаружено 16 видов муравьёв (табл.).

Индекс биотопической приуроченности муравьёв
Кунгурской лесостепи

Вид	Биотоп*						
	1	2	3	4	5	6	7
<i>M. scabrinodis</i>	-1,0	-1,0	1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0
<i>M. schencki</i>	-1,0	0,4	0,8	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0
<i>M. sulcinodis</i>	-1,0	-1,0	-1,0	1,0	-1,0	-1,0	-1,0
<i>M. rugulosa</i>	1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0
<i>T. caespitum</i>	0,0	-1,0	0,1	0,6	-1,0	-1,0	0,1
<i>L. acervorum</i>	-1,0	-1,0	1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0
<i>F. polyctena</i>	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	0,9	0,8
<i>F. rufibarbis</i>	0,7	-1,0	-0,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0
<i>F. cunicularia</i>	1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0
<i>F. fusca</i>	-0,5	0,3	0,3	-1,0	0,4	-1,0	-1,0
<i>L. niger</i>	0,2	-0,5	-0,2	0,1	0,3	0,2	-1,0
<i>L. alienus</i>	1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0
<i>L. longiceps</i>	-0,1	-0,0	-0,3	0,6	0,5	-1,0	0,1
<i>L. flavus</i>	0,2	0,3	-0,2	-1,0	0,3	-1,0	-1,0
<i>L. umbratus</i>	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	1,0
<i>L. fuliginosus</i>	-1,0	1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0

* Номера биотопов как в тексте.

К стенотопным видам, предпочитающим разнотравные луга, относятся *Myrmica rugulosa*, *Formica rufibarbis*, *F. cunicularia* и *Lasius alienus*. Они поселяются на освещённых участках, хорошо прогреваемых солнцем, так как высокая температура необходима данным видам для нормального развития их потомства.

К видам, предпочитающим темнохвойные леса, относятся *F. polyctena* и *L. umbratus*. *F. polyctena*, в отличие от других представителей рода *Formica*, предпочитает более увлажненные участки. Поселяется в темнохвойных лесах и на их опушках. *L. umbratus* – геобионт, предпочитает только опушки темнохвойных лесов.

Берёзовые леса и их опушки предпочитают такие виды, как *Myrmica scabrinodis*, *M. schencki*, *Leptothorax acervorum* и *Lasius fuliginosus*. Это мезофилы, предпочитающие среднюю температуру и влажность. *Leptothorax acervorum* устраивает гнёзда в подстилке, под камнями, *M. scabrinodis* и *M. schencki* поселяются среди густой растительности, а *L. fuliginosus* – типичный дендробионт, устраивающий гнёзда в древесине.

К видам, предпочитающим сосновые леса и их опушки относятся *M. sulcinodis*, *T. caespitum*, *L. longiceps*. При этом *M. sulcinodis* и *T. caespitum* поселяются только в сосновых лесах на песчаных почвах, а *L. longiceps* предпочитает как сам лес, так и его опушку.

Такие виды, как *L. niger*, *L. flavus*, *F. fusca*, обладают высокой экологической пластичностью и могут поселяться в различных биотопах. *L. niger* поселяется на разнотравных лугах, в сосновых лесах и на их опушках, а также в темнохвойных лесах. Но отчетливо избегает березняки, их опушки и опушки темнохвойных лесов, вероятно из-за сильной конкуренции с другими видами.

L. flavus морфологически очень близок к *L. longiceps*, но в отличие от него поселяется на лугах, в березняках и на опушках сосновых лесов. *F. fusca* так же предпочитает березняки и опушки берёзовых и сосновых лесов. В отличие от других видов подрода *Serviformica*, предпочитающих разнотравные луга, *F. fusca* отчетливо их избегает.

Полученные нами данные хорошо согласуются с наблюдениями Зрянина, полученными им в заповеднике «Аркаим» [2], а также с данными Раченко по муравьям рода *Myrmica* [4].

Библиографический список

1. Гридина Т.И. Географический анализ фауны муравьёв Пермской области // Географический вестник. 2006. № 1. С. 145–148.
2. Зрянин В.А. Материалы к фауне муравьёв (Hymenoptera, Formicidae) заповедника «Аркам» // Степи и лесостепи Зауралья: материалы к исследованиям. Челябинск, 2006. С. 54–61.
3. Песенко Ю. А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях М.: Наука, 1982. 287 с.
4. Радченко А. Г. Обзор видов группы *scabrinodis* рода *Murmica* (Hymenoptera, Formicidae) Центральной и Восточной Палеарктики // Зоол. журн. 1994. Т. 73, № 9. С. 75 – 82.
5. Сейма Ф. А. Структура населения муравьёв тайги. Пермь: Изд-во Перм. гос. ун-та, 2008. 166 с.
6. Ogata K. Measuring biodiversity of ants (Hymenoptera: Formicidae) // 20 Int. Congr. Entomol., Firenze, Aug. 25 – 31, 1996: Proc. Firenze, 1996. P. 96.

Оценка роста обыкновенного окуня *Perca fluviatilis* из Кармановского водохранилища

А.А. Систерова

ПГНИУ

Научный руководитель: к.б.н., доцент *Н.В Костицина*, ПНГИУ

Аннотация. В статье представлены результаты исследования роста обыкновенного окуня в Кармановском водохранилище. Приведены данные по возрастной структуре полученной выборки, линейному росту рыб, по эмпирическим показателям, проведен анализ темпов роста окуня различных возрастных групп.

Ключевые слова: Кармановское водохранилище, окунь, темп роста.

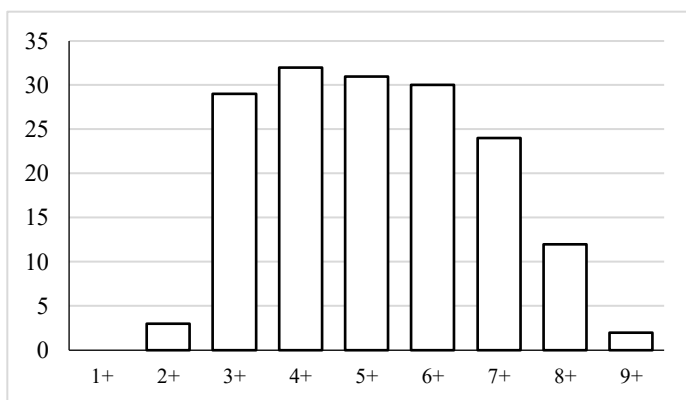
На сегодняшний день водоемы-охладители при электростанциях (ГРЭС, АЭС) широко используются в рыбохозяйственных целях. Примером такого водоема, является Кармановское водохранилище, созданное на р. Буй (левый приток Камы) в 1968 г. Кармановское водохранилище расположено на северо-западе Республики Башкортостан, в Янгульском районе [1].

Воды Кармановского водохранилища используются для охлаждения энергоблоков ГРЭС, для сезонного регулирования стока, для садкового выращивания ценных видов рыб. Также это водохранилище является промысловым водоемом [2], одним из наиболее многочисленных представителей ихтиоценоза которого является обыкновенный окунь. Состояние популяции данного вида отражает в значительной мере процессы, происходящие в водохранилище.

Целью данной работы было рассмотреть характер роста окуня из Кармановского водохранилища.

Материалы для данной работы получены в верхнем и среднем районе водохранилища, а также в сбросном канале Кармановской ГРЭС. Сбор материала осуществляли с помощью ставных сетей с размером ячеек от 10 до 70 мм. Сетепостановки осуществляли с 30 июля по 5 августа, установку производили в разное время суток, сеть снимали через 2-16 часов. Выловлено и проанализировано 163 экземпляра. Обработку материала производили по стандартным ихтиологическим методикам. Возраст определяли по чешуе под бинокуляром с 2 и 4-х кратным увеличением. Анализ данных проведен в программе MS Excel и Statistica.

Возрастной состав. На рисунке представлен возрастной состав выборки окуня в уловах. Окунь живет до 20 лет, в нашей же выборке окунь представлен особями от 2+ до 9+ лет, наиболее многочисленными были 4-8-летки, которые составляют 91,2 % от рыбы в улове. Особи более младших возрастных групп отсутствуют в связи с селективностью орудий лова.



Возрастной состав окуня из Кармановского водохранилища

Эмпирический рост. Линейные показатели роста окуня в наших уловах варьировали от 54 мм до 293 мм. Максимальный годовой прирост наблюдается у рыб возраста 4+-5+ (таблица). Далее прирост замедляется, так как при наступлении половой зрелости большое количество энергии, полученное с пищей, тратится на созревание половых продуктов, что приводит к снижению темпа роста рыб.

Средняя длина и прирост окуня из Кармановского и Воткинского водохранилищ (показатели эмпирического роста)

Возраст, лет	Кармановское водохранилище		Воткинское водохранилище	
	Средняя длина, мм	Прирост, мм	Средняя длина, мм	Прирост, мм
3+	94	37	135	24
4+	129	34	165	30
5+	175	48	193	28
6+	209	34	213	20
7+	238	29	234	21

Полученные для окуня показатели роста сравнили с такими же данными окуня из Воткинского водохранилища, расположенного практически на той же широте, что и Кармановское. Средняя длина окуня младших возрастных групп в Воткинском водохранилище выше, чем в Кармановском, но к 6 годам эти показатели сравниваются. Максимальный темп прироста окуня в Кармановском и в Воткинском водохранилище приходится на возраст 4+ – 5+ лет.

На темпы роста окуня в первую очередь влияют температурные особенности водоёма и обеспеченность пищей, которая позволяет раньше перейти на хищный образ жизни. В целом невысокую скорость роста окуня в Кармановском водохранилище мы связываем с тем, что рыбы младших возрастных групп питаются зообентосными организмами (личинки хирономид, ручейники), а на питание рыбой переходят, достигая размера 15-17 см. Биомасса кормового зообентоса (без дрейсены) Кармановского водохранилища составляет 12 г/м², а в Воткинском в 2 раза больше, чем обеспечивается быстрый старт роста рыб младших возрастных групп в Воткинском водохранилище.

Таким образом, в полученной выборке встречается рыба возрастом от 2+ до 9+, преобладают особи возраста 4+ лет. Средний годовой прирост по эмпирическим показателям составляет 34 мм, максимальные темпы роста отмечены у рыб пяти- и шестилетнего возраста. Линейные размеры окуня из Кармановского водохранилища в возрасте до 5+ ниже, чем из Воткинского водохранилища. Годовой прирост окуня 3+-7+ лет из Кармановского водохранилища превышает таковой для окуня из Воткинского водохранилища, что приводит к одинаковому размеру рыб старших возрастных групп из обоих водоемов. Темпы роста являются основным механизмом адаптации рыб к условиям среды. На темпы роста окуня из Кармановского водохранилища в первую очередь влияет обеспеченность пищей, которая не позволяет в более ранние сроки перейти на хищный образ жизни.

Библиографический список

1. Гончаренко Р.И., Махнин В.Г., Миловидова Г.Ф., Таиров Р.Г., Щукина А.А. Водохранилище Кармановской ГРЭС и перспективы его рыбохозяйственного использования // Сб. научных трудов. СПб, 1984. Вып. 678. С. 39-44.

2. Шакирова Ф.М., Валиева Г.Д., Гвоздарева М.А. и др. Динамика качественных и количественных изменений гидробионтов и состояние экосистемы водохранилища под воздействием антропогенного фактора (на примере Кармановского водохранилища) // «Известия Самарского научного центра РАН», 2014. – Т.16, № 1. – С.198–213.

3. Отчет о научно исследовательской работе. 2012. URL: http://priroda.permkrai.ru/files/file/perm_odu_i_vu.pdf.

Предварительные данные о новых находках пауков-кругопрядов рода *Cyclosa* Menge, 1866 (Aranei: Araneidae) на Дальнем Востоке России

А.Л. Устинова

ПГНИУ

Научный руководитель: старший преподаватель *А.В. Туинов*, ПГНИУ

Аннотация. По литературным данным [1] на территории России встречается 12 пауков-кругопрядов из рода *Cyclosa* Menge, 1866. При

ревизии материала зоологической коллекции ИСиЭЖ (г. Новосибирск, сборы из Приморского края) мной были обнаружены экземпляры, схожие с видами *C. opoi* Tanikawa, 1992 и *C. ginnaga* Yaginuma, 1959. Ранее эти не были отмечены на территории России. Таким образом, по нашим данным в России встречается 14 видов пауков рода *Cyclosa*.

Ключевые слова: пауки-кругопряды, Дальний Восток, *Cyclosa*.

В семейство Araneidae Clerck, 1757 входит примерно 3200 видов пауков, которые объединены в 174 рода. Это третье по величине семейство пауков в мире [2].

Семейство Araneidae довольно хорошо изучено, но описания некоторых видов неполные, что затрудняет определение. Помимо этого, существуют виды, родовая принадлежность которых до сих пор неясна. Инвентаризация фауны не завершена, и на территории России обитает больше видов кругопрядов и других семейств чем зафиксировано на данный момент [2].

Представители рода *Cyclosa* Menge, 1866 — некрупные пауки: длина тела самцов варьирует от 2 до 5 см, самок от 3 до 9. Чаще всего они обитают в кустарниковом ярусе и имеют дневную активность. Отличительные особенности циклоз — овальное или вытянутое брюшко, часто с 1-5 конусовидными бугорками позади паутинных бородавок (у самцов бугорки часто отсутствуют или плохо выражены), узкая голова отделена от груди U-образным бороздой, задние медиальные глаза почти соприкасаются [3]. Чаще всего пауки строят сеть между двумя деревьями. Сети большинства видов имеют вертикальный стабилимент, в некоторых случаях спиральный. Стабилимент — это белая лента, состоящая из нескольких нелипких паутинных нитей. Представители рода вплетаются в него, как и многие другие пауки, остатки пищи, кусочки растительности или детрита, а также коконы с яйцами после копуляции. Паук сидит в центре сети, вытянув свои ноги вдоль линии стабилимента, что позволяет ему быть незаметным для жертв и хищников [3, 4].

На территории России по данным Михайлова [1] встречается 12 видов из этого рода: широко распространенные *Cyclosa conica* (Pallas, 1772), *C. hamulata* Tanikawa, 1992, *C. japonica* Bösenberg & Strand, 1906, *C. kumadai* Tanikawa, 1992, *C. oculata* (Walckenaer, 1802), *C. okumae* Tanikawa, 1992, *C. sierrae* Simon, 1870, и редко встречающиеся *C. algerica* Simon, 1885, *C. argenteoalba* Bösenberg & Strand, 1906,

C. atrata Bösenberg & Strand, 1906, *C. insulana* (Costa, 1834), *C. monticola* Bösenberg & Strand, 1906.

C. conica имеет Голарктическое распространение, *C. oculata* — Палеарктический вид. *C. argenteoalba*, *C. atrata*, *C. hamulata*, *C. japonica*, *C. kumadai*, *C. monticola*, *C. okumae* встречаются только на Дальнем Востоке. Ареал *C. insulana* помимо Дальнего Востока распространяется ниже на Индо-Малайскую область. *C. algerica* и *C. sierrae* распространены преимущественно в пределах Восточно-Европейской равнины, но ареал *C. sierrae* шире и включает также Украину, Грузию, Азербайджан, Крым и Армянское нагорье [1,5,6,7].

В ходе ревизии сборов из Приморья (коллекция ИСиЭЖ, г. Новосибирск, куратор Г. Азаркина) мной была обнаружена самка, сходная с *C. ginnaga* Yaginuma, 1959 (место сбора — пос. Камень-Рыболов, рядом с оз. Ханка во Владивостоке) и самец, сходный с *C. onoi* Tanikawa, 1992 (сбор Ф.З. Попова, ст. Кангауз — ныне с. Анисимовка, Шкотовский р-н). Ранее данные виды на территории России отмечены не были.

C. ginnaga встречается в горной местности. Вид обитает в Корее, Японии, Тайване, в центре и на востоке Китая [8]. Интересная особенность этого вида — использование стабилимента для маскировки. Сети самок располагаются почти горизонтально, а стабилимент расположен в виде неровного белого пятна в центре сети которое внешним видом и размерами напоминает помет птиц. Если в сеть не попадают инородные предметы, паук оказывается хорошо защищен от нападения птиц [9].

От других циклоз самки данного вида отличаются тупым кончиком скапуса, а самцы дистально изогнутой и раздвоенной медиальной апофизой, при основании которой находится округлая пластинка [6].

Представители вида *C. onoi* имеют веретенообразное брюшко несущее дорсально 2 небольших бугорка и три бугорка на дистальном конце. При этом средний из дистальных бугорков раздваивается. На карапаксе самок имеется 2 больших светлых желтых пятна, расположенных симметрично. Вторая и четвертая пара ног почти одинакового размера. Эпигина самок вентрально имеет широкое овальное основание. Угол между двумя средними линиями каждой сперматеки около 120°. Самцы имеют дистально изогнутую и раздвоенную медиальную апофизу с крыловидной пластинкой, расположенной при основании [6,10].

Этот вид ранее был обнаружен только на территории Японии и юге Китая и приурочен к горной местности [8].

Так как данные виды прежде не были отмечены на территории России, после дополнительного изучения материалов планируется публикация данных о новой находке и переописания этих видов.

Библиографический список

1. Mikhailov K.G. The spiders (Arachnida: Aranei) of Russian and adjacent countries: a non-annotated checklist. Supplement No.3// *Arthropoda Selecta*. 2013. Moscow: KMK Scientific Press Ltd. 262 pp.
2. Марусик Ю.М., Ковблюк Н.М. Пауки Сибири и Дальнего Востока России. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2011. 344 с.
3. Dondale C.D., Redner J.H., Paquin P., Levi H. W. The insects and arachnids of Canada. Part 23. The orb-weaving spiders of Canada and Alaska (Araneae: Uloboridae, Tetragnathidae, Araneidae, Theridiosomatidae). Ottawa: NRC Research Press, 2003. 371 pp.
4. Roberts M.J. *Spinnengids*. Tirion Baarn, Netherlands, 1998. 397 pp.
5. Esyunin S.L., Efimik V.E. Catalogue of the Spiders (Arachnida, Aranei) of the Urals. Moscow: KMK Scientific Press, 1996a. 228 pp.
6. Tanikawa A. A revisional study of the Japanese spiders of the genus *Cyclosa* (Araneae: Araneidae)// *Acta Arachnologica*. 1992b. Vol. 41. P. 11-85.
7. Kim S.T. Lee S.Y. Arthropoda: Arachnida: Araneae: Araneidae, Araneid spiders// *Invertebrate Founa of Korea*. 2012. Vol. 21, № 16. P. 1-146.
8. Song D. X., Zhu M. S., Chen J. The spiders of China. Shijiazhuang: Hebei Science and Technology Publishing House, 1999. 640 pp.
9. Tan et al. Why do orb-weaving spiders (*Cyclosa ginnaga*) decorate their webs with silk spirals and plant detritus// *Animal Behaviour*. 2010. Vol. 79, № 1. P. 179-186.
10. Yin C.M. et al. Fauna Hunan: Araneae in Hunan, China. Hunan Science and Technology Press Changsha, 2012. 1590 pp.

Спектр питания европейского хариуса в верховьях р. Вишера

Е.Н. Шутова

ПГНИУ

Научный руководитель: к.б.н., доцент А.Б. Крашенинников, ПГНИУ

Аннотация. В работе приводятся материалы по питанию хариусов Вишерского заповедника, в летний период 2020 года. В желудках была отмечена пища разного происхождения. Основу рациона составили беспозвоночные животные, в частности насекомые. Желудки характеризовались высокой степенью наполнения, что говорит об обеспеченности территории кормовыми ресурсами.

Ключевые слова: хариус, пищевой спектр, зообентос.

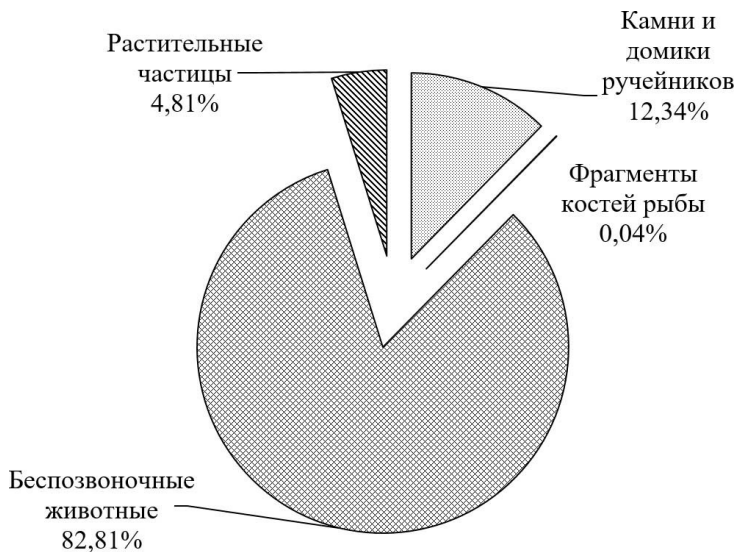
Хариус – пресноводная рыба семейства Лососевые, изучение которой в последнее время имеет большой научный и практический интерес. Наиболее важным вопросом в биологии хариуса является его питание. Биологические показатели популяции рыб напрямую зависят от того, как рыба обеспечена кормом, насколько он калориен, какова динамика пищевого спектра. Известно, что молодь хариуса питается бентосом, а взрослые особи являются полизоофагами, то есть поедают любой доступный корм животного происхождения. Помимо бентоса и наземных насекомых в рацион хариуса могут входить растительная пища, детрит, непищевые компоненты (к ним относится мелкая галька или крупный песок), более мелкие рыбы (гольяны, бычки – подкаменщики). В редких случаях – земноводные и млекопитающие [1].

Целью данной работы стало изучение пищевого спектра европейского хариуса в верховьях р. Вишера. Для этого было необходимо разобратить и идентифицировать содержимое желудком, проанализировать спектр питания и сравнить полученные результаты с аналогичными для Полярного Урала, юго – востока Ангарского края, юга Енисейского края.

Ихтиологический материал был собран на территории Вишерского заповедника, сотрудником кафедры зоологии позвоночных, Павлом Борисовичем Михеевым. При отлове из рыбы изымался желудок, этикетировался и фиксировался в растворе формальдегида. Дальнейшее изучение и обработка материала проходила в лаборатории. Содержимое желуд-

ков разделялось на группы, в зависимости от того, было ли оно компонентом животного или неживотного происхождения. Компоненты неживотного происхождения, такие как камни, растительные остатки и т.д. подсчитывались и измерялись. Животных, помимо подсчёта и измерения необходимо было взвесить и определить до максимально возможного таксона. Анализ состава пищевых комков хариуса выполнен у 54 экземпляров

Все желудки были наполнены пищей. Спектр питания у хариусов Вишерского заповедника оказался весьма разнообразен. Все объекты, найденные в желудках, условно можно разделить на четыре группы. Это растительные частицы, куда вошли: хвоя, древесные компоненты, кусочки водорослей и растений, слоевища лишайников. Следующей группой компонентов неживотного происхождения являются камни и пустые домики ручейников. Далее идут компоненты животного происхождения, большинство которых составили беспозвоночные животные, но в нескольких желудках были найдены фрагменты костей и чешуя мелкой рыбы. (рисунок)



Соотношение растительных, животных и непищевых компонентов, найденных в желудках

Было найдено 7 классов беспозвоночных животных: Insecta, Gastropoda, Arachnida, Gordioidea, Chilopoda, Hirudinea, Bivalvia. Доминировали насекомые, 82,5% которых были представлены амфибиотическими личинками и водными формами. Остальные 17,5% - наземные формы и имаго амфибиотических насекомых.

Наземная энтомофауна падала в воду с прибрежной растительности, после чего попадала в желудок хариуса. Среди данных форм в пищевом комке наиболее часто встречались двукрылые рода *Vibio*. Составив 95% от всех остальных наземных форм насекомых, толстоножки были обнаружены в 94% желудков. Помимо двукрылых в желудках можно было обнаружить цикадок, жуков, ос, шмелей, муравьёв, имаго подёнок, ручейников и веснянок. Таким же путём жертвами хариусов оказались и представители других классов, обитающих на земле – пауки и многоножки.

Но как мы видим из при ведённого выше расчета, хариус не удовлетворяет свою потребность в пище, в значительной степени, за счёт наземных насекомых. Основой питания хариуса является зообентос. Основу пищевого рациона хариуса рек Северного и Приполярного Урала составляют постоянные, превалирующие в донных сообществах представители отрядов амфибиотических насекомых: поденок, веснянок, ручейников и двукрылых[2]. Среди амфибиотических насекомых наибольшее разнообразие и количество особей показали представители отряда Trichoptera. Среди обнаруженных личинок ручейников можно выделить 7 таксонов, а общее количество личинок составляет 3246 особей (48,7% от всех найденных беспозвоночных). Помимо личиночных стадий ручейников в желудках были найдены фаратные куколки и имаго.

В желудках были зафиксированы разные стадии двукрылых насекомых. Среди водных форм доминировали комары-звонцы, найденные на стадии личинок и куколок. Имаго хирономид было представлено одной единственной особью – самкой подсемейства *Diamesinae*. Личинки хирономид были идентифицированы до семейства, представлены семью размерными группами и составляют 25% от всего количества двукрылых. Остальные двукрылые были представлены семействами: *Bibionidae*, *Simuliidae*, *Ceratopogonidae*, *Athericidae*, *Limoniidae*, *Tipulidae*, *Empididae*, *Asilidae* *Syrphidae*. Порядок семейств двукрылых представлен в порядке убывания по численности найденных особей. Нескольких особей двукрылых удалось идентифицировать до подотряда *Brachysega*.

Важным компонентом в питании хариуса являются личинки подёнок. В нашем случае в желудках были обнаружены представители трёх семейств – Baetidae, Heptageniidae и Ephemerellidae. Большой вклад в биомассу внесли семейство Baetidae, составив 94% от общего количества представителей отряда. Среди 597 особей подавляющее большинство – личинки разного возраста, и только одна подёнка стала жертвой хариуса, будучи в имагинальной стадии. Семейство Heptageniidae хоть и не встречались так часто, как Baetidae, но присутствовали в желудках так же в имагинальной (3%) и личиночной (97%) стадии. Семейство Ephemerellidae представлено единственным представителем – *Ephemerella sp.*

Другой отряд амфибиотических насекомых – веснянок, представлен следующими семействами: Leuctridae, Perlodidae, Chloroperlidae, Nemouridae. Среди амфибиотических насекомых, найденных в пищевых комках веснянки стали самыми немногочисленными, по количеству особей. В состав этой группы вошли 57 личинок из представленных выше семейств и одна взрослая веснянка, определённая как *Nemurella picteti*.

Остальные пять классов беспозвоночных, в числе которых находятся паукообразные, губоногие, пиявки, моллюски и волосатики сильно уступают насекомым, составляя лишь 2% от общего числа найденных беспозвоночных в пищевых комках.

Многие таксоны, найденные в желудках, совпадали с таксонами, указанными в аналогичных научных работах. Для Приполярного Урала это Hirudinea, Mollusca, Hydracarina, Ephemeroptera, Plecoptera, Coleoptera, Trichoptera, Simuliidae, Ceratopogonidae, Chironomidae, Diptera, Cicadellidae, Parasitica, Coleoptera, Formicidae [2]. На юго – востоке Ангарского кряжа и на Северном Урале в пищевом спектре хариуса принимают участие такие таксоны ручейников, как: Glossosomatidae, Limnephilidae, Brachycentridae, *Rhyacophila sp.*, *Ceraclea sp.*, *Apatania crymophila*, *Arctopsyche ladogensis* [3]. В питании хариуса юга Енисейского кряжа и Северного Урала обнаружены следующие таксоны: Gastropoda, Diptera, Coleoptera, Hymenoptera, Plecoptera, Ephemeroptera, Trichoptera [4].

Спектр пищевых компонентов изученных хариусов типичен для представителей данного рода, считающихся преимущественно бентосоядными рыбами. Наличие в пищевом комке одного из хариусов костей

более мелкой рыбы, и отсутствие костей позвоночных в других желудках, объясняется возрастом, в котором хариусы переходят к хищничеству. Это происходит в диапазоне 4-6 лет [5]. Для установления полной картины питания хариуса необходимы дополнительные исследования не только в летний, но и в подледный период.

Библиографический список

1. Пономарев В.И. Распространение европейского хариуса *Thymallus Thymallus* L. в озерах западных склонов Приполярного и Полярного Урала // Материалы XV Всероссийской с международным участием научно-практической конференции. 2020. С. 217 – 222.
2. Шубина В.Н. Питание европейского хариуса в водоёмах Печорского бассейна // Вестник ИБ. 2006. № 2. С. 24 – 26.
3. Рожкова Н.А. и др. Ручейники (Trichoptera) р. Чечуй и их роль в питании рыб // Вода: химия и экология. 2015. № 2. С 42 – 46.
4. Зуев И.В. и др. Питание хариуса *Thymallus* sp. в среднем течении р. Енисей // Journal of Siberian Federal University. 2011. № 3. С. 281 – 292.
5. Зиновьев Е.А. Букреева М.П. К морфобиологии хариуса р. Чусовой // Вестник Пермского университета. Вып.1. 2011. С. 37 – 41.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Секция «Ботаника, генетика и экология растений»	
<i>Алеев В.С.</i> Генетическая и эколого-физиологическая характеристика бактерий рода <i>Salinisphaera</i> (класс <i>Gammaproteobacteria</i>), выделенных из рудника Верхнекамского месторождения солей	4
<i>Алексеева В.В.</i> Микрклональное размножение видов и сортов рода Крокус (<i>Crocus L.</i>)	7
<i>Андреева Н.А.</i> Введение <i>Muscari armeniacum</i> Leichtlin ex Baker в культуру <i>in vitro</i>	10
<i>Владыкина А.В.</i> Флора и растительность ООПТ «Ледяная гора и Кунгурская Ледяная пещера» (Пермский край)	13
<i>Гребёнкина Е.И.</i> Аэробιοлогический мониторинг в городе Киров в 2020 г.	17
<i>Домолазова А.М.</i> Введение в культуру <i>in vitro</i> некоторых сортов тюльпана (<i>Tulipa L.</i>)	21
<i>Кардакова В.М.</i> Молекулярно-генетический анализ скоростно-силовых качеств у дзюдоистов города Перми	24
<i>Кокишарова А.Н.</i> Подбор праймеров для исследования <i>Fragaria vesca L.</i> ISSR-методом	27
<i>Корниенко Т.В.</i> Возрастная структура популяции <i>V. Myrtillus</i> в Красновишерском районе Пермского края	30
<i>Лысюк А.П., Шумихин С.А.</i> Семенная продуктивность перспективных для селекции сортов флокса метельчатого (<i>Phlox paniculata L.</i>) в условиях Пермского края	35
<i>Мальшикина Е.Е.</i> Молекулярно-генетический анализ популяций березы пушистой в Пермском крае	38
<i>Мальцева А.Д.</i> Идентификационные признаки пыльцевых зерен некоторых представителей семейства Asteraceae в продуктах пчеловодства	41

<i>Нечаева Ю.И.</i> Молекулярно-генетический анализ трех популяций <i>Pinus sibirica</i> Du Tour в Пермском крае	45
<i>Пыстогова Н.А.</i> Определение нуклеотидных последовательностей трех локусов хлоропластной ДНК <i>Pinus sylvestris</i> L.	48
<i>Пьянкова Е.В.</i> Полиморфизм генов <i>BDKRB2</i> и <i>PPARGC1A</i> у вольных борцов города Оса Пермского края	52
<i>Роор В.Н., Степанкова И.В.</i> Оценка фитопатологического состояния древостоя в окрестностях экологической тропы «По следам Миндовского» города Перми	55
<i>Ситникова Е.А., Максимов А.С.</i> Получение спорово-пыльцевых спектров растительности ООПТ «Спасская гора» и «Предуралье» с применением модифицированной методики подготовки образцов	58
<i>Тарасова И.А.</i> Оценка реальной и потенциальной семенной продуктивности дикорастущей люцерны изменчивой	62
<i>Усанина Д.И.</i> Филогенетическое разнообразие бактерий, выделенных из глинистых отложений соляной шахты Верхнекамского месторождения	65
<i>Чемарова Т.Д.</i> Использование разных типов эксплантов при микроклональном размножении сортов гладиолуса (<i>Gladiolus × hybridus</i> hort.) селекции Учебного ботанического сада ПГНИУ	68
<i>Щербёнок С.В.</i> Микроклональное размножение видов рода гладиолус (<i>Gladiolus</i> L.)	72

Секция «Экофизиология растений и экология почв»

<i>Белопольских С.С.</i> Строение и свойства урбостратоземов зоны жилой многоэтажной застройки (на примере Индустриального района г. Перми)	75
<i>Ванышева Н.Д., Ложкина Е.А., Фаткуллина А.З., Халилов Р.И., Четина О.А., Москвина Н.В.</i> Некоторые химические свойства почв зоны воздействия солеотвалов	78

<i>Истомина Ю.О., Нестерова Л.Ю.</i> Некоторые биологические свойства бактерий рода <i>Pseudomonas</i> , выделенных из техногенно-загрязненных почв	82
<i>Низова О.Н.</i> Условия формирования почвенно-седиментационных отложений долины р. Сырка в голоцене	85
<i>Норова Е.В.</i> Фитотестирование агрохимических свойств отходов производства азотно-калийных удобрений	89
<i>Осинов М.Ю.</i> Содержание токсичных веществ в кородревесных отходах	92
<i>Фаткуллина А.З., Белопольских С.С.</i> Формирование почв и ТПО в зоне многоэтажной застройки Индустриального района г. Перми	95
<i>Фофанова Ю.С.</i> Фитотестирование агроэкологических свойств кородревесных отходов	99
<i>Юсупов Д.Р., Сюткина Д.А., Куприна А.С., Федотов С.В., Четина О.А., Москвина Н.В.</i> Некоторые показатели плодородия аллювиальных почв при техногенном засолении ...	101

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

<i>Елисеева А.Д.</i> Особенности био пленкообразования алкалофильных нитрилгидролизующих бактерий	107
<i>Зюлева М.В.</i> Особенности эндокринного и биохимического статусов у детей, проживающих на территории геохимической провинции с высоким содержанием мышьяка в источниках водоснабжения	109
<i>Лихачев К.Н., Сабитова А.А.</i> Оценка физических факторов школьной среды, воздействующих на обучающихся	113
<i>Маркелова Е.И., Сидоров Р.Ю.</i> Роль (p)ppGpp-синтез в формировании персистеров у <i>Mycobacterium smegmatis</i>	116
<i>Марченко Д.М.</i> Новые маркеры для исследования пролиферации CD4 ⁺ Т-лимфоцитов человека	119
<i>Хрущёв К.А.</i> Изучение штаммов-деструкторов бифенила и бензойной кислоты почвы Черняевского леса г. Перми	123

Чурин Г.Ю., Ушаков В.Ю., Октябрьский О.Н. Изучение продукции сероводорода в растущих культурах бактерий <i>Bacillus subtilis</i> при добавлении тетрациклина	126
Южанинова Ю.Д. Иммуномодулирующие эффекты моноацилтрегалозы фракции <i>Rhodococcus</i> – биосурфактанта <i>in vivo</i>	129

Секция «Зоология»

Акинфиева А.А. К изучению спектра питания остромордой лягушки в лесонасаждениях г. Пермь	133
Бакатова А.А. Фауна бесхвостых амфибий города Краснокамска	136
Бакланова А.С., Фадеева Т.В. Зубные аномалии прудовой ночницы <i>Myotis dasycneme</i> (Voie, 1825)	138
Бузанова В.В., Истомина А.М. Состояние зообентоса Кармановского водохранилища осенью 2020 г.	141
Ведерникова Ж.Ю. Паразитологическая характеристика представителей семейства утиных (Anatidae) на территории Пермского края	145
Газизова Ф.Н. Активность нильских крыланов при содержании в условиях Пермского зоопарка	149
Гильмадинова Д.В. Некоторые популяционные характеристики головёшки-ротана водоёмов Пермского края	152
Доцяк К.А. Видовой состав ихтиофауны Мотовилихинского пруда за последние 20 лет	156
Дунаев Е.Е., Лямин М.Я. Цветовые предпочтения насекомых при их отлове на ловушки H-trap	159
Иванова Е.Е. Изучение микропопуляции прыткой ящерицы на территории города Перми	163
Коваленко В.В. Поведенческие особенности сна птенцов африканского страуса <i>Struthio camelus</i>	166
Кольчурин В.А., Меркулов А.Д. Видовой состав ихтиофауны озера Лобханского	171

<i>Мазунина М.Ю., Лямин М.Я.</i> Гельминтозы человека города Перми.....	174
<i>Мальцева А.Д., Питкин Д.Н.</i> Оценка пыльцевого спектра и структуры антофильных комплексов <i>Seseli libanotis</i> (L.) Koch, 1824 Троицкого заказника.....	177
<i>Миниахметова Р.Р.</i> К фауне и сезонной динамике пауков Кемлянского лесничества НП «Смольный», Мордовия.....	181
<i>Огородов С.П., Попов П.А.</i> Современное состояние ихтиофауны нижнего бьефа Воткинского водохранилища.....	185
<i>Опутина П.Э., Лямин М.Я.</i> Дневные чешуекрылые Ильинского района Пермского края.....	188
<i>Орлова М.С.</i> Питание хариуса <i>Thymallus thymallus</i> в верхнем течении р. Вишеры	191
<i>Питкин Д.Н., Лямин М.Я., Тиунов А.В.</i> Сообщества насекомых (Coleoptera, Heteroptera, Diptera) на зонтичных <i>Heracleum</i> <i>sibiricum</i> и <i>Seseli libanotis</i> (Ariaceae).....	194
<i>Плакхina Е.В.</i> Динамика численности и половой состав <i>Nagpalus rufipes</i> (DeGeer, 1774) в зимний период в условиях закрытого грунта Ботанического сада ПГНИУ.....	197
<i>Помелова А.С.</i> Детерминация молоди осенней кеты <i>Oncorhynchus keta</i> реки Анной и Аннойского ЛРЗ (Хабаровский край) методами морфологического анализа.....	201
<i>Поспелова А.Д.</i> Биотопические предпочтения муравьев Кунгурской лесостепи	204
<i>Сыстерова А.А.</i> Оценка роста обыкновенного окуня <i>Perca</i> <i>fluviatilis</i> из Кармановского водохранилища.....	207
<i>Устинова А.Л.</i> Предварительные данные о новых находках пауков-кругопрядов рода <i>Cyclosa</i> Menge, 1866 (Aranei: Araneidae) на Дальнем Востоке России.....	210
<i>Шутова Е.Н.</i> Спектр питания европейского хариуса в верховьях р. Вишера.....	214

Научное издание

**Фундаментальные и прикладные исследования
в биологии и экологии**

Сборник статей по материалам
региональной научной конференции
(19 - 23 апреля 2021 года г. Пермь)

Издается в авторской редакции
Техническая подготовка материалов: *А. Б. Крашенинников*

Объем данных 4,87 Мб
Подписано к использованию 25.11.2021

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