

12+

ВЕСТНИК
ПЕРМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ГУМАНИТАРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА



Серия № 2
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ
И ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

Выпуск 1/2023

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет»

12+

ВЕСТНИК
ПЕРМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ГУМАНИТАРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА

Серия № 2
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ
И ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

Выпуск 1/2023

Электронный научный журнал

Пермь
ПГГПУ
2023

Вестник Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета. Сер. № 2. Физико-математические и естественные науки. Вып. 1/2023: электрон. научный журнал / ред. кол. выпуска: Д.А. Полежаев (отв. редактор), А.Е. Селиванов (отв. секретарь); Перм. гос. гуманитар.-пед. ун-т. – Пермь, 2023. – 4,9 Мб. – Текст (визуальный) : электронный.

Выпуск «Вестника ПГГПУ» 2023 года (серия № 2 «Физико-математические и естественные науки») ориентирован на ведущие направления фундаментальных и прикладных исследований в области физики и биологии. Статьи, вошедшие в номер, относятся к следующим областям: гидродинамика, зоология, микробиология, охотоведение, мониторинг состояния популяций охраняемых видов, геносистематика, биотехнология, факториальная экология, ветеринария, биоразнообразие экосистем Урала, охрана природы, физиология животных, термобиология рептилий.

Издание адресовано ученым в области естественных наук, аспирантам, студентам и всем тем, кто интересуется биологией и природной родного края.

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР ВЕСТНИКА: В.Г. КОЗЛОВ – д-р физ.-мат. наук, проф. кафедры физики и технологии ПГГПУ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ СЕРИИ:

А.А. ИВАНОВА – д-р физ.-мат. наук, проф. ПГГПУ

Д.А. БРАЦУН – д-р физ.-мат. наук, доц. ПГГПУ

С.А. ДВИНСКИХ – д-р геогр. наук, проф., зав. кафедрой гидрологии и охраны водных ресурсов ПГНИУ

В.О. КОЗЬМИНЫХ – д-р хим. наук, проф. ПГГПУ

И.А. ЗОЛОТУХИН – д-р техн. наук, проф. ПГГПУ

И.А. КОЗЛОВ – д-р биол. наук, проф. НИИ и Музея антропологии им. Д.Н. Анучина МГУ им. М.В. Ломоносова

Д.А. ПОЛЕЖАЕВ – канд. физ.-мат. наук, декан физического факультета ПГГПУ

А.Е. СЕЛИВАНОВ – канд. биол. наук, зав. кафедрой биологии и географии ПГГПУ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ ВЫПУСКА:

Д.А. ПОЛЕЖАЕВ – канд. физ.-мат. наук, декан физического факультета ПГГПУ (отв. редактор)

А.Е. СЕЛИВАНОВ – канд. биол. наук, зав. кафедрой биологии и географии ПГГПУ (отв. секретарь)

Электронный журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. Реестровая запись Роскомнадзора серии ЭЛ № ФС77-78184 от 27.03.2020.

Журнал размещен в НЭБ eLibrary, договор № 270-04/2014 от 28.04.2014.

Журнал зарегистрирован как сериальное сетевое издание в международном регистрационном каталоге (ISSN International Centre), ему присвоен международный стандартный сериальный номер ISSN 2308-7188.

Сайт журнала Вестник ПГГПУ. Серия № 2 «Физико-математические и естественные науки»:

URL: <http://www.vestnik2.pspu.ru>

Префикс DOI: 10.24412/2308-7188

Электронная почта журнала: vestnikPSPU@yandex.ru – Селиванову Алексею Евгеньевичу

Издается по решению редакционно-издательского совета ПГГПУ

СОДЕРЖАНИЕ

Бырылова К.Е., Польшгалова М.Д., Михеев П.Б., Ходжер Д.С., Вершинина О.В. ПРИМЕНЕНИЕ СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ КЕТЫ <i>ONCORHYNCHUS KETA</i> ДЛЯ ДЕТЕРМИНАЦИИ ЕЕ ЛОКАЛЬНЫХ СТАД.....	5
Давыдова И.Л. ИЗУЧЕНИЕ АЗОТФИКСИРУЮЩИХ БАКТЕРИЙ КАК НОВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ УЧЕБНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ.....	10
Зимин С.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФОТОЛОВУШЕК В ЗАПОВЕДНИКЕ «ВИШЕРСКИЙ»	16
Лаврский А.Ю., Бондарцова К.В., Лаврская Е.А. ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ХИМИЧЕСКОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ КЛЕТОК <i>ESCHERICHIA COLI</i> НА ПРИМЕРЕ ШТАММА XL1-blue.....	33
Лаврский А.Ю., Лузянина М.Р. ВЛИЯНИЕ АМОКСИЦИЛЛИНА В СОСТАВЕ ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ НА РОСТ МИКРОКЛОНОВ КАРТОФЕЛЯ (<i>SOLANUM TUBEROSUM</i> L.) СОРТА «НЕВСКИЙ»	45
Лаврский А.Ю., Пронина М.Д. ДИНАМИКА БИОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ РЕКОМБИНАНТНОГО ШТАММА <i>ESCHERICHIA COLI</i> «ЭКОЛЮМ 8» ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ.....	53
Лебединский И.А., Еремеева Н.В., Каримова В.З. НЕОДНОЗНАЧНОЕ ВЛИЯНИЕ ПОВЫШЕННОГО СОДЕРЖАНИЯ НИКЕЛЯ В КОРМЕ НА РАЗВИТИЕ СВЕРЧКА ДОМОВОГО.....	61
Никулина Н.Б., Ровенская В.В. АНАЛИЗ РАСПРОСТРАНЕННОСТИ ПОЧЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ СРЕДИ СОБАК ГОРОДА ПЕРМИ.....	69
Печенкина К.О., Селиванов А.Е., Чернышова Т.А. ЛИХЕНОФЛОРА ОКРЕСТНОСТЕЙ ПОСЕЛКА ВЕРХНЯЯ СТАРИЦА (ПЕРМСКИЙ КРАЙ)	74

Пронина М.Д., Злоказов К.И., Печенкина К. О., Селиванов А. Е. КОНСПЕКТ ФЛОРЫ ООПТ «ВЕРХНЕКУРЬИНСКИЙ»	91
Селиванов А.Е., Карасев К.А., Печенкина К.О. РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА ЦЕНОПОПУЛЯЦИИ <i>LOBARIA PULMONARIA (L.) NOFFM.</i> НА ТЕРРИТОРИИ ЗАКАЗНИКА «ПРЕДУРАЛЬЕ» (ПЕРМСКИЙ КРАЙ)	106
Селиванов А.Е., Печенкина К.О., Пронина М.Д. СОСУДИСТЫЕ РАСТЕНИЯ ООПТ «ЕГОШИХИНСКОЕ КЛАДБИЩЕ» (Г. ПЕРМЬ)	116
Семенов В.В. РЕЗУЛЬТАТЫ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СПОСОБЫ ОЦЕНКИ ЧИСЛЕННОСТИ ЛОСЯ НА ТЕРРИТОРИИ ЗАПОВЕДНИКА «БАСЕГИ» В ЛЕТНИЙ И ЗИМНИЙ ПЕРИОД.....	132
Семухина А.С., Четанов Н.А. ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ВОДЫ В ТКАНЯХ ТРАВЯНОЙ ЛЯГУШКИ <i>RANA TEMPORARIA L.</i> , 1758 ПОСЛЕ ЗИМОВКИ.....	141
Четанов Н.А., Литвинов Н.А., Клочкова Д.А. , Князева Е.В. ТЕМПЕРАТУРА ТЕЛА ОБЫКНОВЕННОГО УЖА <i>NATRIX NATRIX (LINNAEUS, 1758)</i> , ИЗМЕРЕННАЯ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ.....	147
Щипицын В.Д., Мырина П.В. ДИНАМИКА ЭЛЛИПТИЧЕСКОГО ТЕЛА В ОДНОСВЯЗНОЙ ПОЛОСТИ С ЖИДКОСТЬЮ, СОВЕРШАЮЩЕЙ ВРАЩАТЕЛЬНЫЕ КОЛЕБАНИЯ.....	154

УДК 639.3

DOI: 10.24412/2308-7188-2023-1-5-9

Бырылова Ксения Евгеньевна

магистрант 1-го курса биологического факультета

*ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», Пермь, Россия
614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15
e-mail: kseniabyrylova@yandex.ru*

Полыгалова Мария Денисовна

магистрант 1-го года обучения факультета рыбохозяйственных технологий

*Университет Мерсина, Мерсин, Турция
Чифтликкей, название Мерсин, 33110 Енишехир/Мерсин, Турция
e-mail: lemmingsonhuke69@mail.ru*

Михеев Павел Борисович

доцент биологического факультета

*ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», г. Пермь, Россия
614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15
e-mail: pmikheev@yandex.ru*

ведущий научный сотрудник

*Хабаровский филиал ФГБНУ ВНИРО («ХабаровскНИРО»), Хабаровск, Россия
680028, г. Хабаровск, Амурский бульвар, 13а, тел. (4212) 31-54-47
e-mail: pmikheev@yandex.ru*

Ходжер Дарья Сергеевна

старший специалист

*Хабаровский филиал ФГБНУ ВНИРО («ХабаровскНИРО»), Хабаровск, Россия
680028, г. Хабаровск, Амурский бульвар, 13а, тел. (4212) 31-54-47
e-mail: hodzher@vniro.ru*

Вершинина Ольга Валерьевна

старший специалист

*Хабаровский филиал ФГБНУ ВНИРО («ХабаровскНИРО»), Хабаровск, Россия,
680028, г. Хабаровск, Амурский бульвар, 13а, тел. (4212) 31-54-47
e-mail: vershinina@vniro.ru*

ПРИМЕНЕНИЕ СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ КЕТЫ *ONCORHYNCHUS KETA* ДЛЯ ДЕТЕРМИНАЦИИ ЕЕ ЛОКАЛЬНЫХ СТАД

Ksenia E. Byrylova

1st year Master's student of the Faculty of Biology

*Perm National Research University
15, Bukireva, 614990, Perm, Russia
e-mail: kseniabyrylova@yandex.ru*

Maria D. Polygalova

1-year Master's student, Faculty of Fishing Technologies

*Mersin University
Ciftlikki, Mersin, 33110 Yenisehir/Mersin, Turkey
email: lemmingsonhuke69@mail.ru*

Pavel B. Mikheev

Associate Professor of the Faculty of Biology

*Perm National Research University
15, Bukireva, 614990, Perm, Russia
e-mail: pmikheev@yandex.ru*

leading researcher

*Khabarovsk branch of GBNU VNIRO ('Khabarovsk')
13a, Amur Boulevard, 680028, Khabarovsk, Russia
email: pmikheev@yandex.ru*

Daria S. Hodger

leading specialist

*Khabarovsk branch of GBNU VNIRO ('Khabarovsk')
13a, Amur Boulevard, 680028, Khabarovsk, Russia
email: hodzher@vniro.ru*

Olga V. Vershinina

leading specialist

*Khabarovsk branch of GBNU VNIRO ('Khabarovsk')
13a, Amur Boulevard, 680028, Khabarovsk, Russia
email: vershinina@vniro.ru*

APPLICATION OF COMPARATIVE ANALYSIS OF THE BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE CHUM *ONCORHYNCHUS KETA* FOR DETERMINATION OF ITS LOCAL STOCK UNITS

Аннотация. Сравнительный анализ биологических характеристик локальных стад летней кеты, нерестящейся в водосборе рек Амгуни и Амура, выше устья реки Амгунь, позволил выявить ряд отличий, свидетельствующих о существовании локальных стад амурской летней кеты.

Ключевые слова: кета, локальные стада, биологические признаки.

Abstract. A comparative analysis of the biological characteristics of local herds of summer chum salmon spawning in the catchment area of the Amgun River and the Amur River above the mouth of the Amgun River revealed a number of differences that may indicate the existence of local stocks of Amur summer chum salmon.

Key words: chum salmon, local stock units, biological characteristics.

Внутривидовой полиморфизм – это важная черта лососевых, определяющая их дифференциацию на популяционном уровне. Одной из важнейших областей исследования является анализ популяционной изменчивости тихоокеанских лососей *Oncorhynchus* [4].

Внутри популяций происходит случайное скрещивание и образуются группы, каждая из которых является самостоятельной стабильной репродуктивной единицей вида. В зависимости от степени репродуктивной изоляции, полной или частичной, такие группы называются подразделенными популяциями [1]. Ю.П. Алтухов с коллегами [1; 2; 3] доказал, что подразделенные популяции, такие как локальные стада, – это стабильные единицы в пространстве и времени.

Знания о локальных стадах крайне важны для рациональной эксплуатации тихоокеанских лососей. Мы решили проверить гипотезу о существовании двух стад: амгуньского, которое размножается в притоках Амгуни, и амурского, которое размножается в притоках Амура выше устья Амгуни.

Материалом для данной работы послужили выборки летней кеты рек Амгуни и Амура. Отлов рыб осуществлялся в пр. Дальжинская р. Амгунь и пр. Воскресенская р. Амур в период с 26 июня по 13 июля 2022 г. Вылов проходил с помощью плавной сети с шагом ячеи 55 мм. Для исследования использовали рыб со стадией брачного наряда I–II.

Был проведен биологический анализ отловленных особей. Проводили измерения длины тела по Смитту. Определяли полную массу тела и массу тела без внутренностей, половую принадлежность, стадию зрелости. Для прослеживания динамики нерестового хода производился подсчет уловов на усилие (100 м сети за 1 ч сплава). Статистический анализ данных проводился в программе EXCEL и R. Уровень значимости составлял 0,05.

Нерестовая миграция летней кеты в бассейне Амура состояла из трех пиков. Первый ход приходился на 28 июня, второй – на 2 июля, третий – с 7 по 9 июля. В Амгуни был ярко выражен один ход – с 6 по 12 июля. Сравнение динамики нерестовой миграции показало, что для рыб Амура характерна более растянутая по времени миграция (рис. 1).

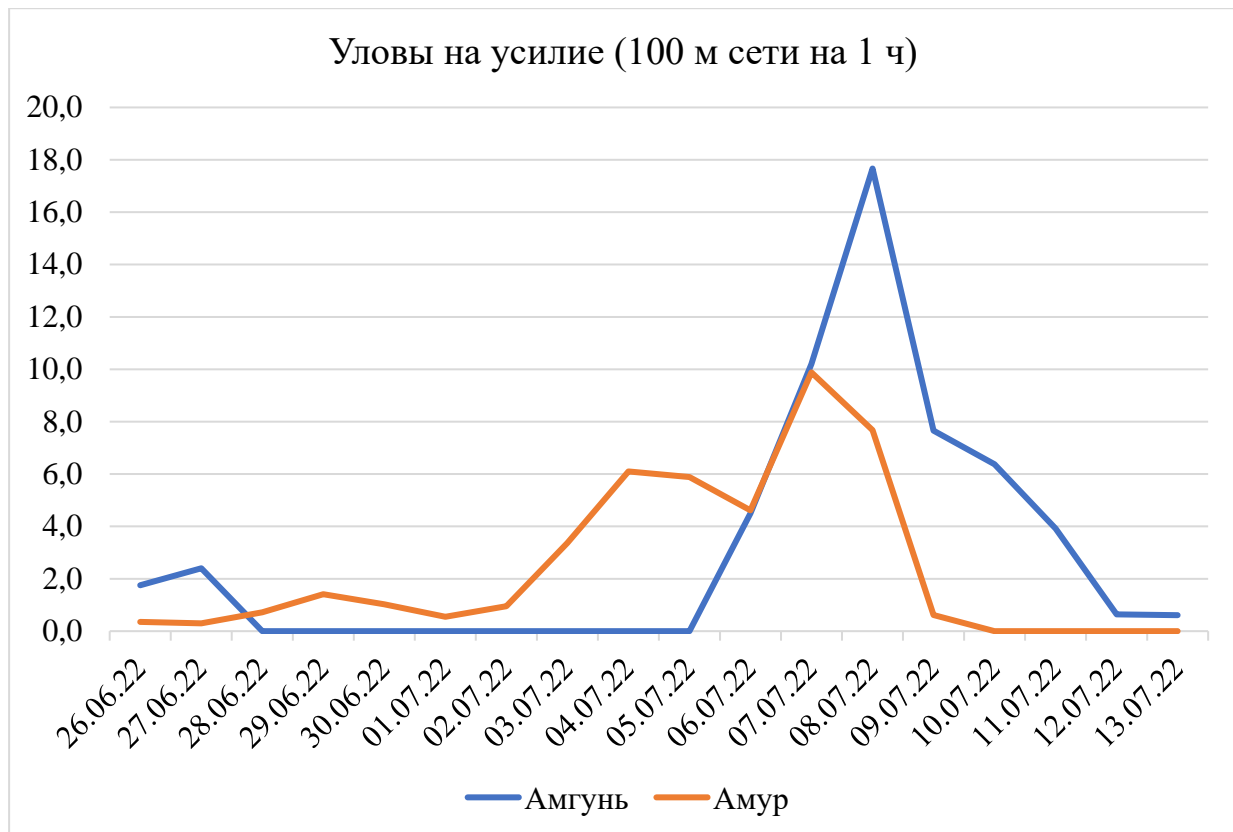


Рис. 1. Динамика хода летней кеты в реках Амгунь и Амур по результатам наблюдений 2022 г.

Мы выбрали главные, показательные биологические параметры для сравнения: длину тела АС, массу тела Q и данные гонадосоматического индекса (ГСИ). Сравнив амгуньское и амурское стада, выяснили, что как самки, так и самцы имеют отличные друг от друга биологические характеристики. Самки имели большее число отличительных признаков (табл.).

Таблица

Результаты сравнения самцов и самок летней кеты,
собранной в реках Амгунь и Амур

Место отлова	Самки			Самцы		
	$M \pm m$	<i>min</i>	<i>max</i>	$M \pm m$	<i>min</i>	<i>max</i>
Длина АС, см						
Амгунь	53,8±0,3	50	58	55,1±0,3	50	62
Амур	52,6±0,2	45	61	55±0,2	49	66
Масса тела, г						
Амгунь	1891±36,3	1420	2641	2045±36,1	1420	3065
Амур	1794±27,9	1135	2745	2095±28,0	1320	3790
ГСИ						
Амгунь	11,6±0,36	7,4	16,5	5,97±0,37	2,3	8,8
Амур	9,99±0,18	4,5	15,1	6,69±0,18	4,3	12,1



Соотношение полов в выборках летней кеты, выловленных в бассейне Амура, 1:2, в бассейне Амгуни – 1:1. Сравнив объединенные по полу выборки, мы получили следующие результаты: длина АС, масса тела Q больше у амгуньских особей, гонадосоматический индекс у амгуньских самок выше, чем у амурских, у самцов гонадосоматический индекс выше в Амуре.

Сравнив выборку по стадии брачного наряда, можно увидеть яркое преобладание в Амуре особей I стадии ~ 85 %, в Амгуни также преобладают особи I стадии, ~ 50 %. На рис. 2 наглядно продемонстрированы ход самцов и самок с IV стадией зрелости гонад в реке Амгунь и преобладание в Амуре особей с III стадией зрелости гонад.

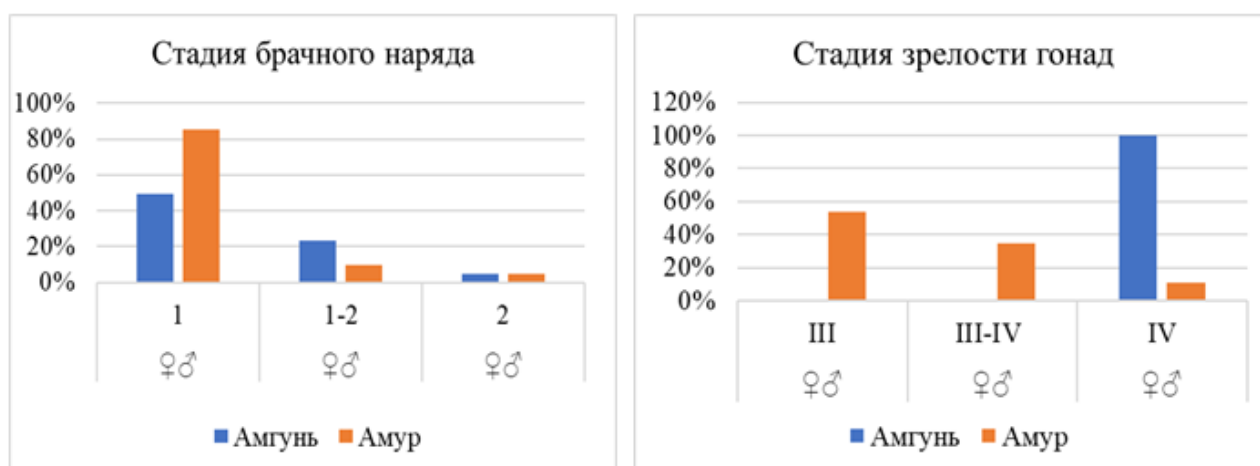


Рис. 2. Соотношение рыб с различной стадией брачного наряда и зрелости гонад среди летней кеты в реках Амгунь и Амур по результатам наблюдений 2022 г.

Сравнение биологических характеристик летней кеты рек Амур и Амгунь свидетельствует об отличии рыб этих рек по ряду признаков. Вероятно, выявленные отличия рыб определяются отличиями в условиях миграции и нереста рыб, что определяется разницей в геологии, гидрологическими и климатическими особенностями водосборов нерестовых рек. Результаты имеют важное значение для изучения внутривидовой дифференциации тихоокеанских лососей, что является ключевым для выделения единиц запаса и играет важную роль при управлении промыслом. Полученные результаты биологической дифференциации летней кеты, заходящей в реки Амгунь и Амур, могут свидетельствовать о существовании как минимум двух стад летней амурской кеты.

Список литературы

1. Алтухов Ю.П. Популяционная генетика рыб. – М. : Пищ. пром., 1974. – 245 с.
2. Алтухов Ю.П., Рычков Ю.Г. Популяционные системы и их структурные компоненты. Генетическая стабильность и изменчивость // Журнал общей биологии. – 1970. – Т. 31, № 5. – С. 507–526.
3. Алтухов Ю.П., Салменкова Е.А., Омельченко В.Т. Популяционная генетика лососевых рыб. – М. : Наука, 1997. – 288 с.
4. Бигон М., Харпер Дж., Таусенд К. Экология. Особи, популяции и сообщества. В 2 т. Т. 1. – М. : Мир, 1989. – 546 с.

УДК 579.841.2+ 371.388

DOI: 10.24412/2308-7188-2023-1-10-15

Давыдова Ирина Леонидовна

учитель химии

*МАОУ «Юго-Камская средняя школа», Пермский край, Россия
614526, Пермский край, Пермский р-н, п. Юго-Камский, ул. Советская, 155
Тел. 89082499487, e-mail: i-pylkova@yandex.ru*

ИЗУЧЕНИЕ АЗОТФИКСИРУЮЩИХ БАКТЕРИЙ КАК НОВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ УЧЕБНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Irina L. Davydova

Chemistry teacher

*Yugo-Kamskaya secondary school
155, Sovetskaya, 614526, Yugo-Kamsky settlement, Perm district,
Perm krai, Russia
Tel. 89082499487, e-mail: i-pylkova@yandex.ru*

THE STUDY OF NITROGEN-FIXING BACTERIA AS A NEW DIRECTION IN THE DESIGN OF EDUCATIONAL RESEARCH

Аннотация. Представлены результаты реализации направленного на обнаружение и изучение азотфиксирующих бактерий проекта «Всероссийский атлас почвенных микроорганизмов» на базе общеобразовательного учреждения – средней школы. Бактерии рода *Azotobacter* обладают способностью усваивать молекулярный азот воздуха и переводить его в доступные для растений формы.

Ключевые слова: исследовательская программа «Охотники за микробами», исследование, азотфиксирующие бактерии.

Abstract. The article presents the results of the implementation of the All-Russian project ‘All-Russian Atlas of soil microorganisms’ on the basis of a secondary school educational institution aimed at detecting and studying nitrogen-fixing bacteria. Bacteria of the genus *Azotobacter* have the ability to absorb molecular nitrogen from the air and convert it into forms available to plants.

Key words: research program ‘Microbe hunters’, research, nitrogen-fixing bacteria.

Почва – верхний плодородный слой земли. В почве происходят различные химические и биологические процессы, немаловажная роль в которых отводится почвенным микроорганизмам [5]. Они участвуют



в круговороте веществ в природе. От их деятельности зависит плодородие почв, формирование залежей многих полезных ископаемых. От микроорганизмов зависят обогащение почв азотом, борьба с вредителями сельскохозяйственных культур, создание антибиотиков и т. д.

Дефицит питательных элементов, засоление почв, наличие тяжелых металлов, ограниченная влажность и сочетание всех вышеперечисленных неблагоприятных условий может приводить к исчезновению многообразия групп микроорганизмов и изменению микробиоценоза почвы. В связи с этим возрастает роль физиологически значимых микроорганизмов в плане регуляции круговорота биогенных элементов (азота), таких как *Azotobacter* [3].

Азот является одним из важнейших питательных элементов почвы. Большие запасы азота на Земле представлены его восстановленной формой – газообразным азотом воздуха N_2 (78 %). К сожалению, организмы не могут использовать азот из воздуха, т. к. в молекуле азота существует очень прочная тройная связь, которую организмам сложно расщепить. Но есть азотфиксирующие бактерии, которые могут улавливать азот из воздуха и переводить его в формы, доступные для растений. Поэтому азотфиксирующие бактерии очень важны с точки зрения создания органических биоудобрений. Чтобы улавливать азот из воздуха, азотфиксирующие бактерии имеют фермент нитрогеназу. Азот, включенный в биомассу растений в результате фиксации его бактериями, называют биологическим, а сами бактерии, связывающие молекулярный азот, – азотфиксаторами [2].

Актуальность изучения данной темы нашла свое отражение в уникальной исследовательской программе «Всероссийский атлас почвенных микроорганизмов как основа для поиска новых противомикробных продуцентов и ферментов с уникальными свойствами» («Охотники за микробами»), реализуемой в рамках Федеральной научно-технической программы развития генетических технологий на 2019–2027 гг. при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации. Основной исполнитель исследовательской программы – Институт химической биологии и фундаментальной медицины Сибирского отделения Российской академии наук (ИХБФМ СО РАН).

Цель программы заключается в проведении крупномасштабных исследований на территории России, в которых участвуют ведущие ученые и студенты, с целью сбора образцов и анализа данных для поиска новых штаммов азотфиксирующих бактерий, продуцентов антибиотиков и продуцентов протеаз.

В ходе проекта школьные исследовательские группы собирают образцы почв, выращивают бактериальные культуры и передают образцы и результаты в ИХБФМ СО РАН.

Реализация проекта осуществлялась в несколько этапов. Все педагоги-наставники прошли обучение в онлайн-режиме. Учителя, прошедшие отбор по результатам мотивационных писем с описанием уникальности места отбора почвенных образцов, идеи и гипотезы будущего проекта, получили бесплатные

исследовательские наборы для проведения исследований совместно с обучающимися. В дальнейшем было необходимо отправить отобранные ранее почвенные образцы в научно-исследовательский институт, заполнить базу данных почвенных образцов и предоставить результаты исследований. По окончании проекта состоялся межрегиональный конгресс с презентацией результатов исследований.

В рамках школьного курса по химии во внеурочной деятельности для 8–9-х классов, на институциональном уровне, была разработана и успешно реализована программа «Охотники за микробами». Результаты исследований были представлены в исследовательской работе «Изучение обнаруженных азотфиксирующих бактерий в окрестностях поселка Юго-Камский». Тема исследования является актуальной. Дефицит питательных элементов, засоление почв, наличие тяжелых металлов, ограниченная влажность и сочетание всех вышеперечисленных неблагоприятных условий могут привести к исчезновению многообразия групп микроорганизмов и изменению микробиоценоза почвы. В связи с этим возрастает роль физиологически значимых микроорганизмов в плане регуляции круговорота биогенных элементов (азота), таких как *Azotobacter* [3]. Задача поиска штаммов азотфиксаторов, устойчивых к стрессовым условиям, является очень актуальной.

Цель исследования заключалась в изучении бактерий рода *Azotobacter* в разных образцах почв в окрестностях поселка Юго-Камский. Одна из первоочередных задач состояла в отборе образцов почв и определении некоторых физико-химических свойств отобранных образцов почв. Далее было необходимо выделить из исследуемых образцов почв азотфиксирующие бактерии методом раскладывания почвенных комочков на поверхность агаризированной среды Эшби и сравнить содержание азотфиксирующих бактерий в исследуемых образцах. Также перед нами стояла задача в проведении микроскопического исследования образцов колоний бактерий *Azotobacter* (методом окрашивания). В заключение было необходимо исследовать способность бактерий к накоплению полимерных соединений.

Исследование выполнялось с применением набора для поиска азотфиксирующих бактерий «Охотники за микробами» в соответствии с методическими рекомендациями к данному набору [4]. Микроскопические исследования колоний бактерий *Azotobacter* были проведены при поддержке биологического факультета Пермского государственного национального исследовательского университета.

Для проведения исследования учениками было отобрано 10 почвенных образцов в окрестностях поселка Юго-Камский [1]. Вначале были определены механический анализ почвы и кислотность среды почвенной вытяжки. Затем был произведен посев колоний азотфиксирующих бактерий. В течение следующих 10 дней производилось наблюдение за ростом колоний *Azotobacter*. Фиксировалось количество обрастаний на чашках Петри на 4, 7, 10-й дни после посева (рис. 1).

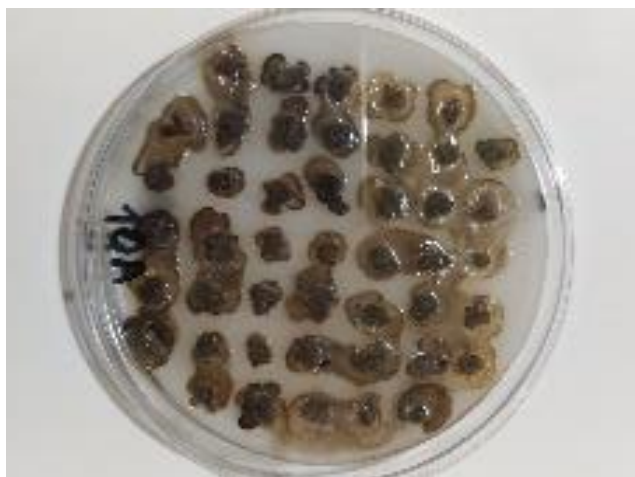


Рис. 1. Развитие колоний бактерий рода *Azotobacter* на 10-й день после посева (проба № 10)

На седьмой день после посева культур было проведено микроскопическое исследование образцов для обнаружения азотфиксирующих бактерий (рис. 2).

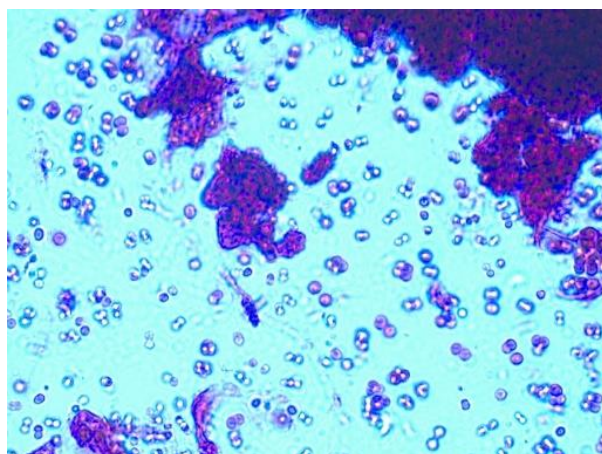


Рис. 2. Результаты микроскопических исследований колоний бактерий *Azotobacter* (проба № 10)

Также в соответствии с методическими рекомендациями было проведено микроскопическое исследование способности бактерий к накоплению полимерных соединений (рис. 3).

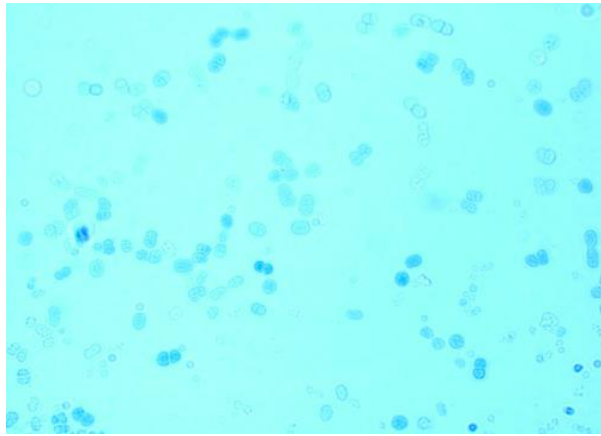


Рис. 3. Результаты микроскопических исследований штаммов *Azotobacter* на способность накапливать биополимеры

Проделанная нами работа позволила прийти к следующим выводам:

Образцы почв, взятые в окрестностях поселка Юго-Камский, по механическому составу являются глинистыми и тяжелосуглинистыми. Уровень рН почв в пределах 5–6 единиц – показатель кислотности, при котором бактерии *Azotobacter* способны расти и осуществлять процесс фиксации азота.

Азотфиксирующие бактерии были обнаружены в образцах № 4, 7, 8, 10. Наибольшее число обрастаний наблюдалось в образцах № 4 (поле, заросшее ельником, с глубины 10 см) и № 10 (ил с нижнего пруда, с глубины 20 см). Колонии начали темнеть на пятый день культивирования, к седьмому дню обрастание составило 100 %. В образцах № 7 и № 8 (поле под сенокос, с глубины 10 и 30 см) количество обрастаний – 53,3 и 97,8 % соответственно.

Микроскопическое исследование образцов колоний бактерий *Azotobacter* (методом окрашивания) в образцах почв № 4, 7, 8, 10 показало, что клетки бактерий рода *Azotobacter* имеют овальную форму, располагаются одиночно, парами и неправильными скоплениями. Выделено девять штаммов азотфиксирующих бактерий *Azotobacter chroococcum*.

Микроскопическое исследование колоний бактерий *Azotobacter* показало, что выделенные штаммы плохо накапливают полимерные соединения.

В дальнейшем запланировано определить влияние выделенных штаммов бактерий *Azotobacter* на прорастание семян редиса и фасоли, используя два метода обработки семян: предпосевную обработку семян (инокуляцию) азотфиксирующими бактериями и полив семян раствором воды и бактерий *Azotobacter*, т. к. азотфиксаторы являются высочайшим стимулятором роста растений. Также запланировано исследовать выделенные штаммы бактерий *Azotobacter* на их способность к деструкции моторного масла (азотфиксирующие бактерии используют для очистки сред от нефтяных загрязнений).

Практическое значение работы состоит в том, что она является частью большого проекта, запущенного ИХБФМ СО РАН в рамках изучения азотфиксирующих бактерий в Российской Федерации. Выделенные в рамках школьного проекта штаммы переданы в лабораторию Новосибирского



государственного университета для полной расшифровки последовательности ДНК и дальнейшего изучения.

Привлекательность исследовательского проекта заключается в том, что организаторы предоставляют необходимое оборудование и реактивы для проведения исследований, что делает их доступными для любой школы, включая те школы, которые имеют минимальное оснащение. Наставниками могут выступать педагоги любой специализации, а не только учителя биологии, а также ученые, которые консультируют по всем вопросам. Организаторы также проводят обучение и мастер-классы, а ребята могут реализовать собственные индивидуальные проекты в рамках программы.

Финальная конференция научно-исследовательских проектов «Всероссийского атласа почвенных микроорганизмов» зарегистрирована на новой платформе Talent-ID. Участие в конкурсе «Талант НТО» дает возможность получить до 10 баллов к результатам ЕГЭ.

Список литературы

1. ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200005920> (дата обращения: 01.04.2023).

2. Звягинцев А.Г., Бабьева И.П., Зенова Г.М. Биология почв : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Почвоведение». – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1983. – 248 с.

3. Логинов О.Н. Новые микробиологические препараты для сельского хозяйства и восстановления окружающей среды : автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Ин-т биол. Уфим. науч. центра РАН. – Щелково, 2004 [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.dissercat.com/content/novye-mikrobiologicheskie-preparaty-dlya-selskogo-khozyaistva-i-vosstanovleniya-okruzhayushc> (дата обращения: 01.04.2023).

4. Охотник за микробами. Методические рекомендации и инструкции по применению набора. – Новосибирск, 2022 [Электронный ресурс]. – URL: <https://microbehunters.ru/> (дата обращения: 01.04.2023).

5. Петрова О.А. Научная работа «Роль микроорганизмов в формировании химического состава почв» [Электронный ресурс]. – URL: <https://infourok.ru/nauchnaya-rabota-rol-mikroorganizmov-v-formirovanii-himicheskogo-sostava-pochv-5683198.html> (дата обращения: 01.04.2023).

УДК 502.72

DOI: 10.24412/2308-7188-2023-1-16-32

Зимин Сергей Владимирович

младший научный сотрудник

*ФГБУ «Государственный природный заповедник «Вишерский»**Красновишерск, Россия**618590, г. Красновишерск, ул. Гагарина, 67**e-mail: ohotoved123@gmail.com***ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФОТОЛОВУШЕК В ЗАПОВЕДНИКЕ
«ВИШЕРСКИЙ»****Sergey V. Zimin**

junior researcher

*State Nature Reserve 'Vishersky'**67, Gagarina, 618590, Krasnovishersk, Perm Krai, Russia**e-mail: ohotoved123@gmail.com***RESULTS OF USING CAMERA TRAPS THE VISHERSKY RESERVE**

Аннотация. Изложены данные об охотничье-промысловых млекопитающих, полученные с помощью фотоловушек на территории заповедника «Вишерский» за восемь лет. Общая работа камер составила 8252 ловушко-суток. Всего получено 429 фотолокаций, в которых зафиксировано 11 видов млекопитающих и два вида тетеревиных птиц. Представлены данные об их относительном обилии, плотности, численности, сезонной и суточной активности. Наиболее часто фиксируемым видом установлен лось.

Ключевые слова: заповедник «Вишерский», фотоловушка, фотолокация, млекопитающие, индекс относительного обилия, плотность, сезонная активность, суточная активность.

Abstract. The article presents the primary data on hunting and mammals obtained with the help of camera traps on the territory of the Vishersky reserve. The total number of camera operating was 8252 traps/day. A total of 429 photolocations were received, of which 11 species of mammals and 2 species of grouse birds were recorded. For some of them, data on their relative abundance seasonal and daily activity are presented. The most frequently recorded species is the elk.

Key words: 'Vishersky' nature reserve, camera traps, photolocation, mammals, relative abundance index, density, abundance seasonal activity, daily activity.



Государственный природный заповедник «Вишерский» площадью 241,2 тыс. га и с охранной зоной 52,2 тыс. га был образован в 1991 г. Он расположен на западном склоне Северного Урала, на крайнем северо-востоке Пермского края, в верховьях реки Вишеры. Протяженность территории заповедника с севера на юг составляет 87,5 км, с запада на восток в самой широкой части – 37,5 км. Особенностью данной территории является сложность проведения учетов лося в связи с тем, что в зимний период основное поголовье лося покидает территорию заповедника и в данные ЗМУ не попадает.

С 26 июня 2016 г. на территории заповедника «Вишерский» проводится оценка состояния популяций млекопитающих с помощью фотоловушек. Для работы использовались (с течением времени некоторые из них вышли из строя) и используются фотоловушки следующих моделей: Keep Guard-СК 076 HD, Keep Guard-760, Boskon Guard BG-520M HD, Suntek (Филин-120), Scoutguard SG 562-BW (Boly Guard), Scoutguard SG-2060-k, Bushnell Natureview Cam HD Essential. В целом же приходится отметить, что за время проведения наблюдений с помощью фотоловушек пришло в нерабочее состояние только за 2022–2023 гг. восемь приборов (два из них сломаны зубами бурого медведя, пять – по причине физического износа, один прибор, установленный на урочище Анчуг, был украден). А всего за время наблюдений вышло из строя 16 приборов. Также пришлось отказаться от использования фотоловушек Suntek (Филин-120) из-за их низкого качества. В 2023 г. благодаря благотворительному фонду «Красивые дети в красивом мире» заповедник приобрел 20 камер KW-571 и одну камеру KW-696, что в дальнейшем, несомненно, окажет положительное влияние на объем полученной информации [2].

В ходе работ уже определены точки постоянного наблюдения за животными с учетом круглогодичной доступности участков. В настоящее время приборы расположены на 16 постоянных точках, расположенных на лесных участках пойм Вишеры и ее притоков: Сухой Лыпы, Лыпы, Мойвы, – а также на склонах Тулымского, Вишерского, Чувальского камней. Еще восемь приборов будут установлены в августе-сентябре 2023 г. (рис. 1).

Камеры устанавливались на высоте от 1,5 до 2,5 м над землей, чтобы исключить засыпание снегом.

При расчете индекса относительного обилия зверя определяли количество его регистраций на 100 ловушко-суток по стандартной формуле [6].

Для расчета плотности населения лося, северного оленя и бурого медведя использован алгоритм расчета [1] согласно методике, предложенной сотрудниками Хинганского и Зейского заповедников [4, с. 7–8].

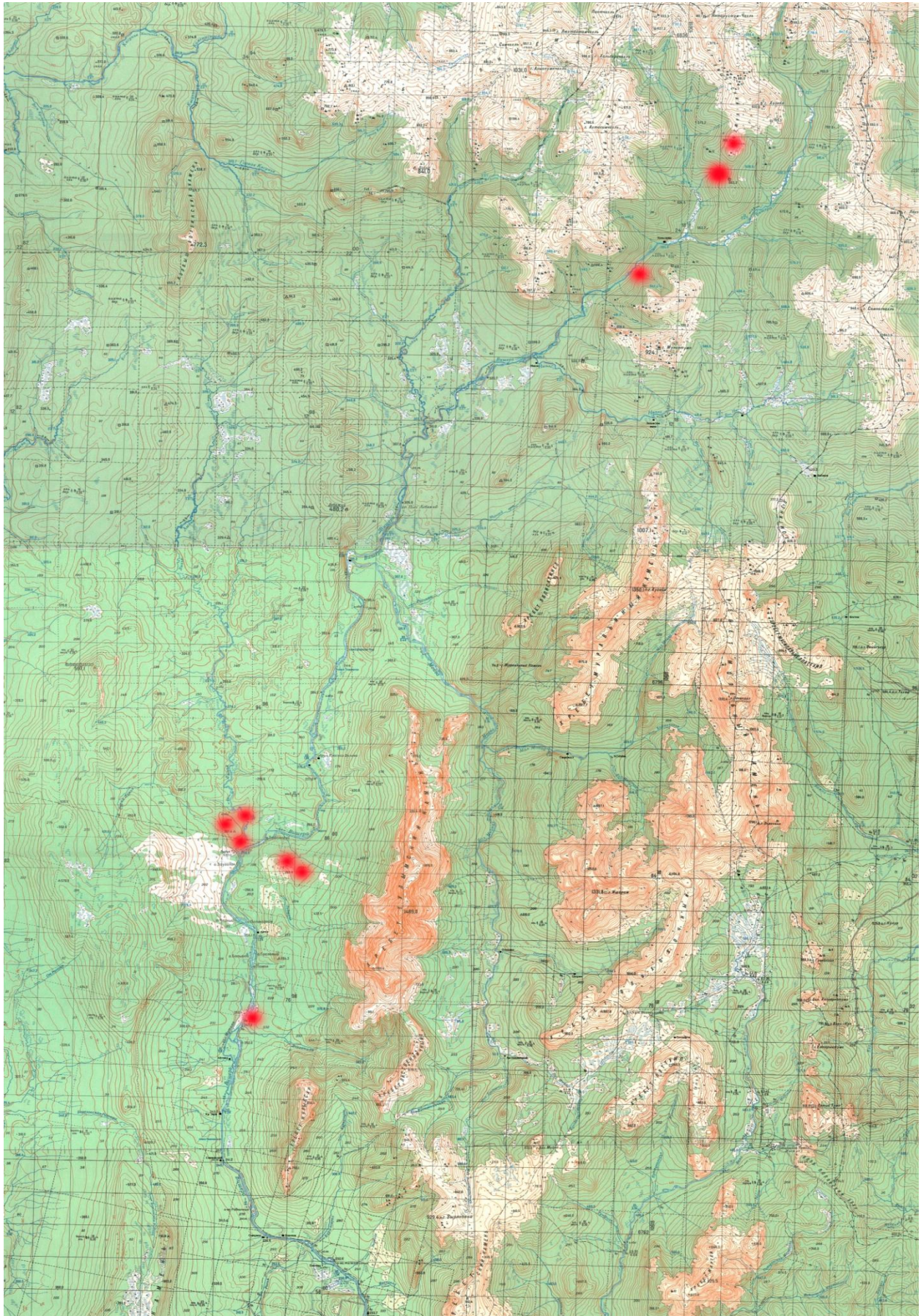


Рис. 1. Расположение фотоловушек на территории заповедника «Вишерский» на июнь 2023 г.



За одни ловушко-сутки принимается работа одной камеры в течение 24 ч. Под фотолокацией понимается проход одного животного перед камерой, считая несколько фотографий, сделанных фотоловушкой последовательно за одну или несколько серий. Камеры были установлены на непрерывный режим сканирования в режиме «видео» или «фото + видео» с продолжительностью съемки 20–30 с.

Всего за период работы обработано 8252 ловушко-суток. В результате обработки получено 429 фотолокаций, в которых зафиксировано 11 видов млекопитающих и два вида тетеревиных птиц (табл. 1).

Таблица 1

Распределение фотолокаций по видам за период с июня 2016 г. по июнь 2023 г.

Вид животного	Число срабатываний	Доля от общего числа срабатываний, %	Срабатываний на 100 ловушко-суток
Бурый медведь	42	10,2	0,5
Лось	204	47,5	2,5
Бобр	1	0,2	0,01
Горноста́й	1	0,2	0,01
Северный олень	15	3,5	0,18
Заяц-беляк	110	25,6	1,33
Соболь	21	4,8	0,25
Волк	2	0,5	0,02
Росомаха	3	0,7	0,03
Белка	22	5,5	0,26
Выдра	1	0,2	0,01
Глухарь	5	1,2	0,06
Рябчик	2	0,5	0,02
ИТОГО	429	100	8252 ловушко-суток

Среди млекопитающих самыми многочисленными объектами фотоловушек за весь период наблюдений были лось (204 фотолокации, или 47,5 % регистраций), заяц-беляк (110 фотолокаций, или 25,6 % регистраций) и бурый медведь (42 фотолокации, или 10,2 % регистраций), что вместе составило 83,3 % фотолокаций.

Сведения по годам представлены в табл. 2.

Таблица 2

Распределение фотолокаций по видам и годам за период с июня 2016 г. по июнь 2023 г.

Вид животного	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Ср. год. данные
Бурый медведь	1	-	2	13	14	7	5	-	5,3
Лось	2	15	41	41	39	37	21	10	25,8
Бобр	1	-	-	-	-	-	-	-	0,12
Горноста́й	-	-	1	-	-	-	-	-	0,12
Северный олень	1	1	1	6	2	2	2	-	1,9

Вид животного	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Ср. год. данные
Зяц-беляк	-	-	6	11	9	29 (в т. ч. 18 на солонце)	18 (в т. ч. 16 на солонце)	37 (в т. ч. 27 на солонце)	13,8
Соболь	-	-	3	2	11	2	2	1	2,6
Волк	-	-	-	1	-	-	1	-	0,25
Росомаха				1	1	1	-	-	0,4
Белка	-	-	-	5	15	-	-	2	2,8
Выдра	-	-	-	-	1	-	-	-	0,12
Глухарь	1	-	1	-	-	1	2	-	0,63
Рябчик	-	-	-	-	1	1	-	-	0,25
ИТОГО фотолокаций	6	15	54	81	94	87	83	50	53,6
Количество ловушко-суток	71	350	1168	1402	1841	1730	1008	682	1032

Показатели обилия крупных млекопитающих (лось, северный олень, бурый медведь) определяли двумя способами.

При расчете индекса относительного обилия зверя определяли количество его регистраций на 100 ловушко-суток по стандартной формуле: $TS = (TE / TN) \cdot 100$, где TS (trap success) – индекс обилия, TE (trap event) – число регистраций проходов животных, TN (trap nights) – число ловушко-суток на локацию.

*Индексы относительного обилия лосей
(табл. 3–9, рис. 2)*

Таблица 3

Индексы относительного обилия лосей по данным
фотоотлова за 2017 г.

Название точки фотоотлова	Всего лосей (фото)	Количество суток работы камеры	Индекс обилия (количество лосей на 100 дней фотоучета)
Хальсория 1	8	98	8,1*
Хальсория 2	7	98	7,1
Лиственничный 1	0	37	0
ВСЕГО	15	233	6,43

* – эти значения получены на искусственном солонце.



Таблица 4

Индексы относительного обилия лосей по данным
фотоотлова за 2018 г.

Название точки фотоотлова	Всего лосей (фото)	Количество суток работы камеры	Индекс обилия (количество лосей на 100 дней фотоучета)
Хальсория 1	12	271	4,4*
Хальсория 2	21	303	6,9
Лиственничный 1	2	26	7,6
Тошовский	1	110	0,9
Лиственничный 2	2	15	6,6
Лопья 1	2	31	6,4
Долганиха	1	33	3,03
ВСЕГО	41	789	5,19

* – эти значения получены на искусственном солонце.

Таблица 5

Индексы относительного обилия лосей по данным
фотоотлова за 2019 г.

Название точки фотоотлова	Всего лосей (фото)	Количество суток работы камеры	Индекс обилия (количество лосей на 100 дней фотоучета)
Хальсория 1	6	12	50,0*
Хальсория 2	18	365	4,93
Хальсория 3	5	165	3,03
Лыпья 1	1	250	0,4
Лыпья 2	4	249	1,6
Сухая Лыпья 1	2	61	3,27
Сухая Лыпья 2	0	73	0
Тулым 2	0	71	0
Тулым 1	0	33	0
Лопья	5	123	4,06
ВСЕГО	41	1402	2,92

* – эти значения получены на искусственном солонце.

Таблица 6

Индексы относительного обилия лосей по данным
фотоотлова за 2020 г.

Название точки фотоотлова	Всего лосей (фото)	Количество суток работы камеры	Индекс обилия (количество лосей на 100 дней фотоучета)
Хальсория 1	3	10	30*
Хальсория 2	16	365	4,38
Хальсория 3	7	365	1,91
Чувал 1	0	23	0
Чувал 3	1	17	6,25
Лыпья 1	0	105	0
Лыпья 2	7	366	1,91
Сухая Лыпья 1	0	9	0
Сухая Лыпья 2	4	262	1,53
Тулым 1	0	5	0
Тулым 2	1	314	0,31
ВСЕГО	39	1841	2,11

* – эти высокие значения получены на искусственном солонце.

Таблица 7

Индексы относительного обилия лосей по данным
фотоотлова за 2021 г.

Название точки фотоотлова	Всего лосей (фото)	Количество суток работы камеры	Индекс обилия (количество лосей на 100 дней фотоучета)
Хальсория 1	5	6	83,3*
Хальсория 2	22	365	6,02
Хальсория 3	3	231	1,29
Лыпя 1	0	182	0
Лыпя 2	3	246	1,21
Сухая Лыпя 1	2	76	2,63
Сухая Лыпя 2	0	174	0
Лыпя 3	0	182	0
Тулым 1	0	88	0
Тулым 2	2	175	1,14
Мойва 1	0	5	0
ВСЕГО	37	1730	2,13

* – эти высокие значения получены на искусственном солонце.

Таблица 8

Индексы относительного обилия лосей по данным
фотоотлова за 2022 г.

Название точки фотоотлова	Всего лосей (фото)	Количество суток работы камеры	Индекс обилия (количество лосей на 100 дней фотоучета)
Хальсория 2	18	365	4,91
Лыпя 1	1	309	0,32
Тулым 1	0	182	0
Сухая Лыпя 1	2	56	3,57
Лыпя-2	0	133	0
ВСЕГО	21	1045	2,0

Таблица 9

Индексы относительного обилия лосей по данным фотоотлова
за 2023 г.*

Название точки фотоотлова	Всего лосей (фото)	Количество суток работы камеры	Индекс обилия (количество лосей на 100 дней фотоучета)
Хальсория-2	10	148	6,7
Тулым-1	0	140	0
Лыпя-1	0	138	0
Лыпя-2	0	139	0
ВСЕГО	10	565	1,76

* – данные за неполный год.

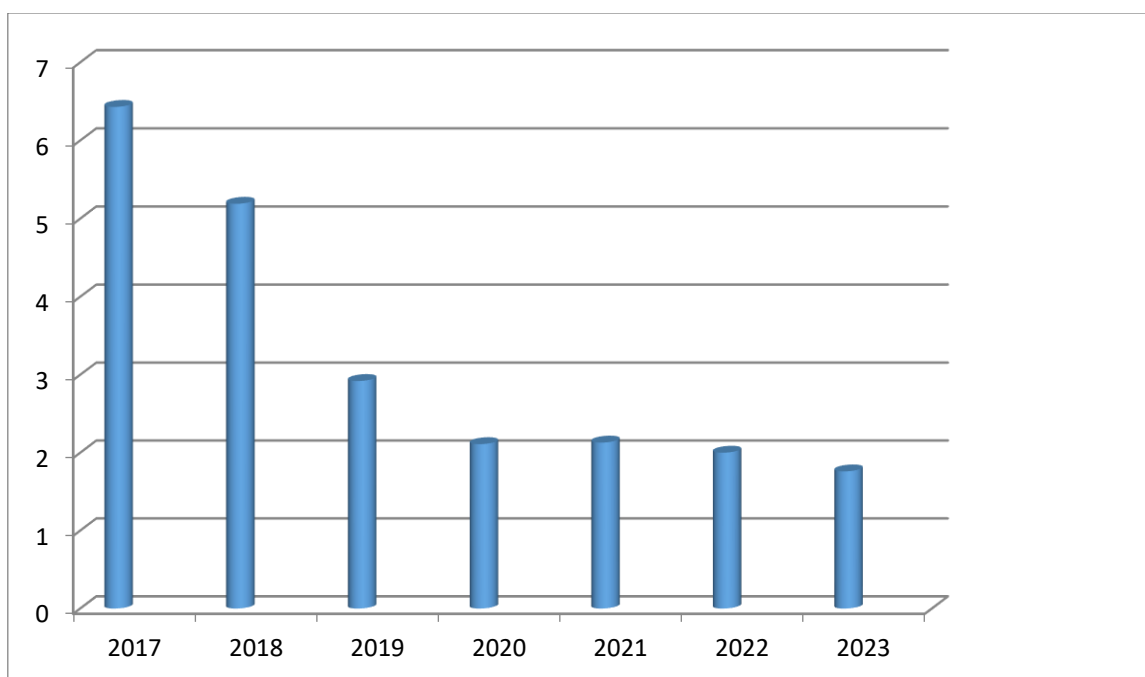


Рис. 2. Индексы относительного обилия лосей по данным фотоотлова на 100 дней работы фотоловушек (без учета данных на искусственном солонце)

Среднегодовой показатель индекса обилия составил 2,36. Установлено, что лось наиболее тяготеет к верховьям р. Вишеры, где расположены фотоловушки Хальсория № 1, № 2 и № 3, в связи с меньшим фактором беспокойства. В 2022 г. на этом участке приборы № 1 и № 3 не работали из-за поломки бурым медведем.

*Индексы относительного обилия дикого северного оленя
(табл. 10–16, рис. 3)*

Таблица 10

Индексы относительного обилия диких северных оленей по данным фотоотлова за 2017 г.

Название точки фотоотлова	Всего особей (фото)	Количество суток работы камеры	Индекс относительного обилия (количество особей на 100 дней фотоучета)
Хальсория 1	1	98	1
Хальсория 2	0	98	0
Лиственничный 1	0	37	0
ВСЕГО	1	233	0,42

Таблица 11

Индексы относительного обилия диких северных оленей по данным фотоотлова за 2018 г.

Название точки фотоотлова	Всего особей (фото)	Количество суток работы камеры	Индекс относительного обилия (количество особей на 100 дней фотоучета)
Хальсория 1	1	271	0,3
Хальсория 2	0	303	0
Лиственничный 1	0	26	0

Название точки фотоотлова	Всего особей (фото)	Количество суток работы камеры	Индекс относительного обилия (количество особей на 100 дней фотоучета)
Тошовский	0	110	0
Лиственничный 2	0	15	0
Лопья 1	0	31	0
Долганиха	0	33	0
ВСЕГО	1	789	0,126

Таблица 12

Индексы относительного обилия диких северных оленей по данным фотоотлова за 2019 г.

Название точки фотоотлова	Всего особей (фото)	Количество суток работы камеры	Индекс относительного обилия (количество особей на 100 дней фотоучета)
Хальсория 1	0	12	0
Хальсория 2	6	365	1,98
Хальсория 3	0	165	0
Лыпя 1	0	250	0
Лыпя 2	0	249	0
Сухая Лыпя 1	0	61	0
Тулым 1	0	33	0
Тулым 2	0	71	0
Сухая Лыпя 2	0	73	0
Лопья	0	123	0
ВСЕГО	6	1402	0,42

Таблица 13

Индексы относительного обилия диких северных оленей по данным фотоотлова за 2020 г.

Название точки фотоотлова	Всего оленей (фото)	Количество суток работы камеры	Индекс относительного обилия (количество лосей на 100 дней фотоучета)
Хальсория 1	0	10	0
Хальсория 2	1	365	0,27
Хальсория 3	0	365	0
Чувал 1	0	23	0
Чувал 3	0	17	0
Лыпя 1	0	105	0
Лыпя 2	1	366	0,27
Сухая Лыпя 1	0	9	0
Сухая Лыпя 2	0	262	0
Тулым 1	0	5	0
Тулым 2	0	314	0
ВСЕГО	2	1841	0,1



Таблица 14

Индексы относительного обилия диких северных оленей по данным фотоотлова за 2021 г.

Название точки фотоотлова	Всего оленей (фото)	Количество суток работы камеры	Индекс относительного обилия (количество лосей на 100 дней фотоучета)
Хальсория 1	0	6	0
Хальсория 2	1	365	0,27
Хальсория 3	1	231	0,62
Лыпья 1	0	182	0
Лыпья 2	0	246	0
Сухая Лыпья 1	0	76	0
Сухая Лыпья 2	0	174	0
Лыпья 3	0	182	0
Тулым 1	0	88	0
Мойва 1	0	5	0
Тулым 2	0	175	0
ВСЕГО	2	1730	0,115

Таблица 15

Индексы относительного обилия диких северных оленей по данным фотоотлова за 2022 г.

Название точки фотоотлова	Всего оленей (фото)	Количество суток работы камеры	Индекс обилия (количество лосей на 100 дней фотоучета)
Хальсория 2	2	365	0,54
Лыпья 1	0	309	0
Тулым 1	0	182	0
Сухая Лыпья 1	0	56	0
Лыпья 2	0	133	0
ВСЕГО	2	1045	0,19

Таблица 16

Индексы относительного обилия диких северных оленей по данным фотоотлова за 2023 г.*

Название точки фотоотлова	Всего оленей (фото)	Количество суток работы камеры	Индекс обилия (количество лосей на 100 дней фотоучета)
Хальсория 2	0	148	0
Лыпья 1	0	138	0
Тулым 1	0	140	0
Лыпья 2	0	139	0
ВСЕГО	0	565	0

* – данные за неполный год.

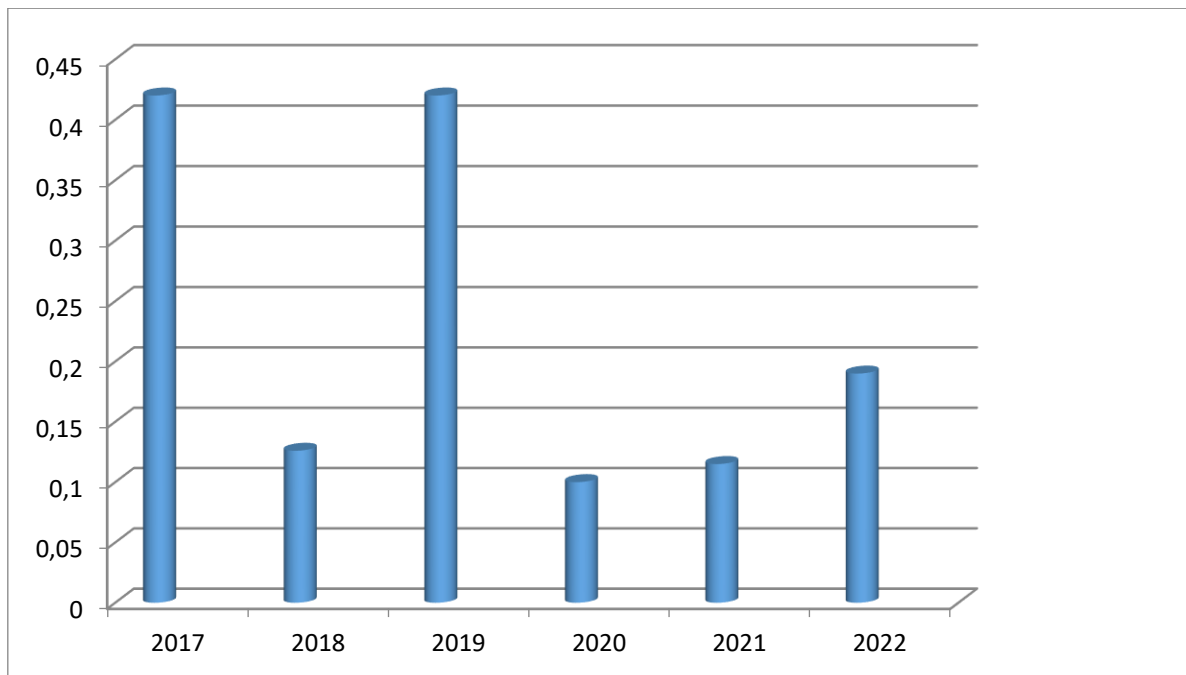


Рис. 3. Индексы относительного обилия дикого северного оленя по данным фотоотлова на 100 дней работы фотоловушек

Среднегодовой показатель индекса обилия составил 0,195.

*Индексы относительного обилия бурого медведя
(табл. 17–23, рис. 4)*

Таблица 17

Индексы относительного обилия бурого медведя по данным фотоотлова за 2017 г.

Название точки фотоотлова	Всего особей (фото)	Количество суток работы камеры	Индекс относительного обилия (количество особей на 100 дней фотоучета)
Хальсория 1	0	98	0
Хальсория 2	0	98	0
Лиственничный 1	0	37	0
ВСЕГО	0	233	0

Таблица 18

Индексы относительного обилия бурого медведя по данным фотоотлова за 2018 г.

Название точки фотоотлова	Всего особей (фото)	Количество суток работы камеры	Индекс относительного обилия (количество особей на 100 дней фотоучета)
Хальсория 1	2	271	0,7
Хальсория 2	0	303	0
Лиственничный 1	0	26	0
Тошовский	0	110	0
Лиственничный 2	0	15	0
Лопья 1	0	31	0
Долганиха	0	33	0
ВСЕГО	2	789	0,25

Таблица 19

Индексы относительного обилия бурого медведя по данным фотоотлова за 2019 г.

Название точки фотоотлова	Всего особей (фото)	Количество суток работы камеры	Индекс относительного обилия (количество особей на 100 дней фотоучета)
Хальсория 1	0	12	0
Хальсория 2	1	365	0,27
Хальсория 3	6	165	3,63
Лыпя 1	2	250	0,8
Лыпя 2	4	249	1,6
Сухая Лыпя 1	2	61	3,27
Тулым 1	0	33	0
Тулым 2	0	71	0
Лопья	0	123	0
Сухая Лыпя 2	0	73	0
ВСЕГО	13	1402	0,92

Таблица 20

Индексы относительного обилия бурого медведя по данным фотоотлова за 2020 г.

Название точки фотоотлова	Всего особей (фото)	Количество суток работы камеры	Индекс относительного обилия (количество на 100 дней фотоучета)
Хальсория 1	1	10	10
Хальсория 2	0	365	0
Хальсория 3*	2	365	0,54
Чувал 1	1	23	4,34
Чувал 3	0	17	0
Лыпя 1	0	105	0
Лыпя 2	8	366	2,18
Сухая Лыпя 1	0	9	0
Сухая Лыпя 2	0	262	0
Тулым 1	0	5	0
Тулым 2	2	314	1,4
ВСЕГО	14	1841	0,76

Таблица 21

Индексы относительного обилия бурого медведя по данным фотоотлова за 2021 г.

Название точки фотоотлова	Всего особей (фото)	Количество суток работы камеры	Индекс относительного обилия (количество на 100 дней фотоучета)
Хальсория 1	1	6	16,6
Хальсория 2	1	365	0,27
Хальсория 3	1	231	0,43
Лыпя 1	0	182	0
Лыпя 2	1	246	0,4

Название точки фотоотлова	Всего особей (фото)	Количество суток работы камеры	Индекс относительного обилия (количество на 100 дней фотоучета)
Сухая Лыпя 1	4	76	5,2
Сухая Лыпя 2	0	174	0
Лыпя 3	0	182	0
Тулым 1	0	88	0
Тулым 2	0	175	0
Мойва 1	0	5	0
ВСЕГО	8	1730	0,46

Таблица 22

Индексы относительного обилия бурого медведя по данным фотоотлова за 2022 г.

Название точки фотоотлова	Всего особей (фото)	Количество суток работы камеры	Индекс обилия (количество на 100 дней фотоучета)
Хальсория 2	4	365	1,09
Лыпя 1	0	309	0
Тулым 1	1	182	0,99
Сухая Лыпя 1	0	56	0
Лыпя-2	0	133	0
ВСЕГО	5	1045	0,47

Таблица 23

Индексы относительного обилия бурого медведя по данным фотоотлова за 2023 г.*

Название точки фотоотлова	Всего особей (фото)	Количество суток работы камеры	Индекс обилия (количество на 100 дней фотоучета)
Хальсория 2	0	148	0
Лыпя 1	0	138	0
Тулым 1	0	140	0
Лыпя-2	0	139	0
ВСЕГО	0	565	0

* – данные за неполный год.

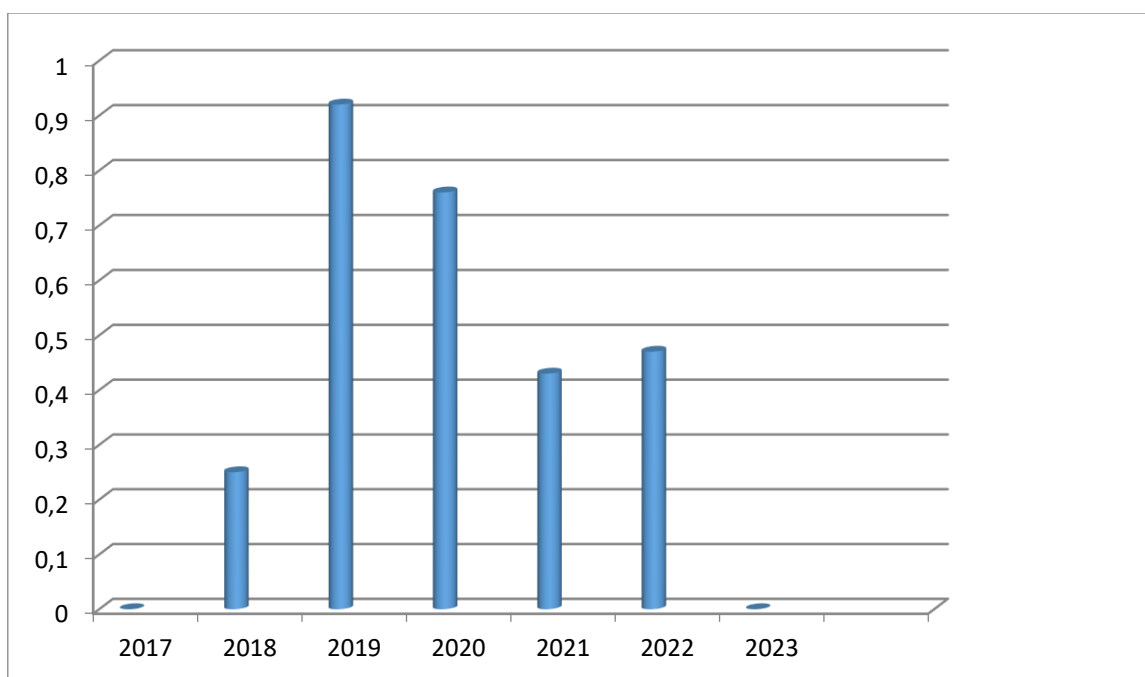


Рис. 4. Индексы относительного обилия бурого медведя по данным фотоотлова на 100 дней работы фотоловушек

Среднегодовой показатель индекса обилия составил 0,38.

Плотность населения лося, дикого северного оленя и бурого медведя

1. Определяли суммарное нахождение зверей учитываемого вида в зоне действия фотоловушек (V_3) в секундах. Если одновременно фиксировалось несколько животных, то время нахождения в зоне действия фотоловушек учитывали для каждого зверя. Рассчитывали долю времени (%) нахождения особи учитываемого вида в зоне действия фотоловушки (V_3) от времени работы фотоловушек ($V_л$) по формуле: $V = 100 V_3 / V_л$.

2. Рассчитывали плотность населения (ПН) учитываемого вида в особях на 1000 га по формуле: $ПН = 100000 V / П_л$, где $П_л$ – средняя площадь зоны действия фотоловушек, в нашем случае равная 25 м^2 .

Для расчета плотности лося, согласно данным лесоустройства (2007), была исключена площадь тундр и гольцовых пустынь, равная 35 454 га. При этом необходимо отметить, что данная методика имеет важнейшее ограничение, связанное с трудностями корректной экстраполяции полученных результатов, и даже при большом количестве фотоловушек она не заменит традиционные методы учета численности промысловых животных (ЗМУ, многодневный оклад и т. д.) [4].

По данным периода работы фотоловушек с июня 2022 по июнь 2023 г. (1106 ловушко-суток), относительная численность лося составила 411 особей при плотности 2 ос./1000 га. Данный показатель не достигает средневзвешенных показателей качества бонитировки для елово-пихтовых лесов (объединяющих приспевающие и спелые насаждения старше 41 года) Пермского края, где оптимальная численность лосей считается 6–10 особей на 1000 га [5].

Относительная численность бурого медведя за тот же период составила 48 особей при плотности 0,2 особи на 1000 га, а дикого северного оленя – 12 особей при плотности 0,05 особи на 1000 га (что является заниженным показателем, т. к. в зимний период 2023 г. визуально наблюдали стадо оленей 37 голов).

Сведения о сезонной активности лося и бурого медведя

Таблица 16

Распределение фотолокаций лося и медведя по месяцам за период с июня 2016 г. по сентябрь 2022 г.

Месяцы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Всего
Медведь	-	-	-	-	10	6	11	6	5	6	-	-	42
%	-	-	-	-	23,8	14,3	26,1	14,2	11,9	14,2	-	-	100
Лось	5	-	-	-	18	36	22	22	49	55	10	-	215
%	3,6				8,3	16,7	10,2	10,2	22,7	25,5	4,6		100

Из общего числа медведей большинство фотолокаций (23,8 %) наблюдается в весенний период (май), период выхода из берлог, и в летний период (июль) (26,1 %). В остальные месяцы, до залегания зверя в зимнюю спячку, сезонная активность примерно равная. Из общего числа лосей, пол которых удалось определить, 113 животных – самцы, 70 – самки. Наибольшее число фиксаций лосей приходится на сентябрь-октябрь (48,2 %) и совпадает с периодом гона, когда у животных повышенная активность, а также в связи с ежегодной осенней миграцией.

Сведения о суточной активности лося и бурого медведя

В двух случаях произошел технический сбой даты и времени, поэтому в графике использованы данные 37 фоторегистраций бурых медведей.

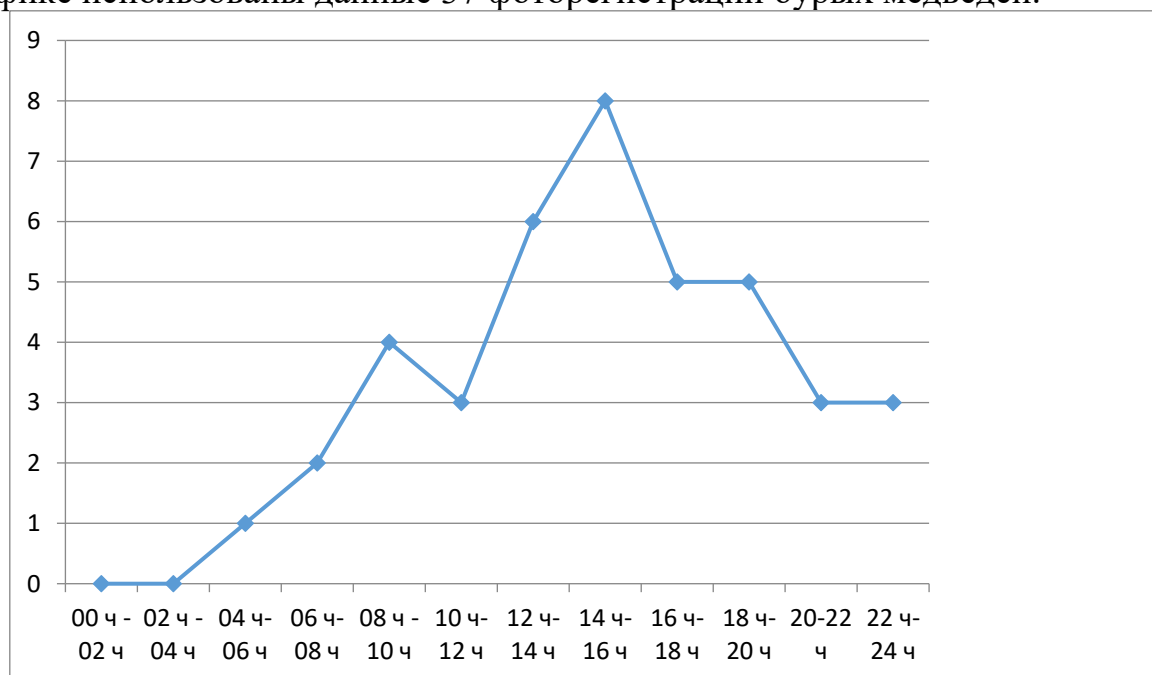


Рис. 5. Суточная активность бурых медведей в заповеднике «Вишерский»

Суточная активность бурых медведей в летне-осенний период наиболее выражена (92,8 %) в дневной период, с 8.00 до 23.00 (рис. 5).

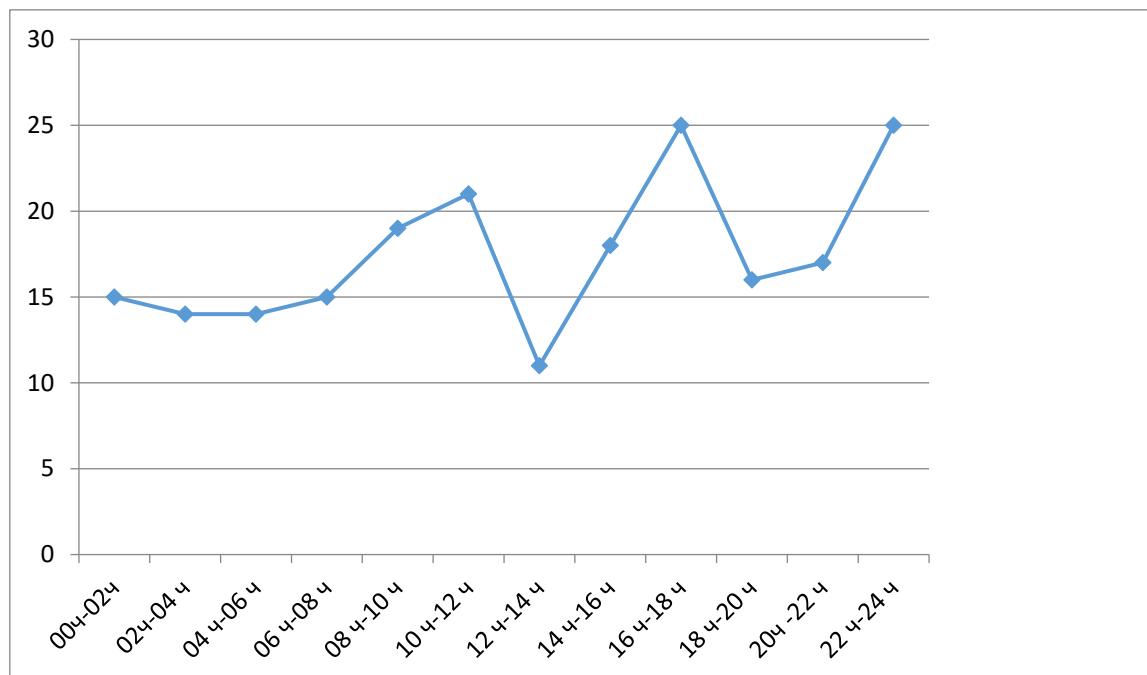


Рис. 6. Суточная активность лосей в заповеднике «Вишерский»

Минимальная активность лосей отмечена с 12 до 14 ч, когда зафиксировано 11 животных (5,1 %) из 215 случаев с достоверно известным временем суток (рис. 6).

Если, по примеру Центрально-Лесного заповедника, условно определить сумеречно-ночную активность в период с 17 до 8 ч, то мы получим фиксацию 141 животных, или 65,5 %. Эти данные совпадают с результатами, полученными в Центрально-Лесном заповеднике, где лось наиболее активен (45 %) именно в это время. Минимальная двигательная активность лосей отмечена с 13 до 15 ч. При этом наши данные также совпадают с данными Центрально-Лесного заповедника по максимальной суточной активности, отмеченной в 22 ч [3].

Таким образом, всего обработано 8252 ловушко-суток. В результате обработки получено 429 фотолокаций, в которых зафиксировано 11 видов млекопитающих и два вида тетеревиных птиц. Среди млекопитающих самыми многочисленными объектами фотоловушек за весь период наблюдений были лось (204 фотолокации, или 47,5 % регистраций), бурый медведь (42 фотолокации, или 10,2 % регистраций) и заяц-беляк (110 фотолокаций, или 25,6 % регистраций), что составило 83,3 % фотолокаций. Средний индекс относительного обилия за период наблюдений для лося составил 2,36, для дикого северного оленя – 0,195, для бурого медведя – 0,38.

Относительная плотность лося (на 1000 га) составила 2,36 особи, относительная численность – 411 особей; плотность бурого медведя составила 0,2 особи на 1000 га при относительной численности 48 особей; плотность дикого северного оленя составила 0,05 особи на 1000 га при относительной численности 12 животных.

Из общего числа медведей большинство фотолокаций (23,8 %) наблюдается в весенний период (май), период выхода из берлог, и в летний период (июль) (26,1 %). В остальные месяцы, до залегания зверя в зимнюю спячку, сезонная активность примерно равная. Из общего числа лосей, пол которых удалось определить, 113 животных – самцы, 70 – самки. Наибольшее число фиксаций лосей приходится на сентябрь-октябрь (48,2 %) и совпадает с периодом гона, когда у животных повышенная активность, а также в связи с ежегодной осенней миграцией.

Суточная активность бурых медведей в летне-осенний период наиболее выражена в дневной период, с 8 до 23 ч (92,8 %). Наибольшая суточная активность лосей отмечена в сумеречно-ночное время, с 17 до 8 ч (65,5 %).

Автор выражает признательность благотворительному фонду «Красивые дети – в красивом мире», инспекторам охраны заповедника «Вишерский» А.Г. Дурягину и Д. Мельнику, лаборанту-исследователю Н.А. Бахтиярову и другим сотрудникам заповедника, оказавшим неоценимую помощь в получении данных.

Список литературы

1. Волков А.Е. Лесные дороги и просеки как места организации мониторинга крупных хищных млекопитающих с использованием фотоловушек (на примере Керженского заповедника) // Биота и среда. – 2020. – № 4. – С. 68–94.
2. Зимин С.В. К вопросу о численности бурого медведя в заповеднике «Вишерский» // Вестник Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета. Сер. 2, вып.1. – 2019. – С. 53–64.
3. Огурцов С.С., Желтухин А.С., Котлов И.П. Суточная активность крупных и средних млекопитающих по данным фотоловушек в Центрально-Лесном заповеднике (Валдайская возвышенность, Россия) // Nature Conservation Research. Заповедная наука. – 2018. – № 3(2). – С. 68–88.
4. Подольский С.А., Кастрикин В.А., Левик Л.Ю., Гордеева Я.С. Методология использования фотоловушек для оценки обилия и сезонных изменений населения млекопитающих на примере Зейского заповедника // Байкальский зоологический журнал. – 2019. – № 2(25). – С. 6–12.
5. Чайкин С.А., Егошина Т.Л. Ресурсный потенциал охотничьих угодий как фактор положительной динамики численности лося европейского (*ALCES ALCES* L., 1758) на территории Пермского края // Вестник Удмуртского университета. – 2017. – Т. 27, вып. 2. – С. 207–219.
6. Marcella J. Kelly, Erika L. Holub. Camera Trapping of Carnivores: Trap Success Among Camera Types and Across Species, and Habitat Selection by Species, on Salt Pond Mountain, Giles County, Virginia // Northeastern Naturalist. – 2008. – № 15(2). – P. 249–262.

УДК 577.21+601

DOI: 10.24412/2308-7188-2023-1-33-44

Лаврский Алексей Юрьевич

кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии и географии

ФГБОУ ВО «Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет», Пермь, Россия

614990, г. Пермь, ул. Пушкина, 42, тел. (342) 2151952, доб. 485

e-mail: Lavrsky@pspu.ru

Бондарцова Ксения Владимировна

магистрант направления «Экология и биотехнология»
естественнонаучного факультета

ФГБОУ ВО «Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет», Пермь, Россия

614990, г. Пермь, ул. Пушкина, 42, тел. (342) 2151952, доб. 485

e-mail: kseniahim@yandex.ru

Лаврская Екатерина Андреевна

ассистент кафедры биологии и географии

ФГБОУ ВО «Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет»

614990, г. Пермь, ул. Сибирская, 24, тел. (342) 23863455

аспирант 2-го курса биологического факультета

ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», Пермь, Россия

614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15

e-mail: ekandr.sh@yandex.ru

**ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ
ХИМИЧЕСКОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ КЛЕТОК *ESCHERICHIA COLI* НА
ПРИМЕРЕ ШТАММА XL1-blue**

Aleksei Y. Lavrskii

Candidate of Biological Sciences, Docent of Chair of Biology and Geography

Perm State Humanitarian Pedagogical University

42, Pushkina, 614990, Perm, Russia

e-mail: Lavrsky@pspu.ru

Ksenia V. Bondartsova

Master of Pedagogical Direction 'Ecology and Biotechnology'

*Perm State Humanitarian Pedagogical University
42, Pushkina, 614990, Perm, Russia
e-mail: kseniahim@yandex.ru*

Ekaterina A. Lavrskaja

Assistant of the Department of Biology and Geography

*Perm State Humanitarian Pedagogical University
42, Pushkina, 614990, Perm, Russia
2st year postgraduate student of the Faculty of Biology
Perm State National Research University
15, Bukireva, 614990, Perm, Russia
e-mail: ekandr.sh@yandex.ru*

**THE EFFECT OF EXTERNAL FACTORS ON THE EFFECTIVENESS OF
CHEMICAL TRANSFORMATION OF *ESCHERICHIA COLI* CELLS
EXAMPLE XL1- BLUE STRAIN**

Аннотация. Приводятся результаты исследования влияния низких температур при подготовке, времени хранения, а также состава буфера на эффективность химической трансформации клеток *Escherichia coli* плазмидными векторами.

Ключевые слова: компетентные клетки, низкие температуры, химическая трансформация, плазмидные векторы, *Escherichia coli*.

Abstract. The article presents the results of the study of the effect of low temperatures during preparation, storage time, and buffer composition on the efficiency of chemical transformation of *Escherichia coli* cells by plasmid vectors.

Key words: competent cells, low temperatures, chemical transformation, plasmid vectors, *Escherichia coli*.

Современная биотехнологическая промышленность немислима без «микробных» технологий. Существуют сотни биотехнологических штаммов, обладающих самыми разными характеристиками, позволяющих синтезировать различное сырье и являющихся модельными системами для изучения различных процессов [2; 3; 4].

В качестве основных модельных микроорганизмов используются кишечная палочка (*Escherichia coli*), сенная палочка (*Bacillus subtilis*) и множество штаммов молочнокислых и других бактерий [1; 2; 3; 5].

Распространены две основные группы методов трансформации, применяемых для прокариот: электропорация и химическая трансформация.



Наиболее простым и технологичным является процесс химической трансформации, поскольку модификация не предполагает другого носителя кроме молекул ДНК (обычно плазмидного вектора) и нет дополнительных промежуточных этапов. Кроме того, данная методика не требует дорогостоящего оборудования (электропораторы и расходные материалы к ним) и довольно доступна. Недостатком является относительно невысокая эффективность, но она компенсируется большим числом бактериальных клеток в трансформируемой культуре.

Ключевым сырьем для химической трансформации бактерий являются так называемые компетентные клетки (КК) [1; 8; 9]. Состояние компетентности к трансформации – сложное комплексное состояние, обычно сопряженное с изменением внешних условий, при котором запускаются специфические гены, синтезируются определенные вещества, а также изменяется структура мембраны и клеточной стенки.

Изучение факторов, влияющих на образование КК, может быть перспективно, так как оно должно способствовать повышению эффективности трансформации и экономии времени и генетических элементов при молекулярном клонировании с использованием бактериальных культур.

Целью нашей работы было выявление условий, обеспечивающих наибольшую эффективность химической трансформации клеток *Escherichia coli* штамма XL1-blue на различных этапах подготовки.

Задачи:

1. Проанализировать эффективность получения КК *Escherichia coli* для химической трансформации стандартным и модифицированными низкотемпературными методами, стимулирующими тепловой шок; выявить условия с наибольшим выходом трансформантов.

2. Оценить влияние компонентов солевого буфера на эффективность трансформации.

3. Оценить влияние таких факторов, как время хранения КК и тип плазмиды, на выход трансформантов.

Химические факторы компетентности представляют собой продукты экспрессии определенных генов. Клеточная стенка в этом состоянии имеет повреждения, а мембрана может иметь инвагинации и поры. В естественных условиях возникновение большого количества КК маловероятно, поэтому состояние индуцируют специальными методами.

В литературе описано несколько классических методик получения КК (обычно для *Escherichia coli*, но есть сведения и о других бактериях, в т. ч. грамположительных, например *Bacillus subtilis*) [1; 5; 7; 8; 9].

Обычно это обеспечивается несколькими факторами: 1) молодой (ночной) культурой; 2) накоплением химических факторов компетентности в клетках и культуральной среде; 3) специальным солевым буфером; 4) температурным шоком клеток, который приводит к изменениям в структурах клеточной стенки и мембраны.

После индукции КК их обычно трансформируют сразу или замораживают, в т. ч. в жидком азоте, и хранят при отрицательных температурах: от -24 до -70 °С.

Каждое оттаивание и последующая заморозка снижает компетентность ориентировочно в два раза, поэтому целесообразно аликвотирование КК на маленькие порции по несколько микролитров [1].

В настоящее время КК доступны для заказа у многих поставщиков, и некоторые лаборатории предпочитают заказывать готовые. Минус такого подхода – в относительной дороговизне продукции, а также в сложности поддержания условий хранения КК при доставке (нужны низкие температуры, менее -20 °С). По этим причинам удобно готовить КК в целевой лаборатории, а затем их сразу замораживать и хранить до востребования.

Классические методики могут несколько отличаться, поэтому целесообразно установить влияние тех или иных этапов подготовки КК на эффективность их последующей трансформации.

В общих чертах последовательность приготовления КК выглядит следующим образом [1; 6; 7; 8; 9]:

1. Получение молодой, плотной «ночной» культуры целевых клеток (*E. coli*) и выращивание ее в суспензии до требуемой плотности.
2. Охлаждение и осаждение суспензии клеток при 0 °С.
3. Полное осаждение биомассы бактерий и удаление супернатанта.
4. Ресуспендирование в специальном солевом буфере и охлаждение при 0 °С 10–15 мин.
5. Внесение криопротектора, обычно ДМСО (диметилсульфоксид).
6. Трансформация или замораживание при низких температурах (от -20 до -70 °С) для дальнейшего использования.

Приготовление КК

В качестве основного модельного штамма *Escherichia coli* использовался штамм XL1-blue (Evrogen) генотип: *recA1 endA1 gyrA96 thi-1 hsdR17 supE44 relA1 lac [F' proAB lacI^q ΔM15 Tn10 (Tet^r)]*.

Приготовление КК осуществлялось из ночной культуры, доращиваемой в суспензии на среде SOB до плотности OD = $0,6 \pm 0,03$.

Для инкубации культур использовались термошейкер ST-3 и суховоздушный термостат.

Плотность пробы культуры замерялась на спектрофотометре КФК-3, после чего доводилась до требуемого значения стерильной средой. При этом вычислялась поправка на объем, и аналогичная манипуляция производилась со всей культурой. Проба, на которой производился замер, далее в работе не использовалась и инактивировалась.

Культура бактерий центрифугировалась при температуре $+4$ °С 3000RPM в пробирках объемом 5 мл.



Общий ход реализованной в работе методики подготовки КК *E.coli* представлен в табл. 1.

При приготовлении КК использовались два варианта солевого буфера: на основе ТВ с трис-боратным буфером и ТВ с буфером HEPES.

Таблица 1

Общая методика приготовления КК на основе классических методов с модификациями авторов [1; 6; 7; 9]

№	Производимые операции
	Выращивание ночной культуры бактерий на агаризованной среде при 37 °С в термостате
1.	Ресуспендирование колоний <i>E.coli</i> (3–4 шт.) диаметром 2–3 мм в стерильных полипропиленовых пробирках с крышкой объемом 50 мл, содержащих по 10 мл среды SOB
2.	Выращивание при интенсивном встряхивании в орбитальном термощейкере при скорости вращения 250 об/мин и температуре 37 °С в течение 12 ч
3.	Подгонка до оптической плотности суспензии $OD_{600} = 0,6$ стерильной средой на основе пробного замера
4.	Инкубация суспензии при 0 °С в течение 12 мин
5.	Центрифугирование 10 мин, 3000 об/мин при +4 °С, удаление супернатанта
6.	Ресуспендирование в буфере ТВ, инкубация при 0 °С 12 мин
7.	Повторное ресуспендирование и осаждение в буфере ТВ в течение 10 мин, удаление супернатанта
8.	Ресуспендирование клеточного осадка в 1/8 исходного объема буфера ТВ
9.	Внесение до 1/3 объема 3,5 % раствора ДМСО (криопротектор)
10.	Инкубация при 0 °С в течение 12 мин
11.	Ресуспендирование клеток в остатках жидкости
12.	Аликвотирование (стерильные охлажденные пробирки типа «эппендорф» объемом 500 мкл)
13.	Использование для трансформации или заморозка в жидком азоте с последующим хранением при -25 ± 1 °С

Следует отметить, что первый вариант является «экстремальным», поскольку трис(гидроксиэтил)аминометан (*Tris*, *ТНАМ*) довольно токсичен для живых клеток, в то время как HEPES (*4-(2-гидроксиэтил)-1-пиперазинэтансульфоновая кислота*) является типичным компонентом сред для культуральных работ. Несмотря на этот недостаток, ТРИС, как правило, более доступен и способен стабилизировать показатели pH, близкие к требуемым.

Изменения затронули 11-й пункт общего хода подготовки КК, описанного в табл. 1: вместо инкубации при 0 °С использовалась заморозка в жидком азоте.

Варианты температурной обработки и буферов при индукции представлены в табл. 2.

Таблица 2

**Варианты условий получения КК холодным
(низкотемпературным) методом**

№ (тип) КК	Солевой буфер для приготовления КК	Инкубация при 0 °С после внесения ДМСО, мин	Заморозка в жидком азоте после внесения ДМСО, мин	Заморозка в жидком азоте перед хранением, мин	Хранение в холодильнике при -24 °С, ч
1	Модифицир. ТВ + Трис-боратный	10	–	2	24
2	Модифицир. ТВ + Трис-боратный	3	–	2	24
3	Модифицир. ТВ + Трис-боратный	–	10	2	24
4	Модифицир. ТВ + Трис-боратный	10	–	0	24
5	Стандартный ТВ + NEPES	10	–	2	0
6	Стандартный ТВ + NEPES	–	10	2	0
7	Стандартный ТВ + NEPES	10	–	2	168
8	Стандартный ТВ + NEPES	–	10	2	168

Для трансформации использовались два вида плазмидных векторов компании Evrogen, содержащих гены turboRFP и turboGFP, а также, в качестве селективного маркера, ген устойчивости к ампициллину.

Кроме готовых и очищенных векторов в работе применялись те же плазмиды, несущие гены AFP, полученные из культуры трансформантов того же штамма *E.coli* в нашей лаборатории.

Плазмидная ДНК выделялась с помощью набора Plasmid miniprep производства компании Evrogen.

Для осаждения на спин-колонках использовались центрифуга-миксер Elmi CM-50M (до 15000 rpm) и вортекс Elmi V-3.

Концентрация очищенной ДНК определялась на УФ-спектрофотометре «Ломо-СФ102».

Трансформация осуществлялась в пробирках типа «эппендорф» объемом 500 мкл.

На одну трансформацию использовалось 10 мкл суспензии компетентных клеток и 2 мкл раствора плазмидного вектора концентрацией 5 нг/мл [1].



После необходимых манипуляций суспензии трансформантов разбавлялись до 50 мкл средой SOB и высевались на содержащий 200 мг/л селективирующего антибиотика общий ГРМ-агар производства г. Оболенска в чашки Петри. Посев на поверхность агара производился «сплошным газоном» с помощью стеклянных шпателей Дригальского.

Инкубация трансформантов осуществлялась в термостате при температуре 37 °С в течение 48 ч. Для появления колоний достаточно и 20–24 ч, но требуется время для синтеза и созревания AFP, чтобы колонии трансформантов хорошо отличались от нетрансформантов визуально.

Опыты с КК, полученными в ходе данной работы, имели двойную повторность.

При небольшом их количестве подсчет производился вручную, при значительном – чашки Петри сканировались в планшетном сканере и подсчет осуществлялся с помощью свободно распространяемого программного обеспечения ImageJ.

Дополнительная низкотемпературная стимуляция в процессе трансформации, вероятно, также влияет на адсорбцию ДНК на поверхность клеток и структуру пор в клеточных стенках и мембране. Исходя из этого предположения, в ходе трансформации мы применяли также вместо холодового шока заморозку в жидком азоте при 0 °С согласно классическим методам, что отражено в табл. 2.

После инкубации экспрессию рекомбинантного гена или ее отсутствие можно констатировать визуально при освещении УФ-лучами как в суспензиях, так и в колониях на агаре, поэтому подсчет модификантов легко реализуем.

Результаты экспрессии рекомбинантных белков в клетках трансформантов довольно заметны и поддаются визуальному учету как в суспензиях, так и в колониях на агаризованной среде (рис. 1).

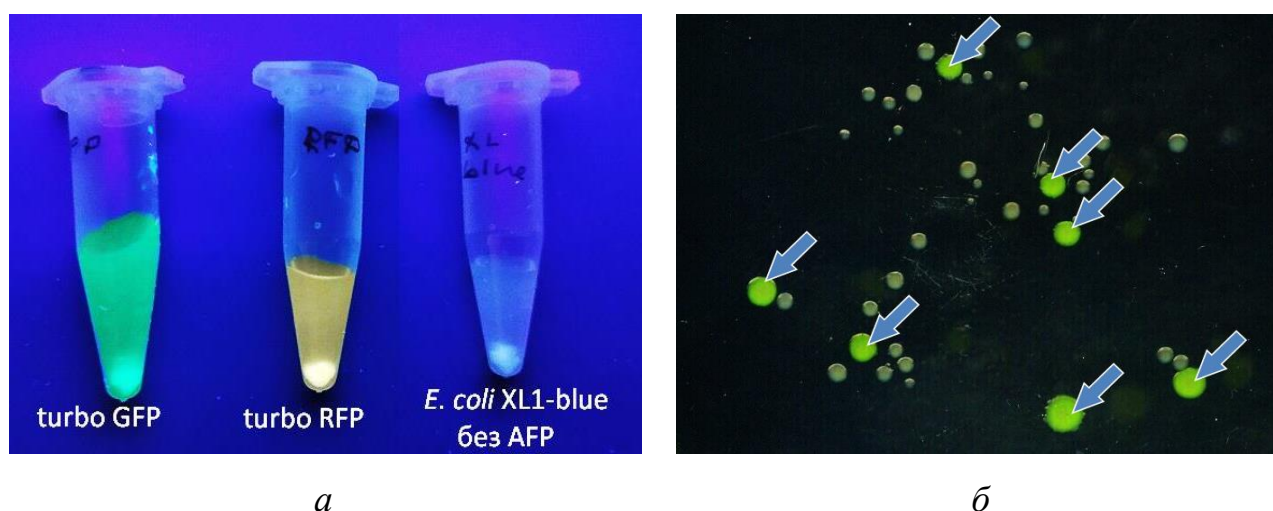


Рис. 1. Флуоресценция суспензий трансформантов *E.coli* (а); колонии трансформантов, экспрессирующих GFP (обозначены стрелками), и нетрансформантов на агаризованной селективной среде (б) при освещении УФ-лучами

В качестве референсной трансформации (положительный контроль) использовались готовые КК *E. coli* штамма XL1-blue, поставляемые компанией Evrogen, и стоковый вектор, описанный выше.

По сути, все эти измерения можно рассматривать как повторности одного опыта, поскольку векторы, несущие GFP и RFP, очень похожи по своей генетической структуре и имеют одинаковые сроки изготовления и концентрацию.

Можно отметить, что эффективность трансформации в целом типична и невысока, что, вероятно, можно связать с длительностью хранения (1–2 месяца) и особенностями транспортировки клеток и вектора, которые, впрочем, соответствовали требованиям (материалы транспортируются при глубоких отрицательных температурах на сухом льду) (табл. 3).

Таблица 3

Эффективность трансформации стоковых КК готовыми векторами
компании Evrogen

№	Вариант трансформации	N – эффективность трансформации , КОЕ*10 ⁶ /мкг	N _{ср} – средняя эффективность трансформации , КОЕ*10 ⁶ /мкг
1	Стоковые компетентные клетки Evrogen + вектор GFP	4	2,75
2	Стоковые компетентные клетки Evrogen + вектор GFP	1,5	
3	Стоковые компетентные клетки Evrogen + вектор GFP	1	
4	Стоковые компетентные клетки Evrogen + вектор GFP	4,5	
5	Стоковые компетентные клетки Evrogen + вектор RFP	1,5	2,5
6	Стоковые компетентные клетки Evrogen + вектор RFP	4	
7	Стоковые компетентные клетки Evrogen + вектор RFP	2	

Полученные данные вполне согласуются с типичной эффективностью трансформации, описанной во многих источниках [1; 6; 7; 8].

Результаты трансформации КК, изготовленных по модифицированному холодному методу, приведены в табл. 4. В ходе работы были получены некоторые интересные данные, свидетельствующие в пользу того, что заморозка в жидком азоте после внесения криопротектора положительно влияет на качество КК. Все значения N – эффективности трансформации для удобства сравнения приведены к единой размерности: КОЕ*10⁶/мкг. Жирным шрифтом в таблице выделены результаты измерения проб, в большей степени отличающихся от других вариантов опыта.



Так, пробы 4 и 5 на основе КК 3-го типа демонстрируют наибольший выход трансформантов из всех КК, приготовленных с использованием трис-боратного буфера: $N = 12,5$ и $14 \text{ КОЕ} \cdot 10^6/\text{мкг}$. Эти значения попадают в диапазон $10\text{--}50 \text{ КОЕ} \cdot 10^6/\text{мкг}$, заявленных для стоковых КК, но в данной серии опыта превышают их показатели (положительный контроль) более чем в 4 раза.

Вероятно, имеют значение и процессы при заморозке и оттаивании клеточной суспензии, а также время пребывания культуры в замороженном состоянии, хотя в последнем случае можно предположить, что относительно крупные биологические молекулы практически неподвижны и влияют другие процессы, например, фазовых переходов воды. Так, аналогичные пробы 6 и 7 на основе КК 4-го типа отличаются от предыдущих тем, что при индукции компетентности они вообще не подвергались воздействию температуры жидкого азота, в результате они вообще не демонстрируют трансформантов, несущих AFP.

Таблица 4

Эффективность трансформации клеток *E. coli* штамма XL1-blue с компетентностью, индуцированной холодным методом с модификациями

№	Тип КК	Буфер подготовки КК	Вариант трансформации	Транс-форманты (ср)	Нетранс-форманты (ср)	Хранение при $-25 \pm 1^\circ\text{C}$, ч	N – эффективность трансформации $\text{КОЕ} \cdot 10^6/\text{мкг}$
1	1	Модиф. ТВ + трис-боратный	По стандартной методике, с выделенной плазмидой (RFP)	4	11	24	4,5
2	2	Модиф. ТВ + трис-боратный	По стандартной методике, с выделенной плазмидой (GFP)	0	1	24	0,0
3	2	Модиф. ТВ + трис-боратный	По стандартной методике, с выделенной плазмидой (RFP)	0	0	24	0,0
4	3	Модиф. ТВ + трис-боратный	По стандартной методике, с выделенной плазмидой (GFP)	12,5	2	24	12,5
5	3	Модиф. ТВ + трис-боратный	По стандартной методике, с выделенной плазмидой (RFP)	14,0	0	24	14,0
6	4	Модиф. ТВ + трис-боратный	По стандартной методике, с выделенной плазмидой (GFP)	0	3	24	0,0
7	4	Модиф. ТВ + трис-боратный	По стандартной методике, с выделенной плазмидой (RFP)	0	3	24	0,0
8	1	Модиф. ТВ + трис-боратный	С заморозкой в жидком азоте вместо инкубации при 0°C и выделенной плазмидой (GFP)	3	10	24	2,5

№	Тип КК	Буфер подготовки КК	Вариант трансформации	Трансформанты (ср)	Нетрансформанты (ср)	Хранение при -25 ±1°C, ч	N – эффективность трансформации КОЕ*10 ⁶ /мкг
9	1	Модиф. ТВ + трис-боратный	С заморозкой в жидком азоте вместо инкубации при 0°C и выделенной плазмидой (RFP)	0	0	24	0,0
10	1	Модиф. ТВ + трис-боратный	Со стоковым вектором GFP Evrogen	7	35	24	8,5
11	1	Модиф. ТВ + трис-боратный	С заморозкой в жидком азоте вместо инкубации при 0°C и стоковым вектором GFP Evrogen	8	24	24	8,0
12	1	Модиф. ТВ + трис-боратный	С заморозкой в жидком азоте вместо инкубации при 0°C и стоковым вектором GFP Evrogen	7	15	24	7,0
13	5	Станд. ТВ + НЕРЕС	По станд. методике со стоковым вектором RFP Evrogen	1747,5	0	0	1747,5
14	6	Станд. ТВ + НЕРЕС	По станд. методике со стоковым вектором GFP Evrogen	1550,0	0	0	1550,0
15	7	Станд. ТВ + НЕРЕС	По станд. методике со стоковым вектором RFP Evrogen	43	59	168	43,0
16	8	Станд. ТВ + НЕРЕС	По станд. методике со стоковым вектором GFP Evrogen	9,5	21	168	9,5
17	7	Станд. ТВ + НЕРЕС	Отрицательный контроль роста КК – нетрансформантов	0	0	0	0,0

Пробы 11 и 12 демонстрируют повышенный выход модификантов по сравнению с аналогичными по буферу 1, 2 и 3 и похожий уровень с пробой 10, которая отличается только дополнительной заморозкой при трансформации. По данным пробам нельзя сделать однозначного заключения, т. к. выборки на данном этапе исследований не позволяют с высокой точностью оценить зависимость математически. Можно предположить, что буфер для хранения стокового вектора, а также степень его очистки способствуют повышенному выходу модификантов.

Самые значительные отличия по эффективности трансформации демонстрируют пробы 13 и 14. Проба 13 превосходит по эффективности референсную трансформацию (положительный контроль) более чем в 660 раз и аналогичную пробу 15 более чем в 40 раз. В то же время проба 14 превосходит аналогичную по условиям пробу 16 более чем в 160 раз и положительный контроль более чем в 580 раз. Отличия хорошо заметны и визуально, по числу



колоний модификантов на селективной среде, пример сканов чашек Петри можно оценить ниже (рис. 2).

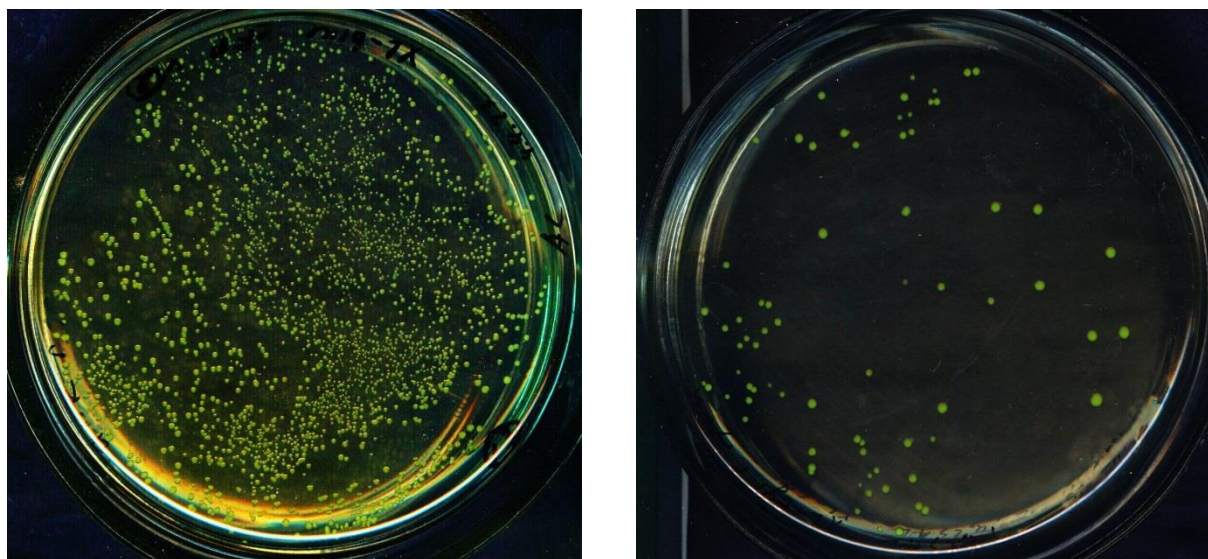


Рис. 2. Колонии трансформантов *E.coli* на агаризованной среде, полученные при использовании КК сразу после приготовления (а) и после хранения в течение недели (б)

Эти пары проб являются, по сути, дублирующими: 13-я и 14-я проба – это те же КК, что и в 15-й и 16-й пробе, но использованные непосредственно после приготовления, тогда как 15-я и 16-я пробы – после недельного хранения при -25 ± 1 °С.

В результате свежие компетентные клетки в буфере, содержащем ТРИС, по эффективности трансформации превосходят недельные в среднем в 62 раза.

Можно заметить, что использование в составе буфера HEPES благоприятно влияет на эффективность трансформации, кроме того, уже через неделю после заморозки в жидком азоте и при последующем хранении клетки значительно снижают свою компетентность.

Почти все полученные КК дают некоторое количество неполных модификантов, несущих только ген резистентности к селектирующему фактору, но в их клетках по какой-то причине не экспрессируется ген AFP или белок не приобретает функциональность.

Данное исследование, вероятно, следует позиционировать как обзорное, позволяющее оценить перспективные направления в изучении темы. Дальнейшее накопление данных должно позволить оптимизировать условия трансформации и подготовки КК.

На основании полученных результатов можно сделать предварительные выводы:

1. Низкотемпературные методы позволяют эффективно получать КК *Escherichia coli* для дальнейшей трансформации плазмидами. Высокий положительный эффект был, в большинстве случаев, зафиксирован при замене инкубации на льду во время подготовки КК на заморозку в жидком азоте.

2. Компоненты солевого буфера для подготовки КК также влияют на состояние компетентности бактерий: большее количество трансформантов

было получено при использовании буфера, содержащего NEPERES, по сравнению с ТРИС, такие клетки при аналогичных прочих условиях в среднем в 176 раз трансформируются эффективнее. Можно также предположить, что состав буфера и низкотемпературная обработка влияют комплексно.

3. Время хранения готовых КК при -25 ± 1 °С даже после заморозки в жидком азоте негативно сказывается на их способности к трансформации. За неделю этот показатель снизился ориентировочно в 40 раз при трансформации вектором, содержащим RFP, и в 163,1 раза – вектором с GFP.

Несмотря на схожесть генетического строения и одинаковую концентрацию, вектор turboRFP-b демонстрирует большую эффективность трансформации по сравнению с turboGFP-b. Это справедливо как для стокового вектора, так и для выделенной из бактериальной культуры плазмиды.

Список литературы

1. Великов В.А. Молекулярная биология. Практическое руководство : учеб. пособие для студ. биол. фак. и фак. нано- и биомед. технол., обуч-ся по напр. «Биология (020400)», «Биология-пед (050100)», «Биотехнические системы и технологии (200100)», «Медицинская физика (011200)» и по спец. «Биоинженерия и биоинформатика (020501)». – Саратов : Саратовский источник, 2013.

2. Иванова К.А., Шаньшин Д.В., Щербаков Д.Н. Конструирование фагмидного вектора для дисплея фрагментов антител человека // Journal of Siberian Medical Sciences. – 2014. – № 3 [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/konstruirovanie-fagmidnogo-vektora-dlya-displeya-fragmentov-antitel-cheloveka> (дата обращения: 08.12.2022).

3. Крякунова Е.В., Хамидуллина Р.Г., Барабанщиков Б.И., Гимадутдинов О.А. Референс-плазида для определения копийности плазмид, содержащих bla-ген // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер.: Естеств. науки. – 2010. – № 1. – С. 127–135 [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/referens-plazmida-dlya-opredeleniya-kopiynosti-plazmid-soderzhaschih-bla-gen> (дата обращения: 12.03.2023)..

4. Набережнов Д.С. Молекулярное клонирование ДНК с использованием плазмид, содержащих ген устойчивости к канамицину // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2022. – № 11-1. – С. 20–24.

5. Bron S. Plasmids / S. Bron; ed. Harwood C.R. Chichester // Molecular Biological Methods for Bacillus: John Wiley and Sons Ltd. – 1990. – P. 75–175.

6. Chung C.T. One step preparation of competent Escherichia coli: transformation and storage of bacterial cells in the same solution / C.T. Chung, S.L. Niemala, R.H. Miller // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. – 1989. – V. 86. – P. 2172–2175.

7. Inoue H. High efficiency transformation of Escherichia coli with plasmids / H. Inoue, H. Nojima, H. Okayama // 1990, Gene, – V. 96, Issue 1. – P. 23–28, ISSN 0378-1119.

8. Janjua S. High efficiency DNA transformation protocol for Escherichia coli using combination of physico-chemical methods / S. Janjua, S. Younis, F. Deeba, S.M.S. Naqvi // International Journal of Agriculture and Biology. – 2014. – V16. – P. 132–138.

9. Maniatis T. Molecular cloning: a laboratory manual / T. Maniatis, E.F. Fritsch, J. Sambrook // N. Y. : Cold Spring Harbor Laboratory, 1982. – 555 p.

УДК 60 + 615.281.9

DOI: 10.24412/2308-7188-2023-1-45-52

Лаврский Алексей Юрьевич

кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии и географии
e-mail: Lavrsky@pspu.ru

Лузянина Марина Романовна

студентка 5-го курса естественнонаучного факультета
e-mail: luzyanina.marina2016@yandex.ru

*ФГБОУ ВО «Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет», Пермь, Россия
614990, г. Пермь, ул. Пушкина, 42, тел. (342) 2151952, доб. 485*

**ВЛИЯНИЕ АМОКСИЦИЛЛИНА В СОСТАВЕ ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ
НА РОСТ МИКРОКЛОНОВ КАРТОФЕЛЯ
(*SOLANUM TUBEROSUM* L.) СОРТА «НЕВСКИЙ»**

Aleksei Y. Lavrskii

Candidate of Biological Sciences, Docent of Chair of Biology and Geography
e-mail: Lavrsky@pspu.ru

Marina R. Luzyanina

5 years student of Natural Science Faculty
e-mail: luzyanina.marina2016@yandex.ru

*Perm State Humanitarian Pedagogical University
42, Pushkina, 614990, Perm, Russia*

**EFFECT OF AMOXICILLIN IN NUTRIENT MEDIUM ON GROWTH OF
POTATO MICROCLONES (*SOLANUM TUBEROSUM* L.)
VARIETY ‘NEVSKY’**

Аннотация. Приводятся результаты исследования влияния различных концентраций антибиотика «Амоксициллин» на рост регенерантов картофеля (*Solanum tuberosum* L.) сорта «Невский» на среде Мурасиге – Скуга.

Установлено, что некоторые концентрации стимулируют рост на начальных этапах, но позже проявляется обратная зависимость роста регенерантов от содержания антибиотика. Отрицательное влияние минимальной использованной концентрации в течение первых трех недель не

подтверждается, что позволяет использовать антибиотик без вреда для культуры.

Ключевые слова: микроклональное размножение, регенеранты, среда Мурасиге и Скуга, картофель сорта «Невский» (*Solanum tuberosum L.*), антибиотик, амоксициллин.

Abstract. The article presents the results of a study of the effect of various concentrations of the antibiotic ‘Amoxicillin’ on the growth of potato regenerants (*Solanum tuberosum L.*) of the Nevsky variety on the Murasige – Skuga medium. It was found that some concentrations stimulate growth at the initial stages, but later the inverse dependence of the growth of the regenerants on the content of the antibiotic appears. The negative effect of the minimal concentration used during the first 3 weeks is not confirmed, which allows the use of an antibiotic without harm to the culture.

Key words: clonal micropropagation, regenerants, Murasige – Skuga medium, potato (*Solanum tuberosum L.*), antibiotic, amoxicillin.

Картофель – важная сельскохозяйственная культура, широко используемая в качестве пищевого и кормового продукта. В последнее время происходит кратное снижение урожайности, ухудшение качества клубней и снижение сохранности клубней вследствие поражения патогенными микроорганизмами и вредителями.

Наиболее эффективным способом получения высококачественного посадочного материала в течение нескольких последних десятилетий стало клональное микроразмножение – выращивание растительных культур на искусственных питательных средах, таких как Мурасиге – Скуга, Кнудсона, в стерильных условиях (*in vitro*) [0].

Одной из центральных проблем получения стерильных растительных клеток и тканей *in vitro* является введение их в культуру без почвенной и эпифитной микрофлоры. При первичной стерилизации эксплантов нередко применяются довольно агрессивные химические агенты, такие как сулема (HgCl_2), средства на основе соединений хлора, четвертичные аммонийные соединения (ЧАС) [0]. Экспозиция в стерилизующих растворах, как правило, мала и позволяет уничтожить микроорганизмы только снаружи образца. Это не всегда эффективно, поскольку в пространствах апопласта могут находиться вегетативные клетки и споры бактерий и гифы грибов.

Для достижения стерильности первичных эксплантов наиболее действенным оказывается введение антибиотиков в питательную среду, но они неоднозначно влияют на клетки эксплантов и рост молодых регенерантов. По этим причинам выявление наименьших эффективных концентраций антибиотиков, угнетающих бактериальную микрофлору, чрезвычайно важно [0].

Одним из перспективных и наиболее распространенных антибиотиков широкого спектра действия является амоксициллин – эффективное



антибактериальное вещество из группы аминопенициллинов, устойчивое к кислой среде.

Данная работа посвящена изучению динамики роста картофеля на среде Мурасиге и Скуга с различными концентрациями амоксициллина.

Мы поставили цель изучить влияние различных концентраций амоксициллина на рост регенерантов картофеля (*Solanum tuberosum* L.) сорта «Невский» на среде Мурасиге и Скуга.

Задачи:

1. Изучить рост микроклонов картофеля сорта «Невский» на среде Мурасиге и Скуга при различных концентрациях амоксициллина.

2. Выявить наименьшую концентрацию антибиотика, не подавляющую рост регенерантов.

3. Оценить общее влияние концентрации амоксициллина на рост и морфогенез *S. tuberosum* в культуре *in vitro*.

В качестве модельной растительной культуры использовался картофель (*Solanum tuberosum* L.) сорта «Невский» – среднеспелый сорт столового назначения, который был получен в результате скрещивания исходных сортов «Веселовская» и «Кандидат» сотрудниками Ленинградского НИИСХ.

В качестве основы питательных сред была использована классическая среда Мурасиге и Скуга (МС) стандартного состава [0].

Была приготовлена серия сред для укоренения черенковых эксплантов картофеля, содержащая различные концентрации амоксициллина. Варианты сред и их состав представлены в табл. 1.

Таблица 1

Варианты состава среды Мурасиге и Скуга с различной концентрацией амоксициллина

№	Амоксициллин, мг/л	Кратность органо-минеральной основы МС	Индоллил-3-уксусной кислоты (ИУК), мг/л	Сахароза, г/л
1	0 (контроль)	1	1	30
2	100	1	1	30
3	200	1	1	30
4	300	1	1	30
5	600	1	1	30

Клональное микроразмножение путем черенкования производилось по стандартной методике в ламинарном боксе.

Пробирки закрывали ватно-марлевыми пробками, которые сверху изолировались от пыли кусочками целлофана и фиксировались резинками. Растения в пробирках инкубировались в светоустановке с фотопериодом 16 ч освещение / 8 ч темнота, при световом потоке $5 \pm 0,1$ клк. Источником света служили белые светодиодные лампы. Температура поддерживалась 26 ± 2 °С.

Через 14 дней после посадки и повторно через 20 дней производились измерения длины стеблей, количества листьев, количества и длины корней.

Измерения осуществлялись по фотографиям пробирок с калибровочной линейкой с помощью свободно распространяемого программного обеспечения ImageJ.

Полученные данные обрабатывались в Microsoft Excel 2007 и STATISTICA 8.0 с использованием стандартных методов математической статистики. Для сравнения выборок использовался критерий Манна – Уитни.

Результаты измерения средней длины стебля, а также количества листовых пластинок и корней у молодых регенерантов картофеля приведены в табл. 2, 3. В таблицах приведены только показатели абсолютных и относительных отличий (d), подтвержденных статистически.

Таблица 2

Средняя длина стебля и количество вегетативных органов регенерантов картофеля (*Solanum tuberosum* L.) сорта «Невский», выращенных за 14 дней, при разных концентрациях амоксициллина ($p < 0,05$)

№, С (амоксициллина, мг/л)	Средняя длина стебля, мм	d, разность с контролем, %	Среднее число листьев, шт.	d, разность с контролем, %	Среднее число корней, шт.	d, разность с контролем, %	n
1 (контроль)	7,3 ± 0,3	–	2,2 ± 0,1	–	2,8 ± 0,2	–	27
2 (100)	12,5 ± 2,2	5,2 (71,8)	3,2 ± 0,5	–	2,1 ± 0,4	–	20
3 (200)	5,2 ± 0,7	-2,1 (-29,2)	0,8 ± 0,2	-1,5 (-64,8)	1,3 ± 0,3	-1,5 (-53,6)	20
4 (300)	5,7 ± 1,4	–	1,1 ± 0,4	-1,1 (-49,0)	1,1 ± 0,1	-1,7 (-61,7)	14
5 (600)	4,3 ± 0,6	-3,0 (-41,6)	0,9 ± 0,3	-1,4 (-60,9)	1,0 ± 0,0	-1,8 (-64,3)	8

Из табл. 2 следует, что в целом амоксициллин оказывает отрицательное воздействие на рост регенерантов в течение первых двух недель. Исключение составляет только показатель длины стебля в среде, содержащей 100 мг/л антибиотика, где, напротив, наблюдается значимое положительное отличие в 71,8 %. По остальным показателям растения в данной среде достоверно не отличаются от контроля. Также можно отметить, что выживаемость эксплантов уменьшается обратно пропорционально концентрации амоксициллина.

В основном показатели роста не менее чем в два раза уступают показателям контрольной группы.

Результаты замеров тех же регенерантов через 20 дней после посадки представлены в табл. 3.



Таблица 3

Средняя длина стебля и количество вегетативных органов регенерантов картофеля (*Solanum tuberosum* L.) сорта «Невский», выращенных за 20 дней, при разных концентрациях амоксициллина ($p < 0,05$)

№, С (амоксициллина, мг/л)	Средняя длина стебля, мм	d, разность с контролем, %	Среднее число листьев, шт.	d, разность с контролем, %	Среднее число корней, шт.	d, разность с контролем, %	n
1 (контроль)	51,0 ± 10,8	–	8,6 ± 0,3	–	6,6 ± 0,2	–	26
2 (100)	39,7 ± 7,0	–	8,5 ± 1,1	–	3,8 ± 0,6	-2,9 (-43,4)	19
3 (200)	22,1 ± 4,9	-29,0 (-56,8)	5,7 ± 0,7	-2,9 (-34,2)	2,7 ± 0,6	-4,0 (-60,0)	20
4 (300)	11,2 ± 2,6	-39,8 (-78,0)	4,0 ± 0,8	-4,6 (-53,4)	0,9 ± 0,2	-5,8 (-86,9)	14
5 (600)	4,7 ± 2,1	-46,3 (-90,8)	2,1 ± 0,7	-6,5 (-75,6)	0,7 ± 0,2	-5,9 (-89,4)	10

Из представленных данных видно, что рост происходит неравномерно и с ускорением, за последнюю неделю практически все показатели меняются значительно сильнее, чем за предыдущие две. Кроме того, при высоких концентрациях антибиотика стебли сильно укорочены и образуют утолщения в нижней части, также утолщаются и становятся неразличимыми мелкие корни. В связи с этим 20-дневные регенеранты, выращенные в средах с 300 и 600 мг/л амоксициллина, имеют в среднем меньшее число выраженных корней, чем отмечалось у 14-дневных. Оценить влияние антибиотика в графической форме можно на рис. 1, 2.

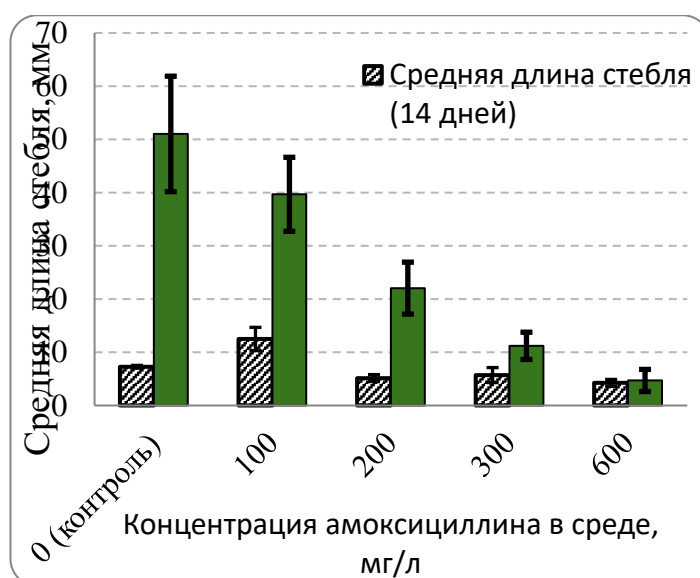


Рис. 1. Длина стебля регенерантов картофеля (*Solanum tuberosum* L.) сорта «Невский» на среде Мурасиге и Скуга при различных концентрациях амоксициллина через 2 и 3 недели после посадки

Наиболее активный рост стеблей в длину наблюдается при самой маленькой концентрации антибиотика (100 мг/л), тогда как самый слабый рост стебля, с также меньшее количество вегетативных органов можно отметить при концентрации 600 мг/л (рис. 2).

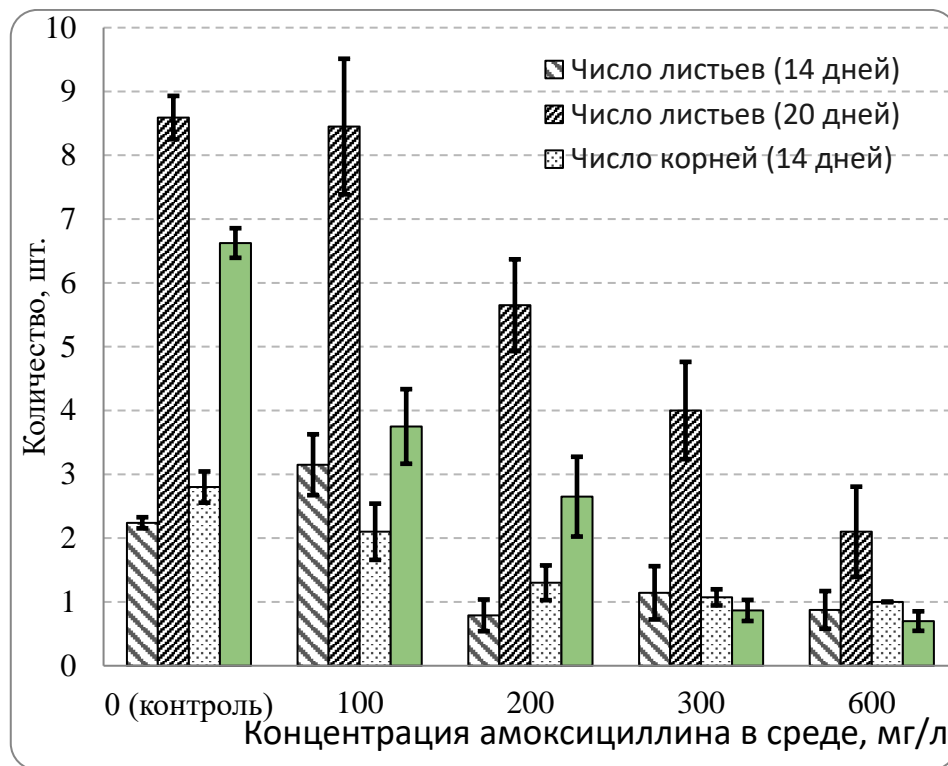


Рис. 2. Количество листьев и корней у регенерантов картофеля (*Solanum tuberosum L.*) сорта «Невский» на среде Мурасиге и Скуга при различных концентрациях амоксициллина через 2 и 3 недели после посадки

100 мг/л – минимальная бактерицидная концентрация (МБК), как правило, оказывающая достоверное подавляющее воздействие на микроорганизмы, не имеющие резистентности к данному типу антибиотика. По этой причине наименьшей концентрацией в градиенте была выбрана именно она.

Несмотря на то что численное отличие между средними значениями длины у контрольной группы (№ 1) и группы № 2 (100 мг/л) через 20 дней культивирования довольно значительное, оно не подтверждается статистически.

В результате можно предположить, что пригодными для клонального микроразмножения можно считать среды, содержащие близкие к 100 мг/л концентрации β -лактамовых антибиотиков.

С повышением концентрации амоксициллина стрессовое воздействие на растения заметно возрастает, т. к. регенеранты имеют измененные морфологические признаки: слабые, тонкие, ветвящиеся стебли с мелкими, аномальной формы листовыми пластинками. Большая часть растений,



выращиваемых при концентрации амоксициллина 600 мг/л, впоследствии погибла.

Можно отметить, что высокие концентрации антибиотика, по всей видимости, угнетают рост клеток растяжением, что приводит к формированию укороченных стеблей и корней. Физиологические механизмы воздействия амоксициллина на растительную клетку, по всей вероятности, довольно разнообразны и требуют отдельного изучения.

На количество листовых пластинок и корней антибиотик влияет аналогично росту стеблей: можно отметить характерную обратную зависимость, которая прослеживается из данных таблиц и гистограммы (табл. 1, 2, рис. 2).

Количество листьев при концентрациях 200, 300, 600 мг/л достоверно меньше, чем в контроле, на 34, 53 и 75 % соответственно. Число корней во всех экспериментальных группах уступает контрольной с разницей от 43 до 89 % (табл. 1, 2).

В результате проделанной работы было установлено, что амоксициллин в составе питательной среды оказывает влияние на рост и количество вегетативных органов *Solanum tuberosum L.* сорта «Невский».

Исходя из полученных данных, можно сделать следующие выводы:

1. На среде Мурасиге и Скуга с разной концентрацией антибиотика были зафиксированы статистически достоверные отличия роста стебля и количества вегетативных органов регенерантов *Solanum tuberosum L.* сорта «Невский» от контрольной группы. При концентрации амоксициллина 100 мг/л показатели роста максимальные: средняя длина стебля составила $39,7 \pm 7,0$ мм, среднее количество листьев – $8,5 \pm 1,1$ и среднее количество корней – $3,8 \pm 0,6$. Минимальные значения соответствуют наибольшей концентрации 600 мг/л и составляют $4,7 \pm 2,1$, $2,1 \pm 0,7$ и $0,7 \pm 0,2$ соответственно. В последнем случае у некоторых растений нормальные корни не формируются.

2. Установлено, что наименьшая изученная концентрация антибиотика 100 мг/л практически не подавляет рост регенерантов, так как показатели данной группы по длине стебля и количеству листовых пластинок статистически не отличаются от контроля. Растения имеют нормальные морфологические признаки.

3. В целом прослеживается выраженная обратная зависимость показателей роста и морфогенеза регенерантов от концентрации амоксициллина, из чего можно заключить, что это вещество или продукты его метаболизма токсичны для растений. Это проявляется также в том, что во всех группах, по сравнению с контрольной, угнетается развитие корней, число которых в среднем меньше на 43–89 %.

Применимыми для поддержания стерильности эксплантов и культур растительных тканей, вероятно, следует считать концентрации амоксициллина около 100 мг /л.

Список литературы

1. Беседина Е.Н. Усовершенствование метода клонального микроразмножения подвоев яблони *in vitro* : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – Краснодар, 2015. – С. 142.

2. Лаврский А.Ю., Тереханова Е.Е. Универсальный антисептик «3D-СЕПТ» как комплексное стерилизующее средство при введении растений в культуру *in vitro* // Вестник ПГГПУ. Серия № 2. Физико-математические и естественные науки. – 2020. – № 1 [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/universalnyu-antiseptik-3d-sept-kak-kompleksnoe-sterilizuyushee-sredstvo-pri-vvedenii-rasteniy-v-kulturu-in-vitro> (дата обращения: 12.06.2023).

3. Сорокина И.К., Старичкова Н.И., Решетникова Т.Б., Гринь Н.А. Основы биотехнологии растений. Культура растительных клеток и тканей : учеб. пособие. – Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 2002. – С. 45.

4. Широков А.И., Крюков Л.А. Основы биотехнологии растений : электрон. учеб.-метод. пособие. – Н. Новгород : Изд-во Нижегород. гос. ун-та, 2012. – С. 6.

УДК 579.6+615.076

DOI: 10.24412/2308-7188-2023-1-53-60

Лаврский Алексей Юрьевич

кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии и географии

*ФГБОУ ВО «Пермский государственный
гуманитарно-педагогический университет», Пермь, Россия
614990, г. Пермь, ул. Пушкина, 42, тел. (342)2151952, доб. 485
e-mail: Lavrsky@pspu.ru, 63798@pspu.ru*

Пронина Мария Дмитриевна

студент 4-го курса естественнонаучного факультета

*ФГБОУ ВО «Пермский государственный
гуманитарно-педагогический университет», Пермь, Россия
614990, г. Пермь, ул. Пушкина, 42, тел. (342)2151952, доб. 485
e-mail: Lavrsky@pspu.ru, 63798@pspu.ru*

**ДИНАМИКА БИОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ РЕКОМБИНАНТНОГО
ШТАММА ESCHERICHIA COLI «ЭКОЛИУМ 8» ПРИ РАЗЛИЧНЫХ
УСЛОВИЯХ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ**

Aleksei Y. Lavrskii

Candidate of Biological Sciences, Docent of Chair of Biology and Geography

*Perm State Humanitarian Pedagogical University
42, Pushkina, 614990, Perm, Russia
e-mail: Lavrsky@pspu.ru, 63798@pspu.ru*

Maria D. Pronina

4 years student of Natural Science Faculty

*Perm State Humanitarian Pedagogical University
42, Pushkina, 614990, Perm, Russia
e-mail: Lavrsky@pspu.ru, 63798@pspu.ru*

**DYNAMICS OF BIOLUMINESCENCE OF THE RECOMBINANT
ESCHERICHIA COLI STRAIN 'ECOLUM 8' UNDER VARIOUS
CULTIVATION CONDITIONS**

Аннотация. Представлены результаты исследования динамики интенсивности биолюминесценции рекомбинантного штамма *Escherichia coli*

«Эколюм 8», культивируемого на агаризованной среде и в суспензионной культуре. Установлено влияние способа культивирования бактерий, а также концентрации селективирующего антибиотика и способа длительного поддержания культуры на интенсивность регистрируемой биолюминесценции.

Ключевые слова: рекомбинантный штамм, *Escherichia coli*, динамика биолюминесценции, «Эколюм 8», lux-оперон.

Abstract. The article presents the results of the study of bioluminescence intensity dynamics of recombinant *Escherichia coli* strain 'Ecolum 8' cultured on agarized medium and in suspension culture. The influence of the method of bacterial cultivation, as well as the concentration of selective antibiotic and the method of long-term culture maintenance on the intensity of the registered bioluminescence was determined.

Key words: recombinant strain, *Escherichia coli*, dynamics of bioluminescence, 'Ecolum 8', lux-operon.

В арсенале современных исследовательских методов биологии, используемых для изучения биосистем различного уровня, хорошо зарекомендовали себя биолюминесцентные методы. Они широко используются для различных нужд, от оценки биологического загрязнения поверхностей и сред до изучения характера влияния токсикантов и физических факторов на живую клетку [3; 7; 9].

В первом случае биолюминесценция, регистрируемая прибором, является эффектом биохимической реакции, осуществляемой *in vitro* в бесклеточной среде. Примерами таких систем являются анализаторы модельного ряда NY-LiTE фирмы Merck KGaA (Германия). Подобные методы чувствительны и востребованны, но они имеют ряд недостатков, таких как узкая специализация, абсолютная «закрытость» методик и высокие цены на расходные материалы. Аналогичные биохимические методы также применимы для измерения концентраций метаболитов в экстрактах клеточных культур с помощью хемилюминометров.

Вторая группа методов куда более универсальна, поскольку основана на живых клетках (обычно бактериальных). Рекомбинантные штаммы бактерий, несущие lux-опероны, довольно удобно поддерживать в культурах, а хранение в виде лиофилизата не требует какого-либо дорогостоящего оборудования или сред. Динамика метаболических процессов в этом случае регистрируется непосредственно по свечению (микробиолюминесценции) живой клетки, в которую предварительно введены компоненты биолюминесцентных систем [3; 5].

Бактериальные lux-биосенсоры обладают высокой чувствительностью. Интенсивность биолюминесценции обычно обратно пропорциональна концентрации токсиканта в среде, что делает метод не только качественным, но и количественным. В настоящее время ведутся работы по созданию биосенсоров на различные вещества, в том числе антибиотики тетрациклинового и β -лактамного ряда, которые широко применяют в медицине, биотехнологиях и



ветеринарии из-за высокой антимикробной активности, наличия большого количества производных и низких цен [4; 6; 9].

Установление закономерностей роста lux⁺ бактериальных культур в различных условиях и динамики их биолюминесценции позволит разработать принципиально новые эффективные биологические тест-системы и определить оптимальные условия их применения.

Цель работы: построение динамики биолюминесценции рекомбинантного штамма *Escherichia coli* «Эколом-8» при различных условиях культивирования.

Задачи:

1. Оценить динамику микробиолюминесценции исследуемого штамма при инкубации на агаризованной среде и в суспензионной культуре.

2. Оценить влияние концентрации селективирующего антибиотика (АБП), а также атмосферного кислорода на интенсивность и продолжительность биолюминесценции.

3. Сравнить динамику и максимальный уровень светимости свежей культуры, восстановленной из лиофилизата, и культуры, продолжительно поддерживаемой на агаризованной среде.

В качестве модельной культуры использовался штамм *Escherichia coli* «Эколом-8», несущий полный lux-оперон биолюминесцентной бактерии *Photobacterium luminescens* [1; 5]. Данный распространенный lux-биосенсор представляет собой клетку кишечной палочки *E. coli*, в которой содержатся гибридные плазмиды, несущие два основных элемента: регуляторный участок (промотор и оператор) и ген (гены) репортер. В качестве генов-репортеров используются гены luxCDABE, изолированные из геномов, светящихся бактерий и кодирующие люциферазу и редуктазу, обеспечивающие свечение бактериальной клетки [2; 7; 8].

Исследуемый штамм был ресуспендирован в среде SOC и инкубировался на шейкере 25 мин, а затем высевался в ГРМ-бульон и на ГРМ-агар. В работе использовались классические общие питательные среды производства г. Оболенска: «ГРМ-агар» (ТУ 9398-020-78095326-2006), «ГРМ-бульон» (ТУ 9398-021-78095326-2006).

Агар и бульон разливались по пробиркам Флоринского по 1,4 мл, а также по пробиркам типа «эппендорф» вместимостью 5 мл по 1,4 мл. В каждую пробирку вносилось по 10 мкл бактериальной суспензии автоматическим дозатором. Выбор пробирок малого объема связан с невозможностью поместить в люминометр стандартную биологическую пробирку.

В исследовании применялась разная концентрация АБП, так как он, вероятно, постепенно разрушается при контакте с компонентами питательной среды и воздухом, а также самими бактериями.

При разрушении антибиотика снижается давление селективирующего фактора, это приводит к появлению клеток, утративших ген устойчивости и lux-оперон. Такие клетки, по всей видимости, получают преимущество в скорости размножения, так как не несут дополнительной метаболической нагрузки. Со

временем это может отрицательно повлиять на интенсивность светимости культуры, вплоть до полного ее прекращения.

Были использованы агаризованная питательная среда и жидкий питательный бульон аналогичного состава. Суспензии удобны возможностью вносить жидкие тестируемые вещества, кроме того, условия в жидкости более равномерны, что снижает влияние градиент-факторов на рост и интенсивность микробиоллюминесценции.

Культивирование в суспензии осуществлялось в анаэробных и аэробных условиях. В анаэробных условиях бактерии культивировались в герметично закрытых пробирках типа эппендорф, что довольно технологично, так как обеспечивает постоянный газовый состав, снижает риск испарения и высыхания среды, контаминации культуры.

Культивирование на агаризованной среде имеет свои особенности, например, излучающая биомасса бактерий обладает высокой плотностью клеточной популяции, свет не поглощается средой, соответственно, свечение ожидалось более интенсивным. Рост микроорганизмов потенциально можно учитывать планиметрическим методом. Кроме того, при культивировании на агаре потенциально можно изучать воздействие газообразных веществ или физических факторов, которые будут влиять непосредственно на бактериальные клетки, без взаимодействия с плотными средами. Ознакомиться с вариантами культивирования и составом сред можно в табл. 1.

Таблица 1

Варианты культивирования бактерий и состав питательных сред

№	Среда	С (АБП) мг/л	Емкость	Кол-во пробирок	Примечание
1	ГРМ-агар	600	Пробирка Флоринского (аэробн.)	10	Из лиофилизата
2	ГРМ-агар	100	Пробирка Флоринского (аэробн.)	10	Из лиофилизата
3	ГРМ- бульон	600	Пробирка Флоринского (аэробн.)	10	Из лиофилизата
4	ГРМ- бульон	100	Пробирка Флоринского (аэробн.)	10	Из лиофилизата
5	ГРМ- бульон	600	Эппендорф 5мл (анаэробн.)	20	Из лиофилизата
6	ГРМ- бульон	600	Эппендорф 5мл (анаэробн.)	10	Старая культура

Измерение интенсивности свечения измерялось люминометром ПХЛ-01. Показания прибора, а также множитель, определяющий диапазон чувствительности, вносились в электронные таблицы Excel.

Для большей точности измерений и приведения их результатов к одной размерности были вычислены поправочные коэффициенты для каждого диапазона чувствительности люминометра. Каждый коэффициент был получен



от серии не менее 10 замеров стандартного источника с разной интенсивностью, что позволяет учесть нелинейность характеристики прибора.

Прибор измеряет интенсивность свечения в относительных единицах (ОЕ), пригодных для расчетов тушения биололюминесценции токсикантами или построения динамики.

Инкубация пробирок в штативах производилась в воздушном термостате при температуре $37 \pm 1^\circ\text{C}$.

Объем выборок составлял от 10 до 20 пробирок с культурами на каждый тип культуры. Измерения производились с периодичностью от 30 мин до двух суток в соответствии с общей динамикой яркости биололюминесценции. Так, в течение первых двух суток, когда яркость менялась наиболее интенсивно, интервалы составляли от 30 мин до 12 ч, позже – увеличивались.

Все расчеты производились средствами Microsoft Excel 2007 и Statistica 8.0 согласно стандартным методам математической статистики.

Нормальность распределения проверялась с помощью критерия Шапиро – Уилка.

В результате обработки полученных данных было установлено, что культуры демонстрируют в основном схожую динамику биололюминесценции, но различный уровень предельной яркости. В графическом виде результаты представлены ниже (рис. 1).

Как видно из графика, наиболее интенсивное свечение у всех культур, восстановленных из лиофилизата, регистрируется в период с 20-го по 50-й час в течение опыта и практически полностью пропадает через 230 ч.

Можно отметить, что наибольшая светимость характерна для культур на агаризованной среде (по сравнению с суспензионными).

Также можно отметить, что общая закономерность прослеживается в изменении интенсивности свечения всех типов культур из лиофилизата. Исключение составляет культура, поддерживаемая на агаре в активном виде (последняя кривая).

Данный график (рис. 1) приведен с целью оценки общей динамики у разных вариантов культур, далее будет рассмотрен отрезок времени от 0-го до 230-го часа, где биололюминесценция наиболее выражена (рис. 2).

На втором графике представлены кривые интенсивности биололюминесценции «Эколюм-8» при различных типах культур, но одинаковой концентрации антибиотика (рис. 2).

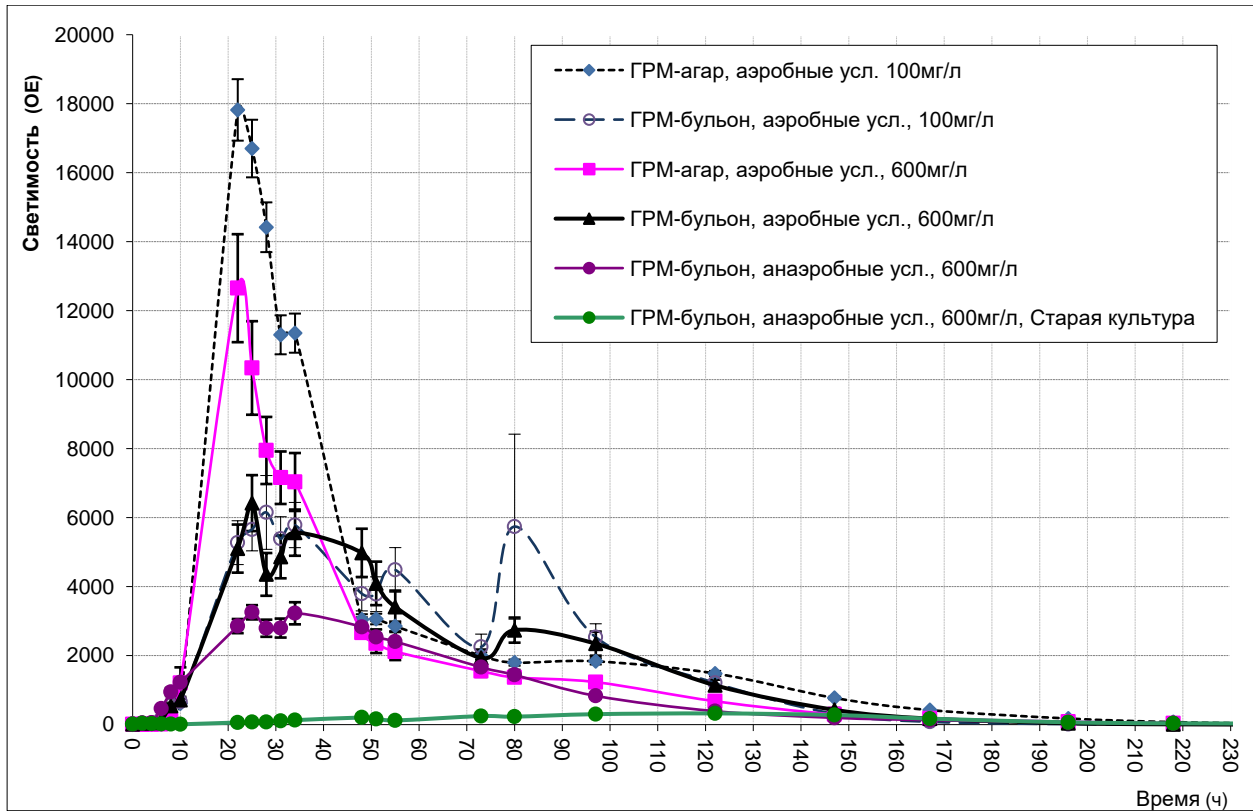


Рис. 1. Сводный график светимости шести вариантов культур *Escherichia coli* штамма «Эколом-8» в средах, содержащих от 100 до 600 мг/л АБП

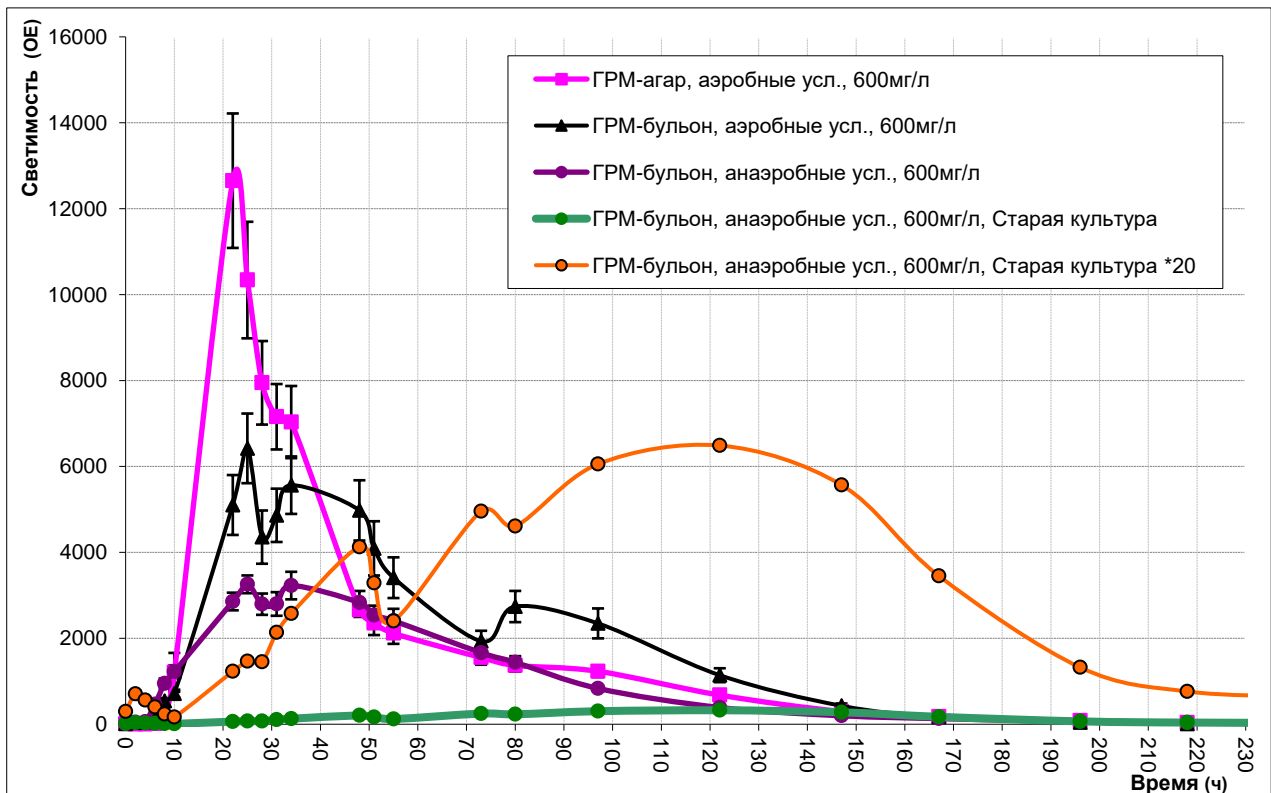


Рис. 2. Сводный график светимости суспензий *Escherichia coli* штамма «Эколом-8» при концентрации АБП 600 мг/л



При этом последняя кривая демонстрирует динамику микробиоллюминесценции для «старой» культуры, поддерживаемой на ГРМ-агаре в активном виде при температуре $25 \pm 1^\circ\text{C}$ и в данном опыте пересеянной в суспензию, с 20-кратно увеличенной амплитудой. Исходной кривой является предпоследняя (ГРМ-бульон, анаэробные условия, 600 мг/л «старая» культура). Это позволяет визуально оценить отличие динамики светимости данной культуры от остальных.

Как видно из графика, ее максимальная светимость приходится на период с 90-го по 150-й час, что значительно продолжительнее, чем у других культур. Несмотря на относительно долгий период свечения, абсолютная светимость данной культуры исчезающе мала по отношению к показателям остальных. Таким образом, поддержание культур lux+ бактерий в активном состоянии негативно сказывается на их характеристиках, в качестве биосенсора. Эти результаты показывают, что возраст и тип культуры, а также концентрация селективирующего фактора могут оказывать значительное влияние на динамику биоллюминесценции в периодической культуре.

Выводы

1. При культивировании *Escherichia coli* штамма «Эколюм-8» на агаризованной среде интенсивность регистрируемой биоллюминесценции значительно выше, чем в суспензионной культуре. Максимальные значения светимости на агаре превосходят в 2,7 раза (при 100 мг/л антибиотика, $t = 9,1$) и в 1,9 раза (при 600 мг/л, $t = 3,5$) максимум в суспензии.

2. Как в течение большей части опыта, так и в точках максимумов свечение аэробных культур превосходит свечение культур анаэробных, это видно на графиках и подтверждается максимальными значениями: аэробная суспензия с 600 мг/л антибиотика излучает в 1,97 раза интенсивнее анаэробной ($t = 3,7$).

Высокая концентрация антибиотика, напротив, снижает светимость, что особенно выражено у культур на агаризованной среде в период до 50 часов.

3. Бактерии, высеваемые из лиофилизата непосредственно перед анализом, демонстрируют большую интенсивность биоллюминесценции и резкие скачки ее интенсивности. Так, старая культура уступает по максимальной светимости свежей более чем в 10 раз при культивировании в суспензии ($t = 13,9$) и в 54,9 раза по сравнению с культурой на ГРМ-агаре ($t = 18,2$).

Список литературы

1. Власенко Л.В. Бактериальные люминесцирующие биосенсоры в системе оценки антибактериальной активности углеродных наноматериалов // Материалы I Международной школы-конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Биомедицина, материалы и технологии XXI века». – Казань, 2015. – С. 46.

2. Данилов В.С., Завильгельский Г.Б., Зарубина А.П., Мажуль М.М. Роль генов luxCDE в биолюминесценции бактерий // Вестник МГУ. – Сер. 16: Биология. – 2008. – № 2. – С. 11–15.
3. Дерябин Д.Г., Поляков Е.Г., Каримов И.Ф. Особенности использования биолюминесцентных тест-систем при исследовании абиотических сред и биологических жидкостей // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2004. – № 5(30). – С. 101–104.
4. Дерябин Д.Г., Поляков Е.Г. Перспективы использования люминесцирующих бактерий для оценки бактерицидной активности биологических жидкостей макроорганизма // Материалы VIII Всероссийского съезда микробиологов, эпидемиологов, паразитологов. – М., 2002. – Т. 3. – С. 253.
5. Ерошников Г.Е. Lux-оперон *Photorhabdus luminescens* ZM1 и его аналитическое применение : автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 2003. – 24 с.
6. Котова В.Ю., Рыженкова К.В., Манухов И.В., Завильгельский Г.Б. Индуцируемые специфические lux-биосенсоры для детекции антибиотиков: конструирование и основные характеристики // Прикладная биохимия и микробиология. – 2014. – Т. 50. – №. 1. – С. 112–117.
7. Пшеничнов Р.А., Никитина Н.М., Демина М.В., Масленникова И.Л. Разработка и использование микробиолюминесцентного метода для выявления, количественной суммарной оценки токсикантов табачного дыма // Токсикологический вестник. – 2007. – № 5(86) [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-i-ispolzovanie-mikrobnolyuminestsentnogo-metoda-dlya-vyyavleniya-koli-chestvennoy-summarnoy-otsenki-toksikantov-1> (дата обращения: 19.05.2023).
8. Сенсорные биолюминесцентные системы на основе lux-оперонов разных видов люминесцентных бактерий / В.С. Данилов, А.П. Зарубина, Г.Е. Ерошников и др. // Вестник МГУ. – 2002. – № 3. – С. 20–24.
9. Экспресс-анализ чувствительности бактерий к бета-лактамам с помощью резонатора с поперечным электрическим полем О.И. Гулий, Б.Д. Зайцев, О.А. Караваева и др. // Антибиотики и химиотерапия. – 2019. – № 64(1-2). – С. 3–8.

УДК 574.23 + 574.24

DOI: 10.24412/2308-7188-2023-1-61-68

Лебединский Иван Александрович

кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии и географии

*ФГБОУ ВО «Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет», Пермь, Россия
614990, г. Пермь, ул. Пушкина, 24, e-mail: ialebed@pspu.ru*

Еремеева Надежда Владимировна

старший преподаватель кафедры биологии и географии

*ФГБОУ ВО «Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет», Пермь, Россия
614990, г. Пермь, ул. Пушкина, 24, e-mail: eremeeva@pspu.ru*

Каримова Валерия Закиевна

учитель биологии

*МАОУ «Лицей № 4», Пермь, Россия
614095, г. Пермь, ул. Танкистов, 56, e-mail: lerakarimova426@yandex.ru*

**НЕОДНОЗНАЧНОЕ ВЛИЯНИЕ ПОВЫШЕННОГО СОДЕРЖАНИЯ
НИКЕЛЯ В КОРМЕ НА РАЗВИТИЕ СВЕРЧКА ДОМОВОГО**

Lebedinsky Ivan Alexandrovich

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Biology and Geography

*Perm State Humanitarian Pedagogical University, Perm, Russia
24 Pushkina str., Perm, 614990, e-mail: ialebed@pspu.ru*

Yeremeyeva Nadezhda Vladimirovna

Senior Lecturer at the Department of Biology and Geography

*Perm State Humanitarian Pedagogical University, Perm, Russia
24 Pushkina str., Perm, 614990, e-mail: eremeeva@pspu.ru*

Karimova Valeria Zakievna

biology teacher

*MAOU "Lyceum No. 4", Perm, Russia
614095, Perm, ul. Tankistov, 56, e-mail: lerakarimova426@yandex.ru*

**AMBIGUOUS EFFECT OF INCREASED NICKEL CONTENT IN FEED ON
HOUSE CRICKET DEVELOPMENT**

Аннотация. Приведен анализ влияния повышенного содержания никеля в корме на рост и морфологические особенности сверчка домового. Несмотря на высокую токсичность никеля для представителей царства животных, была выявлена высокая устойчивость сверчков к данному металлу. Динамика некоторых морфометрических показателей свидетельствует о возможном благоприятном влиянии высокого содержания никеля на развитие сверчков. Высокая толерантность сверчков к никелю требует дальнейшего изучения и может быть связана с особенностями их кишечной микрофлоры.

Ключевые слова: сверчок домовый, никель, токсичные металлы, тяжелые металлы, флуктуирующая асимметрия.

Abstract. The paper analyzes the effect of increased nickel content in feed on growth and morphological features of house crickets. Despite the high toxicity of nickel for representatives of the animal kingdom, high tolerance of crickets to this metal was revealed. The dynamics of some morphometric indices indicates a possible positive effect of high nickel content on the development of crickets. The high tolerance of crickets to nickel requires further study and may be related to the peculiarities of their intestinal microflora.

Key words: house cricket, nickel, toxic metals, heavy metals, fluctuating asymmetry.

Никель – один из самых распространенных загрязнителей среди тяжелых металлов [18; 12]. В отличие от «классических» тяжелых металлов, таких как свинец и ртуть, никель является микроэлементом, его полное отсутствие приводит к негативным последствиям [8]. Ион никеля участвует в процессе образования цГМФ – важной сигнальной молекулы, регулирующей работу натриевых ионных каналов клетки, процессы апоптоза и гликогенолиза, тонус гладкой мускулатуры и др. [18].

Токсическое влияние никеля крайне разнообразно и затрагивает практически все системы органов. В основе токсичности никеля лежит его способность увеличивать степень метилирования ДНК, блокировать кальциевые каналы и влиять на ряд других внутриклеточных процессов за счет соединения с некоторыми ферментами, вызывающего изменение их активности. Безопасный для человека уровень поступления никеля в организм не превышает 1 мг/день, ПДК – 0,02 мг/л (для питьевой воды), 4 мг/кг (для подвижных форм в почве) [1; 7].

При этом следует отметить, что для растений, грибов, зубактерий и архей никель играет более важную роль, входя в состав ряда металлопротеидов, таких как уреазы, Ni-Fe гидрогеназы, Ni-супероксиддисмутаза и др. [11; 16]. Токсичность никеля для перечисленных организмов ниже, чем для животных. У ряда бактерий также обнаружены ферменты, обеспечивающие избирательный транспорт никеля в клетку [9; 19].

Целью данного исследования была оценка влияния высокого содержания никеля в корме на развитие и морфологические особенности сверчка домового (*Acheta domesticus* L., 1758).

Выбор объекта исследования объясняется неприхотливостью и высокой скоростью размножения сверчка при выращивании в условиях лаборатории и



широкой распространенностью этого насекомого в природе, особенно в антропогенно-преобразованных биоценозах. Вышесказанное делает сверчка домашнего перспективным организмом для биоиндикации антропогенного загрязнения окружающей среды. Также следует отметить, что в последние десятилетия сверчок домашний рассматривается как перспективная кормовая культура и ценный источник белка для пищевой промышленности [13], в этом случае изучение влияния тех или иных факторов на развитие и морфологические особенности сверчков актуально для создания оптимальных условий выращивания насекомых.

Нимфы *Acheta domesticus* после первой линьки размещались в прозрачных полипропиленовых контейнерах с вентиляционными отверстиями в стенках и крышке. На дно контейнеров был насыпан грунт толщиной 2 см для смягчения перепадов влажности. В контейнеры были помещены укрытия из плотного картона, бумаги и древесной коры для уменьшения агрессии между насекомыми. Два раза в неделю сверчки получали порционный корм, состоящий из высушенной гомогенизированной смеси овощей, фруктов и вареного мяса. После внесения корма смесь и почва в контейнере увлажнялись. В контрольной группе для увлажнения использовалась вода, в экспериментальных – растворы, содержащие сульфат никеля в 12,5 и 25 раз превышающий ПДК для содержания подвижной формы никеля в почве (4 мг/кг). Данные уровни превышения ПДК выбраны исходя из общепринятой практики расчета ПДК: как правило, ПДК составляет 1/10 концентрации данного вещества, вызывающей негативные эффекты у 50 % подопытных организмов. Таким образом, при 12,5-кратном превышении ПДК ожидалась заметная негативная реакция у большинства, а при 25-кратном превышении – выраженное угнетение развития всех подопытных насекомых.

После имагинальной линьки осуществлялась оценка сырой массы насекомых, также определялась выраженность асимметрии ряда органов. Оценивалась выраженность асимметрии длины голени и бедра последней пары конечностей, а также ширины бедер и длины крыльев (рис. 1).

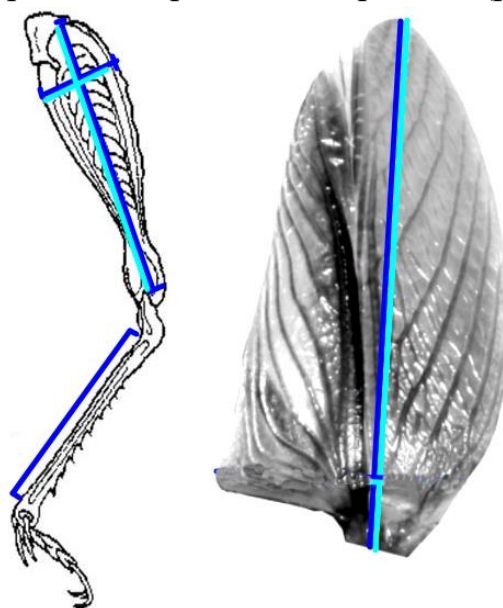


Рис. 1. Схема выполняемых измерений

Методика оценки индекса асимметрии основана на рекомендациях Министерства природных ресурсов РФ. Поскольку упомянутая методика не включает насекомых, при выборе параметров оценки асимметрии авторы руководствовались следующими критериями: данные параметры должны быть удобными для измерения, обладать низкой вариабельностью в пределах контрольной группы и демонстрировать достоверные отличия при действии исследуемых факторов [2–6].

Измерения проводились на отсканированном материале при помощи свободно распространяемой компьютерной программы ImageJ (Wayne Rasband, National Institutes of Health, USA). Коэффициенты асимметрии отдельных органов вычислялись по формуле (1.1).

$$fa_i = \frac{|L_i - R_i|}{(L_i + R_i)} \quad 1.1$$

Выборки, состоящие из полученных коэффициентов асимметрии, проходили проверку на нормальность распределения по критерию Эпса – Палли (в соответствии с рекомендациями ГОСТ Р ИСО 5479-2002), стандартную математическую обработку с вычислением выборочного среднего, среднеквадратического отклонения и ошибки среднего. Также была произведена фильтрация результатов по методу 3σ . Достоверность отличий между выборками оценивалась при помощи t-критерия Стьюдента для несвязанных выборок.

Рассмотрим полученные результаты, начиная со средней массы насекомых (табл. 1).

Таблица 1
Средняя масса сверчков в зависимости от концентрации никеля в корме

	Самцы	Самки
Контроль	379,500 ± 43,5176	408,667 ± 38,1241
12,5-х ПДК Ni ²⁺	371,000 ± 22,0000	501,000 ± 48,2494
25-х ПДК Ni ²⁺	305,600 ± 9,6571	433,667 ± 66,1386

С вероятностью $P < 0,05$ масса самцов, получавших корм с 25-кратным превышением ПДК никеля, меньше, чем масса контрольных насекомых и масса насекомых, получавших корм с 12,5-кратным превышением ПДК. Для самок достоверных отличий не выявлено. Таким образом, влияние существенного уровня превышения ПДК никеля на массу сверчков оказалось незначительным. Визуальные наблюдения также не выявили существенных различий во внешнем виде и поведении контрольных и экспериментальных групп насекомых.



Влияние нелетальных негативных факторов может проявляться в увеличении выраженности флуктуирующей асимметрии организма. Данная асимметрия возникает за счет накопления случайных отклонений гомеостатических процессов в развитии организма под действием совокупности негативных факторов, которые выливаются в некоторую рассогласованность роста и дифференциации клеток симметричных и парных органов.

Наиболее интересные отличия были выявлены при оценке выраженности асимметрии длины голени и бедра последней пары конечностей, а также ширины бедер и длины крыльев. В табл. 2 приведены коэффициенты асимметрии, средние для всех имаго без учета их пола.

Таблица 2

Средние показатели асимметрии сверчков без учета пола

	Ка. длины голени	Ка. ширины бедер	Ка. длины бедер	Ка. длины крыльев
Контроль	0,042 ± 0,0116	0,072 ± 0,0141	0,039 ± 0,0103	0,025 ± 0,0041
12-х ПДК Ni ²⁺	0,007 ± 0,0013	0,032 ± 0,0181	0,012 ± 0,0060	0,013 ± 0,0031
25-х ПДК Ni ²⁺	0,028 ± 0,0044	0,038 ± 0,0052	0,027 ± 0,0038	0,033 ± 0,0060

Графически полученные результаты приведены на рис. 2.

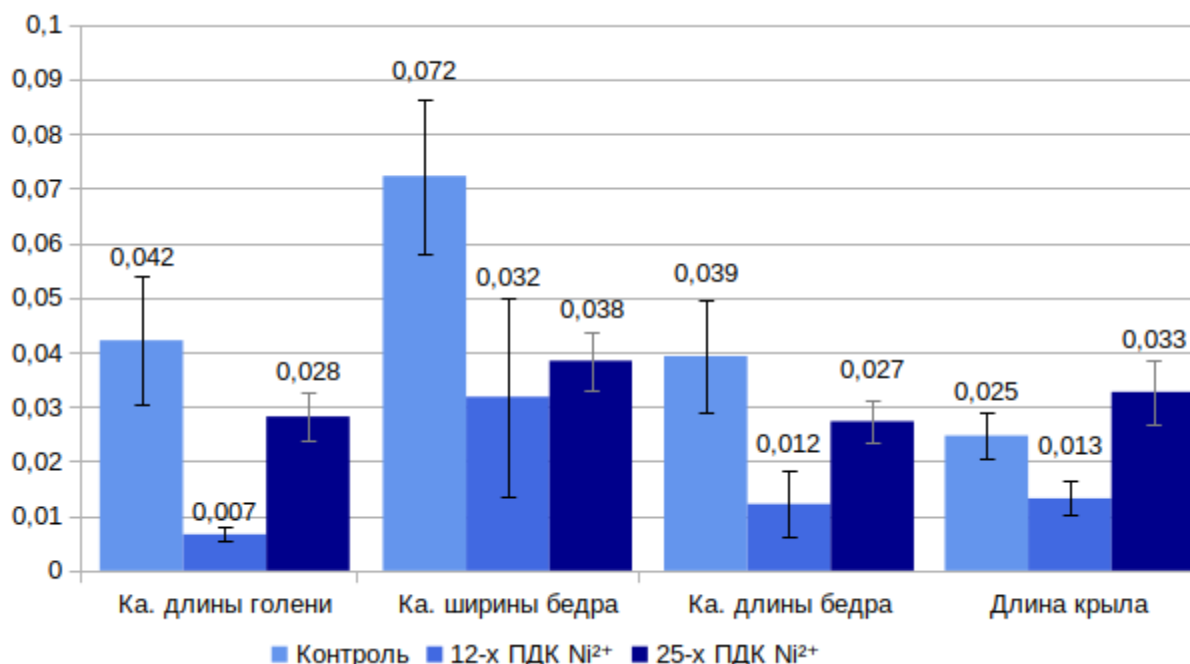


Рис. 2. Влияние превышения ПДК никеля на асимметрию конечностей и крыльев сверчка

Интересной особенностью всех коэффициентов флуктуирующей асимметрии длины является достоверно меньшее по сравнению с контролем и второй экспериментальной выборкой ($P < 0,05$) значение для выборки сверчков, получавших корм с 12,5-кратным превышением ПДК никеля. Для показателя асимметрии ширины бедра достоверно более выраженная асимметрия

наблюдается у контрольных насекомых по сравнению с обеими экспериментальными группами.

Поскольку меньшее значение выраженности флуктуирующей асимметрии считается показателем более стабильного (благополучного) развития организма, можно предположить не только то, что сверчок домовый устойчив к превышению ПДК никеля в корме до 25 раз в течение всего онтогенеза, но и то, что 12,5-кратное превышение ПДК никеля в корме является оптимальным содержанием никеля для роста и развития сверчка.

Следует отметить, что 25-кратное превышение ПДК никеля в данном эксперименте соответствует концентрации 100 мг/кг. Для крыс разовый пероральный прием 50 мг никеля вызывает отравление. Таким образом, сверчки демонстрируют существенную толерантность к никелю.

Данная особенность требует дальнейшего изучения. Однако, исходя из некоторых современных исследований, можно сделать несколько предположений, которые могли бы объяснить такую высокую устойчивость сверчков к довольно токсичному для животных металлу.

Оба предположения связаны с кишечной микрофлорой сверчков, поскольку микрофлора пищеварительной системы сверчков крайне разнообразна и, как упоминалось ранее, для бактерий никель является менее токсичным, чем для животных. В первом случае можно предположить, что токсическое действие никеля нивелируется за счет его активного поглощения бактериями кишечника, а их последующее активное развитие обеспечивает насекомое рядом полезных продуктов бактериального метаболизма. Среди кишечной микрофлоры сверчков можно выделить ряд родов, таких как *Lactococcus*, *Akkermansia*, *Paludibacter* и *Coprococcus*, представители которых способствуют лучшему усвоению компонентов пищи, выделяют полезные метаболиты (например, масляную кислоту) и регулируют видовой состав кишечной микрофлоры [10; 14; 17; 22]. Второе предположение проистекает из первого: как было показано в некоторых исследованиях, пищеварительная система сверчков не вырабатывает β -глюкозидазу и целлюлозу, при этом целлюлоза в корме представителей рода *Acheta*, как правило, присутствует в значительных количествах [15; 21]. Таким образом, сверчки неспособны усваивать целлюлозу, однако в их пищеварительной системе обитают бактерии, относящиеся к типу *Bacteroidota*, представители которого способны разлагать полисахариды, включая целлюлозу. В таком случае никель мог бы не только обеспечивать более активный рост полезной микрофлоры, но и повышать за счет развития соответствующих групп бактерий усвояемость полисахаридов корма, недоступных для пищеварения сверчков. Кроме того, для некоторых бактериальных ферментов, участвующих в метаболизме полисахаридов, выявлено активирующее влияние ионов никеля [20].

В результате исследования была выявлена высокая толерантность сверчков к повышенной концентрации сульфата никеля в корме в течение всего онтогенеза насекомых. Концентрация, равная 100 мг Ni^{2+} на 1 кг корма, не вызвала существенного уменьшения массы самок, концентрация 50 мг/кг не

оказала влияния как на самцов, так и на самок и сопровождалась снижением 4 выбранных коэффициентов асимметрии по сравнению с контролем, что косвенно может свидетельствовать о благоприятном влиянии данной концентрации никеля на развитие сверчков. Выявленная устойчивость сверчков к никелю требует дальнейшего изучения и может быть связана с особенностями кишечной микрофлоры этих насекомых.

Список литературы

1. ГН 2.1.7.2041-06. Предельно-допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве : гигиенические нормативы / Федерал. центр гигиены и эпидемиол. Роспотребнадзора. – М., 2006. – 15 с.
2. Захаров В.М. Асимметрия животных (популяционно-феногенетический подход). – М., 1987. – 216 с.
3. Захаров В.М., Чубинишвили А.Т., Дмитриев С.Г. Здоровье среды: практика оценки / Центр эколог. политики России. – М., 2000. – 318 с.
4. Здоровье среды: методика оценки / В.М. Захаров, А.С. Баранов, В.И. Борисов и др.; Центр эколог. политики России. – М., 2000. – 68 с.
5. Кизель В.А. Физические причины диссимметрии живых систем. – М. : Наука, 1985. – 119 с.
6. Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ (оценка стабильности развития живых организмов по уровню асимметрии морфологических структур) / МПР РФ; Введ. 16.10.03. № 460-Р. – М., 2003. – 24 с.
7. Санитарные правила и нормы СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» // Постановление Роспотребнадзора от 28.01.2021 № 2.
8. Barceloux D.G. Nickel // *Journal of Toxicology Clinical Toxicology*. – 1999. – № 37(2). – P. 239–258.
9. Boer J.L., Mulrooney S.B., Hausinger R.P. Nickel-dependent metalloenzymes // *Archives of Biochemistry and Biophysics*. – 2014. – № 544. – P. 142–152.
10. Cani P.D., Vos W. M. de. W.M. Next-generation beneficial microbes: The case of *Akkermansia muciniphila* // *Frontiers in Microbiology*. – 2017. – № 8. – P. 1765.
11. Chivers P.T., Sauer R.T. Regulation of high affinity nickel uptake in bacteria. Ni²⁺-Dependent interaction of NikR with wild-type and mutant operator sites // *The Journal of biological chemistry*. – 2000. – № 275(26). – P. 19735–19741.
12. Das K., Reddy R., Bagoji I. Primary concept of nickel toxicity – An overview // *Journal of basic and clinical physiology and pharmacology*. – 2018.
13. Dominykas A., Luksa J., Strazdaite-Zieliene Z. The Bacterial Microbiota of Edible Insects *Acheta domesticus* and *Gryllus assimilis* Revealed by High Content Analysis // *Foods*. – 2022. – № 11(8). – P. 1073–1090.
14. Kort R., Schlösser J., Vazquez A.R. Model Selection Reveals the Butyrate-Producing Gut Bacterium *Coprococcus eutactus* as Predictor for Language Development in 3-Year-Old Rural Ugandan Children // *Frontiers in Microbiology*. – 2021. – № 12. – P. 1406.

15. Miech P., Berggren A., Lindberg J.E. Growth and survival of reared Cambodian field crickets (*Teleogryllus testaceus*) fed weeds, agricultural and food industry by-products // *Journal of Insects as Food and Feed*. – 2016. – № 2(4). – P. 285–292.
16. Pishchik V., Mirskaya G., Chizhevskaya E. Nickel stress-tolerance in plant-bacterial associations // *PeerJ*. – 2021. – № 9.
17. Qiu Y.L., Kuang X.Z., Shi X.S. *Paludibacter jiangxiensis* sp. nov., a strictly anaerobic, propionate-producing bacterium isolated from rice paddy field // *Archives of Microbiology*. – 2014. – № 196. – P. 149–155.
18. Raj narayan Roy. Nickel essentiality, toxicity and the mechanism of toxicity in animal // *Pollution research paper*. – 2021. – № 1. – P. 226–235.
19. Santanu M. Study of Genetic Determinants of Nickel and Cadmium Resistance in Bacteria-A Review // *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. – 2016. – № 5(11). – P. 459–471.
20. Saxena S., Bahadur J., Varma A. Effect of cobalt and nickel on growth and carboxymethyl cellulase activity of *Cellulomonas* spp // *Biometals*. – 1992. – № 5. – P. 209–212.
21. Teo L.H., Woodring J. Digestive enzymes in the house cricket *Acheta domesticus* with special reference to amylase // *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*. – 1985. – № 82. – P. 871–877.
22. Zhang T., Li Q., Cheng L. *Akkermansia muciniphila* is a promising probiotic // *Microbial Biotechnology*. – 2019. – № 12. – P. 1109–1125.

УДК 619:616.6:636.7

DOI: 10.24412/2308-7188-2023-1-69-73

Никулина Надежда Борисовнадоктор ветеринарных наук, заведующий кафедрой биологии и гигиены
животных*e-mail: uralskay114@yandex.ru***Ровенская Виолетта Владимировна**

студент 3-го курса факультета ветеринарной медицины и зоотехнии

*e-mail: violetta.rovenskaya@yandex.ru**ФГБОУ ВО “Пермский государственный аграрно-технологический
университет**имени академика Д.Н. Прянишникова”, Пермь, Россия
614990, Пермь, ул. Петропавловская, 23, тел. (342) 217-96-17***АНАЛИЗ РАСПРОСТРАНЕННОСТИ ПОЧЕЧНОЙ
НЕДОСТАТОЧНОСТИ СРЕДИ СОБАК ГОРОДА ПЕРМИ****Nadezhda B. Nikulina**Doctor of Veterinary Sciences, Head of the Department of Biology and Animal
Hygiene*e-mail: uralskay114@yandex.ru***Violetta V. Rovenskaya**

3rd year student of the Faculty of Veterinary Medicine and Zootechnics

*e-mail: violetta.rovenskaya@yandex.ru**Perm State Agro-Technological University
23, Petropavlovskaya, 614990, Perm, Russia***ANALYSIS OF THE PREVALENCE OF KIDNEY FAILURE AMONG DOGS
OF THE CITY OF PERM**

Аннотация. Приведен анализ данных о распространенности острой и хронической форм почечной недостаточности среди собак города Перми. Исследовались амбулаторные карты пациентов за 2022 г. Особое внимание обращали на возраст, пол и репродуктивный статус, породу собак. Среди обследованных в ветеринарной клинике собак в количестве 1657 особей было зарегистрировано возникновение хронической и острой почечной недостаточности у 3 % животных. Преимущественно заболевание выявляли у мелких пород собак в возрасте старше семи лет и у некастрированных особей.

Установлено несколько причин развития почечной недостаточности, среди которых основными явились неклассифицированные патологии.

Ключевые слова: собака, возраст, болезни почек, этиология.

Abstract. This publication presents an analysis of data on the prevalence of acute and chronic forms of renal failure among dogs in the city of Perm. Patients' outpatient records for the period 2022 were studied. Special attention was paid to age, sex and reproductive status, and breed of dogs. The occurrence of chronic and acute renal failure was registered among 1657 dogs examined in the veterinary clinic in 3 % of the animals. Predominantly the disease was detected in small breed dogs over the age of seven years and in non-castrated individuals. Several causes of renal failure were identified, among which the main ones were unclassified pathologies.

Key words: dog, age, kidney diseases, etiology.

Актуальной проблемой ветеринарной медицины остаются диагностика и лечение почечной недостаточности у мелких домашних животных. С каждым годом растет число пациентов, поступающих в клиники с признаками почечной недостаточности. По мнению авторов, наиболее распространена почечная недостаточность у кошек. Существует небольшое количество данных касательно распространения почечной недостаточности среди собак [8]. Вопрос распространенности почечной недостаточности актуален, но в то же время имеющиеся данные довольно противоречивы [7].

Целью данного исследования был анализ распространения почечной недостаточности среди собак г. Перми.

Все данные, описанные в работе, были получены в результате изучения амбулаторных карт пациентов ветеринарной клиники «Друг» г. Перми.

За 2022 г. было обследовано 1657 собак, 44 из которых имели клинические признаки почечной недостаточности различной этиологии. При анализе истории болезни пациента особое внимание обращали на возраст, породную принадлежность, пол и репродуктивный статус.

По нашим данным, почечная недостаточность различной этиологии была выявлена у 3 % обследованных животных. Как известно, почки имеют большой запас резервных возможностей и способны к длительной компенсации (латентная стадия). Симптомы почечной недостаточности начинают проявляться при потере 75 % нефронов [6, с. 587]. Вероятно, это связано с возрастным аспектом. При изучении материалов из истории болезни группы собак было установлено, что почечная недостаточность распространена у собак в возрасте от 7 до 10 лет, а также заболеванию подвержены собаки старше 11 лет. Среди пациентов, обследованных за 2022 г., не было выявлено признаков почечной недостаточности у собак младше 7 лет.

При изучении половой принадлежности собак было выявлено преобладание самцов над самками по частоте встречаемости ХПН в группе особей (59 % – самцы, 41 % – самки), что может быть обусловлено анатомическими особенностями строения мочеиспускательного канала у



данного вида животных. Причем установлено, что 84 % самцов и 66 % самок являлись интактными.

При ретроспективном анализе данных было установлено, что к патологии почек предрасположены около 17 пород собак, а также метисы (беспородные особи). Около 70 % всех особей составляют мелкие породы собак, соответственно, 30 % – средние и крупные породы. 18 % составили таксы, 15 % – чихуахуа, 13 % – йоркширские терьеры, 11 % – метисы, 7 % – шпицы, 7 % – тойтерьеры. Реже почечная недостаточность встречалась у следующих породных групп: ховаварт, золотистый ретривер, лабрадор, парсон-рассел-терьер, королевский пудель, цвергшнауцер, сибирский хаски, фокстерьер, русская гончая, брюссельский гриффон, вест-хайленд-уайт-терьер (примерно по 2,6 % на каждую породу).

Все зарегистрированные нами случаи почечной недостаточности среди собак можно поделить на острую и хроническую формы.

Острая почечная недостаточность, или острое повреждение почек (ОПН/ОПП) – это синдром острого нарушения почечных функций, выражающийся дисэлектrolитемией, азотемией, нарушением кислотно-щелочного равновесия [4].

Среди исследованных нами животных четыре собаки (9 % больных животных) имели симптомы, характерные для ОПП: вялость и апатичность, рвота и отсутствие аппетита, бледность видимых слизистых оболочек, признаки дегидратации, изменение цвета мочи (кроваво-красная, бурая), повышение в крови концентрации мочевины и креатинина. Другие показатели общего и биохимического анализа крови не имели особенностей, были в пределах нормальных значений.

При дальнейшей диагностике было установлено, что две из четырех собак имели трансмиссивное заболевание – пироплазмоз. Ведущим механизмом развития ОПП при развитии пироплазмоза (бабезиоза) является прогрессирующая гемолитическая анемия в результате поражения эритроцитов *Babesia canis* [1]. Помимо общих для острого повреждения почек симптомов было выявлено повышение температуры тела – лихорадка, что характерно для данного заболевания. Также было установлено незначительное повышение аланинаминотрансферазы и аспартатаминотрансферазы у этих собак, которое, вероятно, не связано с первичным нарушением функции печени, а вызвано гемолизом эритроцитов.

В случае с третьей собакой острое повреждение почек произошло после длительной обструкции мочевыводящих путей кольцом паховой грыжи. В результате развилась острая задержка мочи и, как следствие, ОПП. В процессе проведения нефросонографии были выявлены повышение эхогенности паренхимы почек и незначительная пиелоэктазия.

Острое повреждение почек в случае с четвертой собакой произошло в результате ишемии почки на фоне абдоминальной травмы ввиду ранений, произведенных другой особью [8].

Хроническая почечная недостаточность, или хроническая болезнь почек (ХПН/ХБП) – симптомокомплекс, обусловленный прогрессирующим склерозированием почечной паренхимы с необратимой гибелью нефронов вследствие первичного или вторичного хронического заболевания почек [9].

Зачастую бывает сложно установить наиболее вероятную причину возникновения хронической почечной недостаточности, так как этот парный орган способен к длительной компенсации уже возникшей дисфункции, а проведение биопсии для установления окончательного диагноза на стадии декомпенсации чаще всего не оправдано [3].

Наиболее распространенными из выявленных в результате нашего исследования причин хронической болезни почек оказались неклассифицированные патологии, лекарственная нефропатия, хронический интерстициальный нефрит, поликистозная болезнь почек, хронические инфекции мочевыводящих путей, мочекаменная болезнь.

В ходе исследования установлено, что большая часть группы собак с ХБП (около 37 %) имела неклассифицированные патологии почек, что, вероятно, связано с несовершенным подходом к ранней диагностике заболевания.

При проведении ретроспективного анализа было выяснено, что около 32 % собак, наблюдающихся у кардиолога, имели ХПН. Вероятно, в данной ситуации значительное влияние имеет терапия, проводимая пациентам с патологиями сердечно-сосудистой системы. Все собаки из данной группы проходили лечение петлевыми диуретиками (фуросемид, торасемид). За последние годы накоплены данные, которые позволяют говорить о негативном влиянии активного выведения натрия под влиянием постоянной диуретической терапии на канальцевый аппарат почек [2].

По нашим данным, около 15 % пациентов имели хронический интерстициальный нефрит, или так называемую идиопатическую почечную недостаточность. Как известно, данная патология почек имеет воспалительный характер и может быть обусловлена воздействием иммунных, метаболических и токсических факторов. Диагностика данной патологии проводилась при помощи нефросонографии. Однако окончательный диагноз возможно установить только при помощи нефробиопсии [5].

В процессе исследования было зафиксировано два случая поликистоза почек у собак, что составило 5 % патологий почек. Данная патология чаще всего является генетически обусловленной и обычно диагностируется и у молодых, и у взрослых животных. На данный момент не разработано специфическое лечение для таких пациентов, проводится симптоматическая терапия [6, с. 599].

Среди прочего было зафиксировано несколько случаев хронической инфекции мочевыводящих путей (5 %), которые плохо поддавались антибиотикотерапии и в конечном итоге приводили к ХПН. В обоих случаях по результатам бактериологического посева мочи была выявлена грамотрицательная анаэробная бактерия *Escherichia coli*.

Мочекаменная болезнь – распространенное заболевание, проявляющееся формированием конкрементов в различных отделах мочевыводящей системы.



Хроническая травматизация тканей этих органов может приводить к воспалению и, как следствие, развитию почечной недостаточности. В нашем исследовании выявлено два случая МКБ, которая, вероятно, и обуславливала развитие хронической болезни почек. Конкременты визуализировались под контролем УЗИ в мочевом пузыре одного из пациентов, а также в паренхиме почек – другого. Среди всех патологий количество пациентов с мочекаменной болезнью составило 5 % [6, с. 604–612].

Итак, почечная недостаточность – это довольно редкая патология, выявляемая у собак. Заболевание регистрируется у животных мелких пород старше 7 лет. В группе риска по развитию почечной недостаточности находятся интактные (некастрированные) собаки. Наибольшее распространение среди всех патологий почек имеют неклассифицированные патологии. Пациенты кардиолога, принимающие диуретики, находятся в группе риска по развитию хронической почечной недостаточности. Врожденные патологии (поликистоз почек) занимают 5 % всех патологий почек.

Список литературы

1. Белименко В.В. Бабезиоз собак (история открытия, патогенез, клинические признаки, современные методы диагностики, терапии и профилактики) // JSAP/Российское издание. – 2012. – С. 40–41.
2. Воронков Л.Г. Терапия отечного синдрома и функция почек: к вопросу рационального выбора диуретика в кардиологической практике // Листопад (сетевой журнал). – 2016. – URL: <https://www.Health-ua.Com/article/4726-terapiya-otechnogo-sindroma-i-funktciya-pochek-k-voprosu-ratcionalnogo-vybo> (дата обращения: 01.04.2023).
3. Гапонова В.Н. Клинико-диагностические показатели почек при хронической почечной недостаточности у служебных собак : автореф. дис ... канд. вет. наук. – СПб., 2015. – 22 с.
4. Королев В.А. Острая почечная недостаточность и острое повреждение почек: некоторые исторические аспекты синдромов // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия: естественные и медицинские науки. – 2017. – № 3. – С. 58–70.
5. Митрохина Н.В. Гистологический метод исследования в диагностике заболеваний почек // VetPharma. – 2019. – № 2.
6. Ниманд Х.Г. Болезни собак. Практическое руководство для ветеринарных врачей. – 8-е изд. – М. : АКВАРИУМ ЛТД, 2001. – С. 604–612.
7. Романова В.Е. Дизрегуляторная патология при хронической почечной недостаточности у собак и кошек : автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 2011. – 18 с.
8. Сазонова В.В. Анализ распространения почечной недостаточности у мелких домашних непродуктивных животных в Орловской области // Международный научно-исследовательский журнал. – 2023. – № 1(127). – С. 1–6.
9. Турицына Е.Г. Анализ заболеваемости почечной недостаточностью мелких домашних животных // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 9. – С. 197–203.

УДК 581.555.3

DOI: 10.24412/2308-7188-2023-1-74-90

Печенкина Ксения Олеговна

ассистент кафедры биологии и географии

*ФГБОУ ВО «Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет», Пермь, Россия**614990, г. Пермь, ул. Сибирская, 24*

аспирант II курса биологического факультета

*ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», Пермь, Россия**614990, Пермь, ул. Букирева, 15**e-mail: pechenkina.ksusha@yandex.ru***Селиванов Алексей Евгеньевич**

кандидат биологических наук, декан естественнонаучного факультета

*ФГБОУ ВО «Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет», Пермь, Россия**614990, г. Пермь, ул. Сибирская, 24**e-mail: selivanperm@yandex.ru***Чернышова Татьяна Александровна**

студентка V курса естественнонаучного факультета

*ФГБОУ ВО «Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет», Пермь, Россия**614990, г. Пермь, ул. Сибирская, 24**e-mail: tatyana.chern@yandex.ru***ЛИХЕНОФЛОРА ОКРЕСТНОСТЕЙ ПОСЕЛКА ВЕРХНЯЯ СТАРИЦА
(ПЕРМСКИЙ КРАЙ)****Alexey E. Selivanov**

Candidate of Biological Sciences, Dean of the Natural Sciences Faculty

*Perm State Humanitarian Pedagogical University**24, Sibirskaja, 614990, Perm, Russia**e-mail: selivanperm@yandex.ru*

Ksenia O. Pechenkina

Assistant of Department of Biology and Geography

*Perm State Humanitarian Pedagogical University
24, Sibirskaja, 614990, Perm, Russia*2 years postgraduate student of Biological Faculty
*Perm State National Research University
15, Bukireva, 614990, Perm, Russia
e-mail: pechenkina.ksusha@yandex.ru***Tatiana A. Chernyshova**

student of the Natural Sciences Faculty

*Perm State Humanitarian Pedagogical University
24, Sibirskaja, 614990, Perm, Russia
e-mail: tatyana.chern@yandex.ru***LICHEN FLORA OF THE VILLAGE OF VERKHNYAYA STARITSA**

Аннотация. Проведено изучение видового состава лишайников в окрестностях поселка Верхняя Старица (Пермский край, Гайнский муниципальный округ), выявлено 145 видов лишайников из 21 семейства. Обнаружен вид, занесенный в Красную книгу Пермского края, *Bryoria fremonthii*, имеющий III категорию редкости.

Ключевые слова: биоразнообразие, лишенофлора, редкие виды, Пермский край.

Abstract. A study of lichens in the vicinity of the village of Staritsa (Perm region, Gainsky municipal district) and identified 145 species of lichens from 21 families. A rare species *Bryoria fremontii* was discovered, which has a III degree of rarity in the Red Book of the Perm Region.

Key words: biodiversity, lichen flora, rare species, Gainsky district of Perm region.

Территория Пермского края до 1882 г. оставалась практически неизученной лишенологами. В конце XVIII – начале XIX вв. стали появляться первые сведения о лишайниках Урала, связанные с экспедициями П.С. Палласа, И.И. Георги, И.П. Фалька, Х.Ф. Лессинга, А.Г. Шренка [13].

Следующее исследование было проведено в 1882 г. П.Н. Крыловым. Его публикация является первой лишенологической работой по Среднему и Северному Уралу. Изучив флору Пермской губернии, Крылов составил список, который содержит информацию о 124 видах лишайников [9].

Важнейшим этапом развития исследований лишайников Пермского края стало начало изучения таксономического биоразнообразия на кафедре ботаники Пермского государственного педагогического университета в 1993 г.

В первую очередь внимание исследователей привлекло изучение особо охраняемых природных территорий регионального значения. Например, по результатам изучения заповедников «Вишерский» и «Басеги» была защищена кандидатская диссертация А.Е. Селивановым [14]. Также предпринимались попытки комплексного изучения отдельных экологических групп лишайников. Результаты изучения эпифитных лишайников изложены в диссертации З.М. Шаяхметовой [18].

Предварительным итогом изучения лишенофлоры стала монография «Предварительный список лишенофлоры Пермского края» [12], в которой на 2015 г. приводится 640 видов лишайников.

Однако территория края изучена неравномерно: основное внимание лишенологов сконцентрировано на изучении особо охраняемых природных территорий (ООПТ) регионального и местного значения, скальных выходов [15; 16], урбанолихенофлоры [5; 6; 20].

На территории Гайнского муниципального округа в конце 60-х гг. XX в. работала Е.М. Шкараба, которая изучала консортивные связи между эпифитами и лесообразующими породами средней тайги Северо-Западного Предуралья. В ее работе приводится список из 99 видов эпифитных лишайников [19].

Таким образом, территория Гайнского муниципального округа (МО) относится к слабо изученным в лишенологическом отношении территориям.

Мы поставили целью нашей работы изучение видового состава лишайников в окрестностях п. Верхняя Старица Гайнского МО.

Задачи исследования:

1. Провести сбор образцов лишайников в районе исследований.
2. Идентифицировать все собранные образцы, инсерировать в гербарий, внести информацию в базу данных «Лишайники Урала».
3. Составить конспект флоры лишайников.
4. Провести таксономический, экологический и биоморфологический анализ лишенофлоры.

Сбор образцов лишайников производился в 2020–2023 гг. в окрестностях Верхней Старицы. Лишайники собраны со всех представленных субстратов: почвы, покровных тканей древесных растений, растительных остатков разной степени разложения, шифера, кирпича, бетона, обработанной древесины. Всего было собрано 232 полевых образца.

Камеральная обработка образцов проводилась в лаборатории биоразнообразия и экологии растений и лишенизированных грибов ПГГПУ.

Определение собранных образцов производилось по общепринятой методике [10, 17] с применением микроскопов «МСП-1» и «МИКМЕД-6».

Для идентификации видового состава использовались все доступные определители [1–4; 7; 11; 22; 23].



Информация о собранных образцах лишайников внесена в базу данных «Лишайники Урала». Все идентифицированные образцы хранятся в гербарии кафедры биологии и географии ПГГПУ (РПУ).

Всего было выявлено 137 видов лишайников, относящихся к 51 роду.

Все таксоны относятся к отделу Ascomycota, четырем классам (Lecanoromycetes, Arthoniomycetes, Candelariomycetes и Eurotiomycetes), 12 порядкам, 21 семейству. Лидируют по количеству видов семейства: Parmeliaceae (35 видов), Cladoniaceae (27 видов), Lecanogaceae (14 видов). Один из обнаруженных видов, *Bryoria fremontii* (Tuck.) Brodo et D. Hawksw., внесен в Красную книгу Пермского края [8], где имеет III категорию редкости.

Эколого-субстратный анализ показал, что преобладают эпифитные лишайники – 78 вида, что составляет 56,9 %. На втором месте эпигейды – 23 видов (16,8 %), на третьем месте эпиксилы – 22 вида (16,1 %). Эпилиты составляют всего 10,2 % (14 видов).

Набор жизненных форм лишайников включает три группы: накипные, кустистые и листоватые. Преобладают накипные лишайники – 52 видов (37,9 %), затем кустистые – 48 видов (35 %) и листоватые – 37 видов (27%).

Ниже приводится алфавитный аннотированный список выявленных видов. Номенклатура таксонов приводится в соответствии с базой данных Index Fungorum [21]. Для видов, обнаруженных в 1–3 образцах, приводятся цитаты этикеток. Для видов, встречающихся в 4 и более образцах, – обобщенные данные о их эколого-фитоценотической и субстратной приуроченности.

Аннотированный список лишайников

- 1. *Amandinea punctata* (Hoffm.) Coppins & Scheid.** Часто, в различных фитоценозах, в районе жилой застройки, на коре осины, обработанной древесине.
- 2. *Arthonia punctiformis* Ach.**
Смешанный лес в 0,32 км к югу от п. Верхняя Старица. Смешанный лес. На ветках. 60.2259° с.ш., 54.6724° в.д.
- 3. *Arthonia radiata* (Pers.) Ach.**
 - а. П. Верхняя Старица. Смешанный лес. На коре осины. с.ш. 60.24380°, в.д. 54.70360°;
 - б. П. Верхняя Старица. Смешанный лес. На коре осины. с.ш. 60.24350°, в.д. 54.70490°.
- 4. *Athallia cerinelloides* (Erichsen) Arup, Frödén & Søchting.**
 - а. П. Верхняя Старица, ул. Карла Маркса, территория детского сада. Район жилой застройки. На коре и гнилушке. 60.23200° с.ш., 54.66960° в.д.
 - б. П. Верхняя Старица, ул. Карла Маркса, возле дома 43. Район жилой застройки. На древесине. 60.23270° с.ш., 54.66260° в.д.

5. ***Athallia holocarpa* (Hoffm.) Arup, Frödén & Søchting.**
 - a. П. Верхняя Старица. Район жилой застройки. На бетоне. 60.23140° с.ш., 54.67630° в.д.
 - b. П. Верхняя Старица. Район жилой застройки. На бетоне. 60.23130° с.ш., 54.67620° в.д.
6. ***Athallia pyracea* (Ach.) Arup, Frödén & Søchting.**

П. Верхняя Старица, ул. Матросова. Район жилой застройки. На коре. 60.23290° с.ш., 54.67460° в.д.
7. ***Biatora epixanthoides* (Nyl.) Diederich.**

Окраина п. Верхняя Старица. Сфагновое болото. На ветках сосны. 60.2357° с.ш., 54.6489° в.д.
8. ***Blastenia crenularia* (With.) Arup, Søchting & Frödén.**

П. Верхняя Старица. Район жилой застройки. На бетоне. 60.22930° с.ш., 54.67440° в.д.
9. ***Bryoria capillaris* (Ach.) Brodo & D. Hawksw.**

Часто, в лесах различных типов, на стволах и ветвях хвойных.
10. ***Bryoria fremontii* (Tuck.) Brodo & D. Hawksw.**

Смешанный лес в 0,34 км к югу от п. Верхняя Старица. Смешанный лес. На ветках. 60.22590° с.ш., 54.67220° в.д.
11. ***Bryoria furcellata* (Fr.) Brodo & D. Hawksw.**

Часто, в лесах различных типов, в районе жилой застройки, на стволах и ветвях сосны, на обнаженной и обработанной древесине.
12. ***Bryoria fuscescens* (Gyeln.) Brodo & D. Hawksw.**
 - a. П. Верхняя Старица. Смешанный лес. На ветках ели. 60.24380° с.ш., 54.70500° в.д.;
 - b. Окраина п. Верхняя Старица. Сфагновое болото. На ветках. 60.23580° с.ш., 54.64930° в.д.;
 - c. Окраина п. Верхняя Старица. Сфагновое болото. На ветках. 60.23590° с.ш., 54.64890° в.д.
13. ***Bryoria implexa* (Hoffm.) Brodo & D. Hawksw.**

Часто, в лесах различных типов, в районе жилой застройки, на стволах и ветвях хвойных и березы, на обнаженной древесине.
14. ***Bryoria nadvornikiana* (Gyeln.) Brodo & D. Hawksw.**

Часто, в лесах различных типов, в районе жилой застройки, на стволах и ветвях хвойных и березы, на обнаженной древесине.
15. ***Bryoria nitidula* (Th. Fr.) Brodo & D. Hawksw.**

П. Верхняя Старица, ул. Матросова. Район жилой застройки. На древесине. 60.23280° с.ш., 54.67560° в.д.
16. ***Bryoria simplicior* (Vain.) Brodo & D. Hawksw.**

Часто, в лесах различных типов, в районе жилой застройки, на стволах и ветвях хвойных и березы, на обнаженной древесине.
17. ***Bryoria trichodes* (Michx.) Brodo & D. Hawksw.**
 - a. П. Верхняя Старица, возле свалки. Район жилой застройки. На коре. 60.23510° с.ш., 54.65290° в.д.;



- б. П. Верхняя Старица, ул. Матросова. Район жилой застройки. На коре. 60.23290° с.ш., 54.67460° в.д.
- 18. *Buellia disciformis* (Fr.) Mudd**
Смешанный лес в 0,32 км к югу от п. Верхняя Старица. Смешанный лес. На ветках. 60.2259° с.ш., 54.6724° в.д.
- 19. *Buellia griseovirens* (Turner & Borrer ex Sm.) Almb.**
а. Окраина п. Верхняя Старица. Смешанный лес. На ветках. 60.23510° с.ш., 54.64820° в.д.;
б. Окраина п. Верхняя Старица. Смешанный лес. На ветках сосны. 60.23510° с.ш., 54.64890° в.д.
- 20. *Buellia schaeereri* De Not.**
Смешанный лес в 0,64 км к югу от п. Верхняя Старица. Смешанный лес. На коре березы. 60.2241° с.ш., 54.6720° в.д.
- 21. *Calicium trabinellum* (Ach.) Ach.**
Окраина п. Верхняя Старица. Сфагновое болото. На гнилушке. 60.2359° с.ш., 54.6494° в.д.
- 22. *Caloplaca cerina* (Ehrh. ex Hedw.) Th. Fr.**
а. П. Верхняя Старица. Смешанный лес. На коре сосны. 60.24360° с.ш., 54.70500° в.д.;
б. П. Верхняя Старица, ул. Карла Маркса, возле дома 43. Район жилой застройки. На древесине. 60.23280° с.ш., 54.66270° в.д.;
с. П. Верхняя Старица. Смешанный лес. На коре осины. 60.24350° с.ш., 54.70490° в.д.
- 23. *Caloplaca lactea* (A. Massal.) Zahlbr.**
П. Верхняя Старица. Район жилой застройки. На бетоне. 60.22920° с.ш., 54.67430° в.д.
- 24. *Candelariella aurella* (Hoffm.) Zahlbr.**
П. Верхняя Старица. ул. Карла Маркса, возле дома 43. Район жилой застройки. На бетоне. На древесине.
- 25. *Candelariella vitellina* (Hoffm.) Müll. Arg.**
П. Верхняя Старица, ул. Карла Маркса, возле дома 43. Район жилой застройки. На древесине. 60.2327° с.ш., 54.6626° в.д.
- 26. *Candelariella xanthostigma* (Ach.) Lettau**
а. П. Верхняя Старица, ул. Карла Маркса, возле дома 43. Район жилой застройки. На древесине. 60.23280° с.ш., 54.66270° в.д.;
б. П. Верхняя Старица, ул. Карла Маркса, возле дома 43. Район жилой застройки. На древесине. 60.23280° с.ш., 54.66270° в.д.
- 27. *Cetraria islandica* (L.) Ach.**
а. Долина р. Исток в 3,5 км к западу от п. Верхняя Старица. Сосняк лишайниковый. На почве. 60.23091° с.ш., 54.60758° в.д.;
б. Долина р. Исток в 3,5 км к западу от п. Верхняя Старица. Сосняк лишайниковый. На почве. 60.23091° с.ш., 54.60758° в.д.;
с. Долина р. Исток в 3,5 км к западу от п. Верхняя Старица. Сосняк лишайниковый. На почве. 60.23076° с.ш., 54.60711° в.д.
- 28. *Cetraria sepincola* (Ehrh.) Ach.**
П. Верхняя Старица. Смешанный лес. На коре осины. 60.24350° с.ш., 54.70510° в.д.

29. *Cladonia acuminata* (Ach.) Norrl.

- а. П. Верхняя Старица, ул. Матросова. Район жилой застройки. На древесине. 60.23270° с.ш., 54.67570° в.д.;
б. Окраина п. Верхняя Старица. Сфагновое болото. На гнилушке. 60.23580° с.ш., 54.64930° в.д.

30. *Cladonia amaurocraea* (Flörke) Schaer.

Долина р. Исток в 2,7 км к западу от п. Верхняя Старица. Смешанный лес. На почве. 60.23100° с.ш., 54.60930° в.д.

31. *Cladonia arbuscula* (Wallr.) Flot.

- а. Долина р. Исток в 3,5 км к западу от п. Верхняя Старица. Сосняк лишайниковый. На почве. 60.23076° с.ш., 54.60711° в.д.;
б. Долина р. Исток в 3,5 км к западу от п. Верхняя Старица. Сосняк лишайниковый. На почве. 60.23076° с.ш., 54.60711° в.д.;
с. Долина р. Исток в 2,7 км к западу от п. Верхняя Старица. Смешанный лес. На почве. 60.23100° с.ш., 54.60930° в.д.

32. *Cladonia bacilliformis* (Nyl.) Sarnth.

Окраина п. Верхняя Старица. Сфагновое болото. На коре осины. 60.23580° с.ш., 54.64910° в.д.

33. *Cladonia bellidiflora* (Ach.) Schaer.

Смешанный лес в 0,32 км к югу от п. Верхняя Старица. Смешанный лес. На почве. 60.2261° с.ш., 54.6723° в.д.

34. *Cladonia botrytes* (K. G. Hagen) Willd.

П. Верхняя Старица, возле свалки. Район жилой застройки. На коре. 60.23510° с.ш., 54.65290° в.д.

35. *Cladonia cariosa* (Ach.) Spreng.

П. Верхняя Старица, ул. Карла Маркса, возле дома 43. Район жилой застройки. На древесине. 60.23270° с.ш., 54.66260° в.д.

36. *Cladonia cenotea* (Ach.) Schaer.

Долина р. Исток в 0,66 км к юго-западу от п. Верхняя Старица. Смешанный сосново-еловый лес. На гнилушке. 60.23120° с.ш., 54.64570° в.д.

37. *Cladonia cervicornis* (Ach.) Flot.

П. Верхняя Старица. Район жилой застройки. На замшелой почве. 60.23110° с.ш., 54.67610° в.д.

38. *Cladonia chlorophaea* (Flörke ex Sommerf.) Spreng.

- а. Долина р. Исток в 0,66 км к юго-западу от п. Верхняя Старица. Смешанный сосново-еловый лес. На гнилушке. 60.23120° с.ш., 54.64570° в.д.;
б. П. Верхняя Старица. Район жилой застройки. На почве. 60.23130° с.ш., 54.67620° в.д.;
с. Долина р. Исток в 0,66 км к юго-западу от п. Верхняя Старица. Смешанный сосново-еловый лес. На гнилушке. 60.23120° с.ш., 54.64570° в.д.

39. *Cladonia coccifera* (L.) Willd. s. lat.

- а. Долина р. Исток в 2,7 км к западу от п. Верхняя Старица. Смешанный лес. На почве. 60.23100° с.ш., 54.60930° в.д.;
б. П. Верхняя Старица, возле свалки. Район жилой застройки. На коре. 60.23510° с.ш., 54.65050° в.д.

40. *Cladonia coniocraea* (Flörke) Spreng.

П. Верхняя Старица, ул. Матросова. Район жилой застройки. На древесине. 60.2328° с.ш., 54.6750° в.д.

41. *Cladonia cornuta* (L.) Baumg.

а. П. Верхняя Старица. Район жилой застройки. На замшелой почве. 60.23110° с.ш., 54.67610° в.д.;

б. П. Верхняя Старица. Район жилой застройки. На почве. 60.23130° с.ш., 54.67620° в.д.;

с. П. Верхняя Старица, ул. Карла Маркса, территория детского сада. Район жилой застройки. На коре и гнилушке. 60.23200° с.ш., 54.66960° в.д.

42. *Cladonia crispata* (Ach.) Flot.

а. Долина р. Исток в 1 км к западу от п. Верхняя Старица. Сосняк лишайниковый. На почве. 60.23350° с.ш., 54.63970° в.д.;

б. Долина р. Исток в 2,7 км к западу от п. Верхняя Старица. Смешанный лес. На почве. 60.23100° с.ш., 54.60930° в.д.

43. *Cladonia deformis* (L.) Hoffm.

а. Долина р. Исток в 1 км к западу от п. Верхняя Старица. Сосняк лишайниковый. На почве. 60.23350° с.ш., 54.63970° в.д.;

б. П. Верхняя Старица. Район жилой застройки. На почве. 60.23130° с.ш., 54.67620° в.д.

44. *Cladonia digitata* (L.) Hoffm.

Часто, в лесах различных типов, в районе жилой застройки, на основаниях стволов деревьев, на гнилой древесине.

45. *Cladonia fimbriata* (L.) Fr.

П. Верхняя Старица, ул. Карла Маркса, возле дома 43. Район жилой застройки. На древесине. 60.23270° с.ш., 54.66260° в.д.

46. *Cladonia gracilis* (L.) Willd.

а. Долина р. Исток в 0,66 км к юго-западу от п. Верхняя Старица. Смешанный сосново-еловый лес. На гнилушке. 60.23120° с.ш., 54.64570° в.д.;

б. Долина р. Исток в 2,7 км к западу от п. Верхняя Старица. Смешанный лес. На почве. 60.23100° с.ш., 54.60930° в.д.;

с. Долина р. Исток в 0,66 км к юго-западу от п. Верхняя Старица. Смешанный сосново-еловый лес. На гнилушке. 60.23120° с.ш., 54.64570° в.д.

47. *Cladonia macilenta* Hoffm.

а. Долина р. Исток в 3,5 км к западу от п. Верхняя Старица. Сосняк лишайниковый. На коре сосны. 60.23091° с.ш., 54.60758° в.д.

б. П. Верхняя Старица, ул. Карла Маркса, территория детского сада. Район жилой застройки. На коре и гнилушке. 60.23200° с.ш., 54.66960° в.д.

48. *Cladonia ochrochlora* Flörke

Долина р. Исток в 0,69 км к юго-западу от п. Верхняя Старица. Смешанный сосново-еловый лес. На коре. 60.23130° с.ш., 54.64570° в.д.

49. *Cladonia pleurota* (Flörke) Schaer.

П. Верхняя Старица. Район жилой застройки. На замшелой почве.
60.23110° с.ш., 54.67610° в.д.

50. *Cladonia pyxidata* (L.) Hoffm.

Часто, в лесах различных типов, в районе жилой застройки, на гнилой древесине, замшелой почве, замшелом бетоне.

51. *Cladonia ramulosa* (With.) J.R. Laundon

Долина р. Исток в 1 км к западу от п. Верхняя Старица. Сосняк лишайниковый. На почве. 60.23350° с.ш., 54.63920° в.д.

52. *Cladonia rangiferina* (L.) Weber.

Окрестности п. Верхняя Старица. Сосняк лишайниковый. Смешанный сосново-еловый лес. На почве. На гнилушке.

53. *Cladonia stellaris* (Opiz) Pouzar & Vězda

а. Долина р. Исток в 3,5 км к западу от п. Верхняя Старица. Сосняк лишайниковый. На почве. 60.23091° с.ш., 54.60758° в.д.

б. П. Верхняя Старица, возле свалки. Район жилой застройки. На коре.
60.23510° с.ш., 54.65290° в.д.

54. *Cladonia sulphurina* (Michx.) Fr.

а. Долина р. Исток в 2,7 км к западу от п. Верхняя Старица. Смешанный лес. На почве. 60.23100° с.ш., 54.60930° в.д.

б. П. Верхняя Старица, возле свалки. Район жилой застройки. На коре.
60.23510° с.ш., 54.65050° в.д.

55. *Cladonia uncialis* (L.) F.H. Wigg.

П. Верхняя Старица, ул. Матросова. Район жилой застройки. На древесине. 60.23280° с.ш., 54.67500° в.д.

56. *Evernia divaricata* (L.) Ach.

П. Верхняя Старица, ул. Боровая. Район жилой застройки. На коре.
60.22840° с.ш., 54.65370° в.д.

57. *Evernia mesomorpha* Nyl.

Часто, в лесах различных типов, в районе жилой застройки, на стволах и ветвях хвойных, березы, осины, на обнаженной и обработанной древесине.

58. *Fuscidea arboricola* Coppins & Tønsberg

Смешанный лес в 0,33 км югу от п. Верхняя Старица. Смешанный лес. На ветках. 60.2261° с.ш., 54.6716° в.д.

59. *Hertelidea botryosa* (Fr.) Printzen & Kantvilas

а. П. Верхняя Старица. Смешанный лес. На коре осины. 60.24350° с.ш., 54.70510° в.д.

б. Долина р. Исток в 0,66 км к юго-западу от п. Верхняя Старица. Смешанный сосново-еловый лес. На гнилушке. 60.23120° с.ш., 54.64570° в.д.

60. *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl.

Часто, в лесах различных типов, в районе жилой застройки, на стволах и ветвях хвойных, березы, осины, на обнаженной и обработанной древесине.

61. *Hypogymnia tubulosa* (Schaer.) Nav.

а. П. Верхняя Старица, возле свалки. Район жилой застройки. На коре. 60.23510° с.ш., 54.65290° в.д.

б. П. Верхняя Старица, ул. Матросова. Район жилой застройки. На коре. 60.23290° с.ш., 54.67460° в.д.

с. П. Верхняя Старица, ул. Матросова. Район жилой застройки. На древесине. 60.23280° с.ш., 54.67560° в.д.

62. *Hypogymnia vittata* (Ach.) Parrique

а. Долина р. Исток в 3,5 км к западу от п. Верхняя Старица. Сосняк лишайниковый. На коре сосны. 60.23076° с.ш., 54.60711° в.д.

б. П. Верхняя Старица, ул. Боровая. Район жилой застройки. На коре. 60.22840° с.ш., 54.65370° в.д.

63. *Imshaugia aleurites* (Ach.) S.L.F. Mey.

Часто, в лесах различных типов, в районе жилой застройки, на стволах и ветвях хвойных, березы, осины, на обнаженной и обработанной древесине, на бетоне.

64. *Japewia tornoënsis* (Nyl.) Tønsberg

Смешанный лес в 0,5 км к югу от п. Верхняя Старица. Смешанный лес. На ветках. 60.22460° с.ш., 54.67110° в.д.

65. *Kuettlingeria erythrocarpa* (Pers.) I.V. Frolov, Vondrák & Arup

П. Верхняя Старица. Район жилой. На бетоне. 60.23120° с.ш., 54.67610° в.д.

66. *Lecanora chlarotera* Nyl.

П. Верхняя Старица. Смешанный лес. На коре осины. 60.24350° с.ш., 54.70490° в.д.

67. *Lecanora circumborealis* Brodo & Vitik.

П. Верхняя Старица, ул. Матросова. Район жилой застройки. На коре. 60.23290° с.ш., 54.67460° в.д.

68. *Lecanora fuscescens* (Sommerf.) Nyl.

Смешанный лес в 0,5 км к югу от п. Верхняя Старица. Смешанный лес. На коре осины. 60.2246° с.ш., 54.6709° в.д.

69. *Lecanora impudens* Degel.

П. Верхняя Старица. Сосняк с березой и елью. На березе, ветки ели. 60.22885° с.ш., 54.65358° в.д.

70. *Lecanora pulicaris* (Pers.) Ach.

П. Верхняя Старица. Смешанный лес. На коре осины. На коре сосны.

71. *Lecanora saligna* (Schr.) Zahlbr.

П. Верхняя Старица, ул. Карла Маркса, возле дома 43. Район жилой застройки. На древесине. 60.23270° с.ш., 54.66260° в.д.

72. *Lecanora septentrionalis* H. Magn.

П. Верхняя Старица, ул. Карла Маркса, территория детского сада. Район жилой застройки. На коре и гнилушке. 60.23200° с.ш., 54.66960° в.д.

73. *Lecanora symmicta* (Ach.) Ach. s. lat.

а. Долина р. Исток в 0,71 км к юго-западу от п. Верхняя Старица. Смешанный сосново-еловый лес. На коре. 60.23190° с.ш., 54.64470° в.д.

б. П. Верхняя Старица. Смешанный лес. На коре осины. 60.24380° с.ш., 54.70360° в.д.

74. *Lecidea helvola* (Körb. ex Hellb.) Th. Fr.

П. Верхняя Старица, ул. Карла Маркса, возле дома 43. Район жилой застройки. На древесине. 60.23260° с.ш., 54.66270° в.д.

75. *Lecidea hypopta* Ach.

Смешанный лес в 0,41 км к югу от п. Верхняя Старица. Смешанный лес. На ветках. 60.22530° с.ш., 54.67200° в.д.

76. *Lecidea plebeja* Nyl.

П. Верхняя Старица. Смешанный лес. На коре сосны. 60.24370° с.ш., 54.70460° в.д.

77. *Lecidella carpathica* Körb.

П. Верхняя Старица. Район жилой застройки. На бетоне. 60.22920° с.ш., 54.67410° в.д.

78. *Lecidella euphorea* (Flörke) Kremp.

П. Верхняя Старица. Смешанный лес. На коре осины. 60.2434° с.ш., 54.7049° в.д.

79. *Lepraria incana* (L.) Ach.

Долина р. Исток в 3,5 км к западу от п. Верхняя Старица. Сосняк лишайниковый. На коре сосны. 60.23076° с.ш., 54.60711° в.д.

80. *Lepraria jackii* Tønsberg

Смешанный лес в 0,59 км к югу от п. Верхняя Старица. Смешанный лес. На коре. 60.2238° с.ш., 54.6707° в. д.

81. *Leptogium cyanescens* (Ach.) Körb.

Смешанный лес в 0,32 км к югу от п. Верхняя Старица. Смешанный лес. На почве. 60.2261° с.ш., 54.6723° в.д.

82. *Melanelixia fuliginosa* (Fr. ex Duby) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch

П. Верхняя Старица, ул. Карла Маркса, возле территории Верхнестарицкой ООШ. Район жилой застройки. На коре. 60.23270° с.ш., 54.67260° в.д.

83. *Melanohalea exasperata* (De Not.) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch

Окрестности п. Верхняя Старица. Смешанный лес. Район жилой застройки. На ветке ели. На коре.

84. *Melanohalea exasperatula* (Nyl.) O. Blanco & al.

Часто, в лесах различных типов, в районе жилой застройки, на стволах и ветвях осины, жимолости, сирени, на древесине.

85. *Melanohalea olivacea* (L.) O. Blanco & al.

а. П. Верхняя Старица, Сосняк с березой и елью. На коре сосны, ветки ели. 60.23115° с.ш., 54.65407° в.д.;

б. П. Верхняя Старица, возле Пожарной части. Район жилой застройки. На коре березы. 60.23400° с.ш., 54.66270° в.д.

- 86. *Melanohalea septentrionalis* (Lyngé) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch**
а. Долина р. Кама в 0,59 км к юго-западу от п. Верхняя Старица. Смешанный лес. На коре. 60.22370° с.ш., 54.65000° в.д.
б. Долина р. Кама в 0,59 км к юго-западу от п. Верхняя Старица. Смешанный лес. На коре. 60.22370° с.ш., 54.65000° в.д.
- 87. *Micarea prasina* Fr.**
а. Смешанный лес в 0,35 км к югу от п. Верхняя Старица. Смешанный лес. На ветках. 60.22590° с.ш., 54.67170° в.д.
б. Смешанный лес в 0,36 км к югу от п. Верхняя Старица. Смешанный лес. На ветках. 60.22580° с.ш., 54.67160° в.д.
- 88. *Mycoblastus sanguinarius* (L.) Norman**
П. Верхняя Старица, возле Пожарной части. Район жилой застройки. На коре березы. 60.23400° с.ш., 54.66280° в.д.
- 89. *Nephroma parile* (Ach.) Ach.**
Смешанный лес в 0,58 км к югу от п. Верхняя Старица. Смешанный лес. На ветках. 60.2238° с.ш., 54.6718° в.д.
- 90. *Nephromopsis chlorophylla* (Willd.) Divakar, A. Crespo & Lumbsch**
а. Долина р. Исток в 1,44 км к западу от п. Верхняя Старица. Смешанный лес. На ветке ели. 60.23390° с.ш., 54.62990° в.д.
б. П. Верхняя Старица, возле Пожарной части. Район жилой застройки. На коре березы. 60.23400° с.ш., 54.66280° в.д.
- 91. *Parmelia sulcata* Taylor**
Часто, в лесах различных типов, в районе жилой застройки, на стволах и ветвях хвойных, березы, осины, на обнаженной и обработанной древесине.
- 92. *Parmeliopsis ambigua* (Hoffm.) Nyl.**
Часто, в лесах различных типов, в районе жилой застройки, на стволах и ветвях хвойных, березы, осины на обнаженной и обработанной древесине.
- 93. *Parmeliopsis hyperopta* (Ach.) Vain.**
Часто, в лесах различных типов, в районе жилой застройки, на стволах и ветвях хвойных, березы, осины, на обнаженной и обработанной древесине.
- 94. *Peltigera aphthosa* (L.) Willd.**
Окрестности п. Верхняя Старица. Сосняк лишайниковый. Смешанный сосново-еловый лес. На почве. 60.2340° с.ш., 54.6353° в.д.
- 95. *Peltigera canina* (L.) Willd.**
Часто, в лесах различных типов, в районе жилой застройки, на почве, замшелом бетоне, замшелой древесине.
- 96. *Peltigera elisabethae* Gyeln.**
Смешанный лес в 0,32 км к югу от п. Верхняя Старица. На гнилушке. 60.2259° с.ш., 54.6724° в.д.

97. *Peltigera extenuata* (Nyl. ex Vain.) Lojka

Смешанный лес в 0,32 км к югу от п. Верхняя Старица. На гнилушке.
60.22590° с.ш., 54.67240° в.д.

98. *Peltigera lepidophora* (Vain.) Bitter

а. П. Верхняя Старица. Район жилой застройки. На почве. 60.23130° с.ш.,
54.67620° в.д.

б. П. Верхняя Старица. Район жилой застройки. На бетоне. 60.23120°
с.ш., 54.67610° в.д.

99. *Peltigera leucophlebia* (Nyl.) Gyeln.

Долина р. Исток в 1 км к западу от п. Верхняя Старица. Смешанный лес.
На почве. 60.23400° с.ш., 54.63680° в.д.

100. *Peltigera neckeri* Hepp ex Müll. Arg.

Смешанный лес в 0,39 км к югу от п. Верхняя Старица. Смешанный лес.
На почве. 60.2255° с.ш., 54.6720° в.д.

101. *Peltigera polydactylon* (Neck.) Hoffm.

а. Долина р. Исток в 0,74 км к юго-западу от п. Верхняя Старица.
Смешанный сосново-еловый лес. На почве. 60.23190° с.ш., 54.64430° в.д.

б. Долина р. Исток в 0,74 км к юго-западу от п. Верхняя Старица.
Смешанный сосново-еловый лес. На почве. 60.23190° с.ш., 54.64430° в.д.

102. *Peltigera praetextata* (Flörke ex Sommerf.) Zopf

П. Верхняя Старица. Смешанный лес. На коре сосны. 60.24390° с.ш.,
54.70400° в.д.

103. *Peltigera rufescens* (Weiss) Humb.

П. Верхняя Старица, ул. Карла Маркса, возле дома 43. Район жилой
застройки. На почве. 60.23260° с.ш., 54.66280° в.д.

104. *Peltigera venosa* (L.) Hoffm.

Долина р. Исток в 0,71 км к юго-западу от п. Верхняя Старица.
Смешанный сосново-еловый лес. На почве. 60.23150° с.ш., 54.64500° в.д.

105. *Phaeophyscia kairamoi* (Vain.) Moberg

П. Верхняя Старица, ул. Карла Маркса, возле дома 43. Район жилой
застройки. На древесине. 60.23270° с.ш., 54.66260° в.д.

106. *Phaeophyscia nigricans* (Flörke) Moberg

а. П. Верхняя Старица, ул. Карла Маркса, возле дома 43. Район жилой
застройки. На жимолости. 60.23299° с.ш., 54.66280° в.д.

б. П. Верхняя Старица. Район жилой застройки. На бетоне. 60.22920°
с.ш., 54.67430° в.д.

с. П. Верхняя Старица, ул. Матросова. Район жилой застройки. На коре.
60.23290° с.ш., 54.67460° в.д.

107. *Phaeophyscia orbicularis* (Neck.) Moberg

а. П. Верхняя Старица, пер. Больничный. Район жилой застройки. На
березе. 60.23484° с.ш., 54.65846° в.д.

б. П. Верхняя Старица, ул. Карла Маркса, возле дома 43. Район жилой
застройки. На сирени, жимолости. 60.23296° с.ш., 54.66281° в.д.



- 108. *Phyrcia adscendens* H. Olivier**
П. Верхняя Старица, ул. Карла Маркса, возле дома 43. Район жилой застройки. На древесине. 60.23270° с.ш., 54.66260° в.д.
- 109. *Phyrcia aipolia* (Ehrh. ex Humb.) Fürnr.**
Часто, в лесах различных типов, в районе жилой застройки, на березе, осине, сирени, жимолости, обработанной древесине.
- 110. *Phyrcia caesia* (Hoffm.) Fürnr.**
а. П. Верхняя Старица. Район жилой застройки. На бетоне. 60.22920° с.ш., 54.67430° в.д.
б. П. Верхняя Старица. Район жилой застройки. На бетоне. 60.23140° с.ш., 54.67630° в.д.
с. П. Верхняя Старица, ул. Матросова. Район жилой застройки. На коре осины. 60.23290° с.ш., 54.67460° в.д.
- 111. *Phyrcia dubia* (Hoffm.) Lettau**
Часто, в лесах различных типов, в районе жилой застройки, на коре рябины, древесине, бетоне.
- 112. *Phyrcia stellaris* (L.) Nyl.**
Часто, в лесах различных типов, в районе жилой застройки, на сирени, жимолости, черемухе, березе, ели, сосне, обработанной древесине.
- 113. *Placynthiella uliginosa* (Schrad.) Coppins & P. James**
а. П. Верхняя Старица, ул. Карла Маркса, территория детского сада. Район жилой застройки. На коре и гнилушке. 60.23200° с.ш., 54.66960° в.д.
б. П. Верхняя Старица, ул. Карла Маркса, возле дома 43. Район жилой застройки. На древесине. 60.23270° с.ш., 54.66260° в.д.
- 114. *Platismatia glauca* (L.) W. L. Culb. & C. F. Culb.**
П. Верхняя Старица, возле Пожарной части. Район жилой застройки. На коре березы. 60.23400° с.ш., 54.66280° в.д.
- 115. *Polyozosia dispersa* (Pers.) S.Y. Kondr., Lőkös & Farkas**
а. П. Верхняя Старица. Район жилой застройки. На бетоне. 60.22920° с.ш., 54.67430° в.д.
б. П. Верхняя Старица. Район жилой застройки. На бетоне. 60.23110° с.ш., 54.67600° в.д.
с. П. Верхняя Старица. Район жилой застройки. На бетоне. 60.23120° с.ш., 54.67610° в.д.
- 116. *Polyozosia hagenii* (Ach.) S.Y. Kondr., Lőkös & Farkas**
П. Верхняя Старица, ул. Карла Маркса, возле дома 43. Район жилой застройки. На древесине. 60.23280° с.ш., 54.66270° в.д.
- 117. *Polyozosia semipallida* (H. Magn.) S.Y. Kondr., Lőkös & Farkas**
П. Верхняя Старица. Район жилой застройки. На бетоне. 60.22900° с.ш., 54.67390° в.д.
- 118. *Protopannaria pezizoides* (Weber) P.M. Jørg. & S. Ekman**
Смешанный лес в 0,58 км к югу от п. Верхняя Старица. Смешанный лес. На гнилушке. 60.2238° с.ш., 54.6718 в.д.

- 119. *Psilolechia lucida* (Ach.) M. Choisy**
П. Верхняя Старица, ул. Карла Маркса, возле дома 43. Район жилой застройки. На древесине. 60.23270° с.ш., 54.66260° в.д.
- 120. *Ramalina dilacerata* (Hoffm.) Hoffm.]**
а. П. Верхняя Старица. Смешанный лес. На ветках ели. 60.24380° с.ш., 54.70500° в.д.
б. Смешанный лес в 0,34 км к югу от п. Верхняя Старица. Смешанный лес. На ветках. 60.22590° с.ш. 54.67220° в.д.
с. Смешанный лес в 0,41 км к югу от п. Верхняя Старица. Смешанный лес. На ветках. 60.22530° с.ш., 54.67200° в.д.
- 121. *Ramalina fastigiata* (Pers.) Ach.**
Долина р. Исток в 1,44 км к западу от п. Верхняя Старица. Смешанный лес. На ветке ели. 60.23390° с.ш., 54.62990° в.д.
- 122. *Rinodina exigua* (Ach.) Gray**
Смешанный лес в 0,32 км к югу от п. Верхняя Старица. Смешанный лес. На ветках. 60.2259° с.ш., 54.6724° в.д.
- 123. *Rinodina septentrionalis* Malme**
а. Долина р. Исток в 0,71 км к юго-западу от п. Верхняя Старица. Смешанный сосново-еловый лес. На коре. 60.23190° с.ш., 54.64470° в.д.
б. П. Верхняя Старица, возле свалки. Район жилой застройки. На коре. 60.23510° с.ш., 54.65290° в.д.
с. П. Верхняя Старица, ул. Карла Маркса, возле дома 43. Район жилой застройки. На древесине. 60.23280° с.ш., 54.66270° в.д.
- 124. *Sarcogyne regularis* Körb.**
П. Верхняя Старица. Район жилой застройки. На бетоне. 60.23120° с.ш., 54.67610° в.д.
- 125. *Scoliciosporum chlorococcum* (Graewe ex Stenh.) Vězda**
П. Верхняя Старица, ул. Карла Маркса, возле дома 43. Район жилой застройки. На жимолости. 60.23299° с.ш., 54.66280° в.д.
- 126. *Scutula igniarum* (Nyl.) S. Ekman**
а. П. Верхняя Старица. Смешанный лес. На коре сосны. 60.24360° с.ш., 54.70500° в.д.
б. П. Верхняя Старица. Смешанный лес. На коре осины. 60.24350° с.ш., 54.70490° в.д.
- 127. *Trapeliopsis granulosa* (Hoffm.) Lumbsch**
П. Верхняя Старица. Район жилой застройки. На древесине. 60.23230° с.ш., 54.67660° в.д.
- 128. *Tuckermannopsis ciliaris* (Ach.) Gyeln.**
Окраина п. Верхняя Старица. Сфагновое болото. На ветках. 60.23590° с.ш., 54.64890° в.д.
- 129. *Usnea filipendula* Stirt.**
а. Долина р. Исток в 3,5 км к западу от п. Верхняя Старица. Сосняк лишайниковый. На коре сосны. 60.23091° с.ш., 54.60758° в.д.
б. П. Верхняя Старица, ул. Карла Маркса, территория детского сада. Район жилой застройки. На коре и гнилушке. 60.23200° с.ш., 54.66960° в.д.
с. П. Верхняя Старица, ул. Матросова. Район жилой застройки. На коре. 60.23290° с.ш., 54.67460° в.д.



- 130. *Usnea fulvoreagens* (Räsänen) Räsänen**
а. Смешанный лес в 0,39 км к югу от п. Верхняя Старица. Смешанный лес. На ветках. 60.22560° с.ш., 54.67140° в.д.
б. Смешанный лес в 0,36 км к югу от п. Верхняя Старица. Смешанный лес. На ветках. 60.22580° с.ш., 54.67210° в.д.
с. Сосновый лес в 0,25 км юго-западу от п. Верхняя Старица. Сосняк лишайниковый. На коре и ветках сосны. 60.2335° с.ш., 54.6500° в.д.
- 131. *Usnea glabrescens* (Nyl. ex Vain.) Vain.**
Смешанный лес в 0,52 км к югу от п. Верхняя Старица. Смешанный лес. На коре. 60.22430° с.ш., 54.67190° в.д.
- 132. *Usnea hirta* (L.) F. H. Wigg.**
П. Верхняя Старица, ул. Боровая. Район жилой застройки. На коре. 60.22840° с.ш., 54.65370° в.д.
- 133. *Usnea lapponica* Vain.**
Долина р. Исток в 3,5 км к западу от п. Верхняя Старица. Сосняк лишайниковый. На коре сосны. 60.23091° с.ш., 54.60758° в.д.
- 134. *Usnea subfloridana* Stirt.**
Часто, в лесах различных типов, в районе жилой застройки, на хвойных и древесине.
- 135. *Verrucaria nigrescens* Pers.**
а. П. Верхняя Старица. Район жилой застройки. На бетоне. 60.23120° с.ш., 54.67610° в.д.
б. П. Верхняя Старица. Район жилой застройки. На бетоне. 60.23130° с.ш., 54.67620° в.д.
- 136. *Vulpicida pinastri* (Scop.) J.-E. Mattsson & M. J. Lai**
Часто, в лесах различных типов, в районе жилой застройки. На древесине, ели, сосны, березы, осины.
- 137. *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr.**
а. П. Верхняя Старица, пер. Больничный. Район жилой застройки. На березе. 60.23484° с.ш., 54.65846° в.д.
б. П. Верхняя Старица, ул. Матросова. Район жилой застройки. На коре. 60.23290° с.ш., 54.67460° в.д.

Список литературы

1. Андреев М.П. [и др.] Определитель лишайников России. Вып. 8. Бацидиевые, Катиляриевые, Леканоровые, Мегалариевые, Макобилимбиевые, Ризокарповые, Трапелиновые. – СПб. : Наука, 2003. – 277 с.
2. Андреев М.П. [и др.] Определитель лишайников России. Вып. 10. – СПб. : Наука, 2008. – 515 с.
3. Андреев М.П., Ахти Т., Гагарина Л.В., Гимельбрант Д.Е. Флора лишайников России: Семейство Parmeliaceae. – СПб. : Т-во науч. изданий КМК, 2022. – 295 с.
4. Блюм О.Б. [и др.] Определитель лишайников СССР. Вып. 3. Калициевые – Гиалектовые. Л. : Наука, 1975. – 275 с.
5. Гагарина Л.В. Лишайники городов Пермь, Чердынь, Кунгур (Пермский край, Урал) // Вестник СПбГУ. – Сер. 3. – СПб., 2007. – Вып. 3. – С. 31–39.
6. Гагарина Л.В., Шкараба Е.М. Многообразие и особенности распространения лишайников г. Перми // Флора Урала в пределах бывшей Пермской губернии и ее охрана : матер. межрегион. науч.-практ. конф. (Пермь, 18–19 декабря 2007 г.). – Пермь, 2007. – С. 50–55.

7. Голубкова Н.С., Савич В.П., Трасс Х.Х. Определитель лишайников СССР. Вып. 5. Кладониевые – Акароспоровые. – Л. : Наука, 1978. – 305 с.
8. Красная книга Пермского края / под ред. М.А. Бакланова. – Пермь : Алдари, 2018. – С. 230.
9. Крылов П.Н. Материал к флоре Пермской губернии. Вып. 3 // Тр. о-ва естествоиспытателей при Казан. ун-те. – Т. 11, вып. 5. – Казань, 1882. – С. 6–40.
10. Окснер А.Н. Определитель лишайников СССР: морфология, систематика и географическое распространение // Л. : Наука, 1974. – Т. 2. – 283 с.
11. Пауков А. Г., Трапезникова С. И. Определитель лишайников Среднего Урала // Изд-во Урал. ун-та. – Екатеринбург, 2005 – С. 207.
12. Предварительный список лишенофлоры Пермского края : моногр. / А.Е. Селиванов, Г.П. Урбанавичюс, Е.М. Шкараба и др.; Перм. гос. гуманитарно-пед. ун-т. – Пермь, 2015. – 156 с.
13. Рябкова К.А. К истории лишенофлоры Урала // Ботаника. Ученые записки. Сборник двадцать девятый. – Свердловск, 1965. – С. 63–70.
14. Селиванов А.Е. Лишайники заповедников «Басеги» и «Вишерский» (Пермская область) // Новости систематики низших растений. – Т. 38. – 2005. – С. 285–302.
15. Селиванов А.Е., Загребина Е.С., Щипанова Е.А., Печенкина К.О. Растительный покров скальных обнажений на хребте Муни-Тумп (Северный Урал) // Вестник Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета. Серия № 2. Физико-математические и естественные науки. – 2017. – № 2. – С. 40–51.
16. Селиванов А.Е., Печенкина К.О. Новые и интересные для Пермского края виды лишайников, собранные на Северном Урале // Вестник Пермского университета. Сер. Биология. – Вып. 2. – 2019. – С. 148–152.
17. Флора лишайников России: Биология, экология, разнообразие, распространение и методы изучения лишайников / под ред. М.П. Андреева, Д.Е. Гимельбранта. – М.; СПб. : Т-во науч. изданий КМК, 2014. – С. 392.
18. Шаяхметова З.М. Эпифитные лишайники Предуралья и Урала в пределах Пермского края: специальность 03.02.01 «Ботаника» : дис. ... канд. биол. наук / Шаяхметова Зоя Модарисовна. – Пермь, 2011. – 230 с.
19. Шкараба Е.М. Консортивные связи деревьев с эпифитами в лесах Предуралья // Микориза растений. – Пермь, 1979. – С. 77–85.
20. Щипанова Е.А., Печенкина К.О. Новые виды лишайников для города Перми // Вестник Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета. Серия № 2. Физико-математические и естественные науки. – 2020. – С. 89–92.
21. Index Fungorum // Index Fungorum – Search Page – 2023 [Электронный ресурс]. – URL: <https://indexfungorum.org/Names/Names.asp> (дата обращения: 11.11.2023).
22. James P. Nordic Lichen Flora Vol. 3. Cyanolichens. By P. M. Jørgensen, T. Tønsberg and O. Vitikainen. 2007. Uddevalla : The Nordic Lichen Society, Museum of Evolution, Uppsala University, Sweden. – P. 219.
23. Wirth, V.M. Hauck, and M. Schulz. Die Flechten Deutschlands, Band 1 and 2 (in German). 2013. 1244 pp.

УДК 581.9

DOI: 10.24412/2308-7188-2023-1-91-105

Пронина Мария Дмитриевна

Злоказов Кирилл Иванович

студенты 4-го курса естественнонаучного факультета

ФГБОУ ВО «Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет», Пермь, Россия

614990, г. Пермь, ул. Сибирская, 24, тел. (342) 23863455

e-mail: maria.pronina.99@mail.ru

Печенкина Ксения Олеговна

аспирант 2-го курса биологического факультета

ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», Пермь, Россия

614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15

ассистент кафедры биологии и географии

ФГБОУ ВО «Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет», Пермь, Россия

614990, г. Пермь, ул. Сибирская, 24, тел. (342) 23863455

e-mail: pechenkina.ksusha@yandex.ru

Селиванов Алексей Евгеньевич

декан естественнонаучного факультета

ФГБОУ ВО «Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет», Пермь, Россия

614990, г. Пермь, ул. Сибирская, 24, тел. (342) 23863455

e-mail: selivanperm@yandex.ru

КОНСПЕКТ ФЛОРЫ ООПТ «ВЕРХНЕКУРЬИНСКИЙ»

Maria D. Pronina

Kirill I. Zlokazov

4 years student of Biological Faculty

Perm State Humanitarian Pedagogical University

24, Sibirskaja, 614000, Perm, Russia

e-mail: maria.pronina.99@mail.ru

Ksenia O. Pechenkina

2 years postgraduate student of Biological Faculty

Perm State National Research University

15, Bukireva, 614990, Perm, Russia

e-mail: pechenkina.ksusha@yandex.ru

Assistant of Department of Biology and Geography

Perm State Humanitarian Pedagogical University

24, Sibirskaja, 614990, Perm, Russia

Alexey E. Selivanov

Candidate of Biological Sciences, Dean of the Natural Sciences Faculty

Perm State Humanitarian Pedagogical University

24, Sibirskaja, 614990, Perm, Russia

e-mail: selivanparm@yandex.ru

**SYNOPSIS OF THE FLORA OF PROTECTED AREAS
‘VERKHNEKURYINSKY’**

Аннотация. Подведены предварительные итоги изучения видового состава сосудистых растений ООПТ «Верхнекурьинский». Приводится список видов.

Ключевые слова: биоразнообразие, сосудистые растения, урбанофлора, г. Пермь, ООПТ «Верхнекурьинский»,

Abstract. Preliminary results of the study of the species composition of vascular plants of the specially protected natural area ‘Verkhnekuryinsky’ have been summed up. The article provides a list of species.

Key words: biodiversity, vascular plants, urban flora, Perm, SPNA ‘Verkhnekuryinsky’.

На территории Перми располагается 28 особо охраняемых природных территорий (ООПТ) (23 – местного, 5 – регионального значения), что составляет 16,5 % территории города [1]. Данные ООПТ несут особую антропогенную нагрузку, поскольку находятся в зоне непосредственного воздействия городской среды. Совокупность экологических и биогеохимических процессов в результате деятельности человека обуславливает изменение видового состава биоценозов. В свою очередь, изучение ООПТ – это первый этап комплексного исследования урбанофлоры города.

На данный момент хорошо изучена дендрофлора г. Перми. На основе многочисленных исследований [7–16] была опубликована монография-справочник «Деревья и кустарники города Перми» [2], в которой приводится



266 видов деревьев и кустарников. Публикация отражает результаты исследований аборигенных и чужеродных видов, для последних указана степень достигнутой натурализации и категория агрессивности.

В последние годы можно отметить усиление интереса исследователей к изучению флоры ООПТ г. Перми. Результаты этих исследований показывают разную степень агрессивного поведения адвентивных, культивируемых и «сбежавших» из культуры видов. В публикации по ООПТ «Андроновский лес» [18] показано, что 20 % флоры составляют чужеродные виды. Наибольшая представленность чужеродных видов во флоре среди изученных ООПТ указывается для «Утинового болота» – 34 % [19]. Для данных изученных территорий отмечается активное участие адвентивных видов в формировании растительных группировок. Среди изученных основные внедряющиеся виды – это *Acer negundo* и *Amelanchier spicata*. Авторы отмечают, что распространению этой группы видов способствует интенсивная антропогенная нагрузка.

В статье по изучению дендрофлоры Егошихинского кладбища отмечено влияние стихийных посадок в формировании растительности [8]. Н.А. Молганова и С.А. Овеснов отмечают, что естественной растительности на территории ООПТ нет, так как в процессе эксплуатации весь природный растительный покров был уничтожен и замещен посадками.

Влияние человека в формировании урбанофлоры отмечено и в других публикациях. Так, в статьях по ООПТ «Липогорский» [3] и «Липовая гора» [4] отмечено, что луговые сообщества образованы в результате деятельности человека, поэтому основная часть видов – это рудерально-сорные растения.

В то же время исследование дендрофлоры природного комплекса «Черняевский лес» показывает, что доля интродуцированных видов разнится и она не столь очевидна. Авторы отмечают, что для данной ООПТ роль чужеродных видов невелика, так как проводились мероприятия по возобновлению аборигенной флоры [6].

В одном из последних исследований анализировались лесные сообщества, а именно сухие сосняки ООПТ «Закамский бор» [17]. Сосновые леса наименее подвержены изменению видового состава путем антропогенного влияния, для данной территории авторы отмечают только семь инвазивных видов.

Как видно из приведенного обзора литературы, активное изучение урбанофлоры г. Перми ведется только в отношении древесных растений.

Наша работа посвящена выявлению видового состава сосудистых растений ООПТ «Верхнекурьюинский», включая все представленные в районе жизненные формы; такие сведения в литературе отсутствуют. Этот материал может рассматриваться как один из этапов изучения флоры г. Перми.

Полевой этап включал в себя сбор растений в вегетационные сезоны 2022 и 2023 гг. Для сбора применялся маршрутный метод, маршруты охватывают все фитоценозы, представленные в границах ООПТ. Гербаризация осуществлялась с помощью гербарного пресса, травянистые растения выкапывались с частью корневой системы, древесные – отделялись ветки с

листьями или почками. Каждый образец снабжался этикеткой с информацией о координатах точки сбора вида, определенных с помощью навигатора Garmin Etrex-10, названии фитоценоза, дате сбора.

Лабораторный этап включал в себя обработку собранного материала на базе лаборатории биоразнообразия и экологии растений и лишенизированных грибов кафедры биологии и географии ПГГПУ. Определение образцов производилось с помощью бинокулярного микроскопа МСП-1 и определителей [5; 20]. Образцы хранятся в гербарии ПГГПУ (РРУ). Информация об образцах внесена в гербарную базу данных.

Ниже приведен список выявленных на территории ООПТ видов сосудистых растений. Список включает 180 видов, номенклатура и объем таксонов приведены в соответствии с «Иллюстрированным определителем...» [5]. Семейства, роды и виды расположены в алфавитном порядке. Для каждого вида указана фитоценотическая приуроченность и частота встречаемости в соответствии со следующей шкалой:

- единичная находка – 1 образец;
- редко – 2–3 образца;
- нередко – 4–5 образцов;
- часто – 6 и более образцов.

Отдел Equisetophyta – Хвоцевидные

Класс Equisetopsida – Хвощовые

Сем. Equisetaceae – Хвощовые

1. *Equisetum hyemale* L. – Хвощ зимующий.

Редко, на обочинах дорог.

2. *Equisetum arvense* L. – Хвощ полевой.

Редко, на просеках, опушках.

3. *Equisetum pratense* Ehrh. – Хвощ луговой.

Часто, на обочинах дорог, просеках, опушках.

4. *Equisetum sylvaticum* L. – Хвощ лесной.

Часто, в лесах различных типов.

Отдел Lycopodiophyta – Плауновидные

Класс Lycopodiopsida – Плауновые

Сем. Lycopodiaceae – Плауновые

5. *Licopodium complanatum* L. – Плаун уплощенный.

Нередко, в сосняке лишайниковом.

Отдел Polypodiophyta – Папоротникообразные

Класс Polypodiopsida – Папоротниковые

Сем. Athyriaceae – Кочедыжниковые

6. *Athyrium filix-femina* (L.) Roth – Кочедыжник женский.

Редко, в ельнике кустарничково-зеленомошном.

7. *Diplazium sibiricum* (Turcz. ex G. Kunze) Kurata – Диплазиум

сибирский.

Редко, в ельнике кустарничково-зеленомошном.



Отдел Pinophyta – Голосеменные
Класс Pinopsida – Хвойные

Сем. Pinaceae – Сосновые

8. *Abies sibirica* Ledeb. – Пихта сибирская.
Нередко, в лесах различных типов.
9. *Picea obovata* Ledeb. – Ель сибирская.
Нередко, в лесах различных типов.
10. *Pinus sylvestris* L. – Сосна обыкновенная.
Часто, в лесах различных типов.

Отдел Magnoliophyta – Покрытосеменные

Класс Liliopsida – Однодольные

Сем. Alismataceae – Частуховые

11. *Alisma plantago-aquatica* L. – Частуха подорожниковая.
Редко, в стоячем водоеме.

Сем. Araceae – Аронниковые

12. *Calla palustris* L. – Белокрыльник болотный.
Редко, в стоячем водоеме.

Сем. Cyperaceae – Осоковые

13. *Carex aquatilis* Wahlenb. – Осока водяная.
Редко, в стоячем водоеме.
14. *Carex digitata* L. – Осока пальчатая.
Нередко, в сосняках различных типов.
15. *Carex pseudocyperus* L. – Осока ложносытевая.
Редко, в стоячем водоеме.

Сем. Juncaceae – Ситниковые

16. *Luzula pilosa* (L.) Willd. – Ожика волосистая.
Нередко, в сосняках различных типов.

Сем. Liliaceae – Лилейные

17. *Gagea minima* (L.) Ker Gawl. – Гусиный лук малый.
Редко, на опушках лиственных лесов.
18. *Maianthemum bifolium* (L.) F.W. Schmidt – Майник двулистный.
Нередко, в ельнике кустарничково-зеленомошном, смешанном лесу.
19. *Paris quadrifolia* L. – Вороний глаз четырехлистный.
Нередко, в ельнике травяном и кустарничково-зеленомошном.
20. *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce – Купена душистая.
Часто, в сосняках различных типов, липняке, на опушках.
21. *Veratrum lobelianum* Bernh. – Чемерица Лобеля.
Нередко, в липняке, смешанных лесах.

Сем. Orchidaceae – Ятрышниковые

22. *Platanthera bifolia* (L.) Rich. – Любка двулистная.
Редко, в сосняке с примесью березы кустарничковым.

Сем. Poaceae – Мятликовые

23. *Agropyron repens* (L.) Beauv. – Пырей ползучий.

Часто, на опушках, обочинах лесных дорог, просеках.

24. *Agrostis tenuis* Sibth. – Полевица тонкая.

Часто, в лесах различных типов, на опушках, просеках, обочинах дорог.

25. *Brachypodium pinnatum* (L.) see Palisot – Коротконожка перистая.

Единичная находка, на опушке лиственного леса.

26. *Bromus inermis* Leyss. – Костер безостый.

Часто, в лесах различных типов, на опушках, обочинах дорог.

27. *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth – Вейник тростниковый.

Часто, в лесах различных типов, на опушках.

28. *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth – Вейник наземный.

Часто, на просеках, суходольном лугу.

29. *Calamagrostis obtusata* Trin. – Вейник тупоколосковый.

Редко, на просеках, суходольном лугу.

30. *Calamagrostis purpurea* (Trin.) Trin. – Вейник пурпурный.

Редко, на просеках, суходольном лугу.

31. *Dactylis glomerata* L. – Ежа сборная.

Часто, на опушках лесов, просеках, суходольном лугу.

32. *Deschampsia cespitosa* (L.) Beauv. – Щучка дернистая.

Часто, в лесах различных типов.

33. *Melica nutans* L. – Перловник поникающий.

Нередко, в лесах различных типов, на опушках.

34. *Milium effusum* L. – Бор развесистый.

Нередко, в смешанных лесах, на опушках.

35. *Phleum pratense* L. – Тимофеевка полевая.

Часто, на обочинах дорог, на просеках, опушках.

36. *Poa pratensis* L. – Мятлик луговой.

Часто, в лесах различных типов, на просеках.

37. *Poa annua* L. – Мятлик однолетний.

Часто, на обочинах дорог, просеках.

Сем. Sparganiaceae – Ежеголовниковые

38. *Sparganium glomeratum* (Laest.) Neuman – Ежеголовник скученный.

Единичная находка, на берегу стоячего водоема.

Сем. Typhaceae – Рогозовые

39. *Typha latifolia* L. – Рогоз широколистный.

Единичная находка, на берегу стоячего водоема.

Класс Magnoliopsida – Двудольные

Сем. Aceraceae – Кленовые

40. *Acer negundo* L. – Клен американский.

Нередко, в лесах различных типов.

Сем. Amaranthaceae – Щирицевые

41. *Amaranthus retroflexus* L. – Щирица запрокинутая.

Редко, на обочине дорог.

Сем. Apiaceae – Зонтичные

42. *Aegopodium podagraria* L. – Сныть обыкновенная.



Часто, в липняках, смешанных лесах.

43. *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm. – Купырь лесной.

Часто, на просеках, обочинах дорог, в смешанных лесах.

44. *Carum carvi* L. – Тмин обыкновенный.

Часто, на просеках, обочинах дорог, в смешанных лесах.

45. *Heracleum sosnowskyi* Manden. – Борщевик Сосновского.

Редко, в рудеральных сообществах, на обочине дороги.

46. *Pastinaca sylvestris* Mill. – Пастернак лесной.

Часто, в смешанных лесах, на обочинах дорог.

47. *Pimpinella saxifraga* L. – Бедренец камнеломка.

Нередко, в смешанных лесах, на обочинах дорог.

Сем. *Aristolochiaceae* – Кирказоновые

48. *Asarum europaeum* L. – Копытень европейский.

Часто, в ельнике кустарничково-зеленомошном.

Сем. *Asteraceae* – Астровые

49. *Achillea millefolium* L. – Тысячелистник обыкновенный.

Нередко, в смешанных лесах, на обочинах дорог.

50. *Antennaria dioica* (L.) Gaertn. – Кошачья лапка двудомная.

Часто, в молодых сосняках.

51. *Artemisia absinthium* L. – Полынь горькая.

Нередко, в смешанных лесах, на обочинах дорог.

52. *Artemisia vulgaris* L. – Полынь обыкновенная.

Часто, в смешанных лесах, на обочинах дорог.

53. *Aster salignus* Willd. – Астра иволистная.

Редко, в сосняке с примесью ели, кустарничково-зеленомошном.

54. *Centaurea phrygia* L. – Василек фригийский.

Редко, в сосняке зеленомошном.

55. *Centaurea scabiosa* L. – Василек шершавый.

Часто, на обочинах дорог, в сосняках.

56. *Cichorium intybus* L. – Цикорий обыкновенный.

Часто, в лесах разных типов, на обочинах дорог.

57. *Cirsium vulgare* (Savi) Ten. – Бодяк обыкновенный.

Часто, в лесах различных типов, на обочинах дорог.

58. *Conyza canadensis* (L.) Cronq. – Мелколепестничек канадский.

Нередко, на обочинах дорог, в смешанном лесу.

59. *Crepis praemorsa* (L.) Tausch – Скерда тупокоренная.

Редко, на опушках, в сосняках.

60. *Hieracium pilosella* L. – Ястребинка волосистая.

Часто, в сосняках различных типов.

61. *Inula salicina* L. – Девясил иволистный.

Часто. На просеках ЛЭП, в ивняках.

62. *Lactuca tatarica* (L.) С.А. Меу. – Латук татарский.

Единичная находка, на берегу стоячего водоема.

63. *Lepidotheca suaveolens* (Pursh) Nutt. – Лепидотека пахучая.

Часто, в лесах различных типов, на обочинах дорог.

64. *Leucanthemum vulgare* Lam. – Нивяник обыкновенный.

Часто, в лесах различных типов, на обочинах дорог, просеках.

65. *Solidago virgaurea* L. – Золотарник обыкновенный.

Часто, в сосняках различных типов.

66. *Solidago lapponica* With. – Золотарник лапландский.

Редко, в сосняке кустарничковом.

67. *Solidago canadensis* L. – Золотарник канадский.

Редко, в сосняке кустарничковом.

68. *Tanacetum vulgare* L. – Пижма обыкновенная.

Часто, на просеках, обочинах дорог, в смешанных лесах.

69. *Taraxacum officinale* F.H. Wigg. – Одуванчик лекарственный.

Часто, на обочинах дорог, просеках.

70. *Tragopogon orientalis* L. – Козлобородник восточный.

Редко, в сосняке кустарничково-зеленомшном.

71. *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip. – Трехреберник непахучий.

Часто, на обочинах дорог, просеках.

72. *Tussilago farfara* L. – Мать-и-мачеха обыкновенная.

Часто, на обочинах дорог, просеках.

Сем. Balsaminaceae – Недотроговые

73. *Impatiens glandulifera* Royle – Недотрога железконосная.

Редко, в смешанном лесу, рудеральном сообществе.

Сем. Betulaceae – Березовые

74. *Betula pendula* Roth – Береза поникшая.

Часто, в лесах различных типов.

Сем. Boraginaceae – Бурачниковые

75. *Borago officinalis* L. – Бурачник лекарственный.

Редко, в рудеральном сообществе, на обочинах дорог.

76. *Lappula squarrosa* (Retz.) Dumort. – Липучка обыкновенная.

Редко, в рудеральном сообществе, на обочинах дорог.

77. *Pulmonaria obscura* Dumort. – Медуница неясная.

Часто, в лесах различных типов.

Сем. Brassicaceae – Капустные

78. *Armoracia rusticana* P.G. Gaertn. – Хрен русский.

Редко, на обочинах дорог.

79. *Berteroa incana* (L.) DC. – Икотник серо-зеленый.

Нередко, в сосняке с примесью ели, кустарничковом.

80. *Bunias orientalis* L. – Свербига восточная.

Редко, в рудеральном сообществе, на обочинах дорог.

81. *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik. – Пастушья сумка обыкновенная.

Часто, в рудеральном сообществе, на обочинах дорог.

82. *Lepidium ruderale* L. – Клоповник мусорный.

Редко, в рудеральном сообществе, на обочинах дорог.

83. *Rorippa palustris* (L.) Bess. – Жерушник болотный.

Редко, на берегу стоячего водоема.

**Сем. Campanulaceae – Колокольчиковые**

84. *Campanula patula* L. – Колокольчик раскидистый.

Нередко, в лесах различных типов, на просеках.

85. *Campanula persicifolia* L. – Колокольчик персиколистный.

Редко, в смешанных лесах, в сосняках различных типов.

86. *Campanula rotundifolia* L. – Колокольчик круглолистный.

Нередко, в сосняках различных типов.

Сем. Caprifoliaceae – Жимолостные

87. *Linnaea borealis* L. – Линнея северная.

Редко, в ельнике кустарничково-зеленомошном.

88. *Lonicera xylosteum* L. – Жимолость лесная.

Часто, в лесах различных типов.

89. *Sambucus sibirica* Nakai – Бузина сибирская.

Нередко, в смешанных лесах, сосняке кустарничковом.

Сем. Caryophyllaceae – Гвоздичные

90. *Dianthus deltoides* L. – Гвоздика травянка.

Нередко, на обочинах дорог, просеках, в смешанных лесах, сосняке кустарничковом.

91. *Silene vulgaris* L. – Смолевка обыкновенная.

Нередко, в сосняках различных типов.

92. *Stellaria graminea* L. – Звездчатка злаковидная.

Редко, в сосняке кустарничковом с елью в подросте.

93. *Stellaria holostea* L. – Звездчатка жестколистная.

Часто, в лесах различных типов, на опушках, просеках.

Сем. Chenopodiaceae – Маревые

94. *Chenopodium album* L. – Марь белая.

Часто, на обочинах дорог, просеках, в смешанных лесах.

Сем. Convolvulaceae – Вьюнковые

95. *Calystegia inflata* Sweet – Повой вздутый.

Нередко, на обочинах дорог, в рудеральных сообществах.

Сем. Dipsacaceae – Ворсянковые

96. *Knautia arvensis* (L.) Coult. – Короставник полевой.

Нередко, на опушках, просеках, в рудеральных сообществах.

Сем. Ericaceae – Вересковые

97. *Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng. – Толокнянка обыкновенная.

Нередко, в сосняках различных типов.

98. *Chimaphilla umbellata* (L.) W.P.C. Barton – Зимолоубка зонтичная.

Редко, в сосняке кустарничково-зеленомошном.

99. *Vaccinium myrtillus* L. – Черника.

Часто, в сосняках различных типов, ельнике кустарничково-зеленомошном.

100. *Vaccinium vitis-idaea* L. – Брусника.

Часто, в сосняках различных типов, ельнике кустарничково-зеленомошном.

Сем. Fabaceae – Бобовые

101. *Genista tinctoria* L. – Дрок красильный.

Редко, в сосняке с примесью ели кустарничково-зеленомошном.

102. *Lathyrus pratensis* L. – Чина луговая.

Часто, в лесах различных типов, на опушках, просеках, обочинах дорог.

103. *Lathyrus vernus* (L.) Bernh. – Чина весенняя.

Нередко, в смешанных лесах, липняках, сосняке с примесью березы кустарничковом.

104. *Medicago falcata* L. – Люцерна серповидная.

Нередко, на просеках, в рудеральных сообществах.

105. *Melilotus albus* Medik. – Донник белый.

Нередко, на обочинах дорог, просеках, в рудеральных сообществах.

106. *Trifolium medium* L. – Клевер средний.

Часто, на обочинах дорог, просеках, в рудеральных сообществах.

107. *Trifolium pratense* L. – Клевер луговой.

Часто, на обочинах дорог, просеках, в рудеральных сообществах.

108. *Trifolium repens* L. – Клевер ползучий.

Часто, на обочинах дорог, в рудеральных сообществах.

109. *Vicia cracca* L. – Горошек мышиный.

Редко, в сосняке кустарничковом, на обочинах дорог.

110. *Vicia sepium* L. – Горошек заборный.

Нередко, в сосняках различных типов, смешанных лесах, на опушках.

Сем. Fumariaceae – Дымянковые

111. *Corydalis bulbosa* (L.) DC. – Хохлатка плотная.

Нередко, в смешанных лесах.

Сем. Geraniaceae – Гераниевые

112. *Geranium sylvaticum* L. – Герань лесная.

Часто, в смешанных лесах, на опушках, просеках.

Сем. Hypericaceae – Зверобойные

113. *Hypericum maculatum* Crantz – Зверобой пятнистый.

Нередко, на опушках, просеках, обочинах дорог, в сосняках.

Сем. Lamiales – Яснотковые

114. *Glechoma hederacea* L. – Будра плющевидная.

Часто, на опушках, просеках, обочинах дорог, в рудеральных сообществах.

115. *Leonurus quinquelobatus* Gilib. – Пустырник пятилопастный.

Часто, на опушках, просеках, обочинах дорог, в рудеральных сообществах.

116. *Lycopus europaeus* L. – Зюзник европейский.

Единичная находка, в придорожной канаве.

117. *Mentha arvensis* L. – Мята полевая.

Редко, на берегу стоячего водоема.

118. *Prunella vulgaris* L. – Черноголовка обыкновенная.

Часто, в лесах различных типов, сосняках, на опушках, обочинах дорог и просеках.

119. *Scutellaria galericulata* L. – Шлемник обыкновенный.

Редко, на берегу стоячего водоема.

Сем. Lythraceae – Дербенниковые

120. *Lythrum virgatum* L. – Дербенник прутьевидный.

Единичная находка, на берегу стоячего водоема.

Сем. Onagraceae – Кипрейные

121. *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop. – Иван-чай узколистный.

Часто, на обочинах дорог, просеках, в рудеральных сообществах.

122. *Epilobium adenocaulon* Hausskn. – Кипрей железистостебельный.

Часто, в сосняке кустарничковом рядом с лесной дорогой.

123. *Oenothera biennis* L. – Ослиник двулетний.

Нередко, на обочинах лесных дорог, просеках.

Сем. Oxalidaceae – Кисличные

124. *Oxalis acetosella* L. – Кислица обыкновенная.

Нередко, в ельнике кустарничково-зеленомошном.

Сем. Papaveraceae – Маковые

125. *Chelidonium majus* L. – Чистотел большой.

Часто, на опушках, обочинах дорог, просеках, в рудеральных сообществах.

Сем. Plantaginaceae – Подорожниковые

126. *Plantago lanceolata* L. – Подорожник ланцетолистный.

Нередко, на обочинах лесных дорог, просеках.

127. *Plantago major* L. – Подорожник большой.

Часто, на обочинах лесных дорог, просеках.

128. *Plantago media* L. – Подорожник средний.

Часто, на обочинах лесных дорог, опушках, просеках.

Сем. Polygonaceae – Гречишные

129. *Polygonum aviculare* L. – Горец птичий.

Редко, на обочинах дорог, в рудеральных сообществах.

Сем. Primulaceae – Первоцветные

130. *Lysimachia vulgaris* L. – Вербейник обыкновенный.

Единичная находка, в сосняке кустарничковом.

Сем. Rybolaceae – Грушанковые

131. *Orthilia secunda* (L.) House – Ортилия однобокая.

Нередко, в лесах различных типов, на опушках.

Сем. Ranunculaceae – Лютиковые

132. *Anemone altaica* Fisch. ex C.A. Mey. – Ветреница алтайская.

Часто, в лесах различных типов, на опушках.

133. *Anemone ranunculoides* L. – Ветреница лютичная.

Часто, в лесах различных типов, на опушках.

134. *Caltha palustris* L. – Калужница болотная.

Редко, на берегу стоячего водоема, в придорожных канавах.

135. *Pulsatilla patens* (L.) Mill. – Прострел раскрытый.
Нередко, в сосняках различных типов.
136. *Ranunculus acris* L. – Лютик едкий.
Нередко, на опушках.
137. *Ranunculus cassubicus* L. – Лютик кашубский.
Нередко, на опушках.
138. *Ranunculus gmelinii* DC – Лютик Гмелина.
Часто, в лесах различных типов, на опушках.
139. *Ranunculus polyanthemos* L. – Лютик многоцветковый.
Часто, в лесах различных типов, на опушках, просеках.
140. *Ranunculus repens* L. – Лютик ползучий.
Нередко, на берегу стоячего водоема, в придорожных канавах.
141. *Trollius europaeus* L. – Купальница европейская.
Часто, в лесах различных типов, на опушках.

Сем. **Rosaceae** – Розовые

142. *Alchemilla vulgaris* L. – Манжетка обыкновенная.
Часто, в лесах различных типов, на опушках, обочинах дорог, просеках.
143. *Amelanchier ovalis* Medik. – Ирга овальная.
Часто, в лесах различных типов.
144. *Fragaria vesca* L. – Земляника лесная.
Часто, в лесах различных типов, на опушках, просеках.
145. *Padus avium* Mill. – Черемуха обыкновенная.
Часто, в лесах различных типов.
146. *Potentilla anserina* L. – Лапчатка гусиная.
Часто, на опушках, обочинах дорог.
147. *Potentilla argentea* L. – Лапчатка серебристая.
Часто, на опушках, обочинах дорог, просеках.
148. *Potentilla norvegica* L. – Лапчатка норвежская.
Нередко, на опушках, обочинах дорог, просеках.
149. *Rosa acicularis* Lindl. – Шиповник иглистый.
Часто, в лесах различных типов, на просеках.
150. *Rubus idaeus* L. – Малина обыкновенная.
Часто, в лесах различных типов, на просеках.
151. *Rubus saxatilis* L. – Костяника.
Часто, в лесах различных типов, на опушках.
152. *Sorbus aucuparia* L. – Рябина обыкновенная.
Часто, в лесах различных типов.

Сем. **Rubiaceae** – Мареновые

153. *Asperula odorata* L. – Ясменник душистый.
Редко, в сосняке с примесью ели кустарничковом, смешанном лесу.
154. *Galium boreale* L. – Подмаренник северный.
Часто, в лесах различных типов, на опушках, обочинах дорог, просеках.
155. *Galium mollugo* L. – Подмаренник мягкий.
Часто, в лесах различных типов, на опушках, обочинах дорог, просеках.

Сем. Salicaceae – Ивовые

156. *Populus nigra* L. – Тополь черный.

Нередко, в смешанных лесах.

157. *Populus tremula* L. – Осина.

Часто. На просеках, в смешанных лесах.

158. *Salix caprea* L. – Ива козья.

Нередко, на обочинах дорог, опушках.

159. *Salix cinerea* L. – Ива пепельная.

Редко, на берегу стоячего водоема.

160. *Salix triandra* L. – Ива трехтычинковая.

Редко, на берегу стоячего водоема.

Сем. Saxifragaceae – Камнеломковые

161. *Chrysosplenium alternifolium* L. – Селезеночник очереднолистный.

Редко, на берегу стоячего водоема, в придорожных канавах.

162. *Grossularia reclinata* (L.) Mill. – Крыжовник отклоненный.

Единичная находка, на опушке.

163. *Grossularia uva-crispa* (L.) Mill. – Крыжовник обыкновенный.

Редко, на опушках, обочинах дорог.

164. *Melampyrum pratense* L. – Марьянник полевой.

Часто, в лесах различных типов, на опушках.

165. *Ribes nigrum* L. – Смородина черная.

Нередко, в смешанных лесах, на просеках.

Сем. Scrophulariaceae – Норичниковые

166. *Euphrasia officinalis* L. – Очанка лекарственная.

Редко, на опушках.

167. *Linaria vulgaris* Mill. – Лянянка обыкновенная.

Нередко, на обочинах дорог, просеках.

168. *Veronica chamaedrys* L. – Вероника дубравная.

Часто, в лесах различных типов, на опушках, обочинах дорог.

169. *Veronica longifolia* L. – Вероника длиннолистная.

Нередко, в сосняках, на опушках, обочинах дорог.

170. *Veronica officinalis* L. – Вероника лекарственная.

Редко, в ельнике кустарничково-зеленомошном.

171. *Veronica urticifolia* Jacq. – Вероника крапиволистная.

Редко, в ельнике кустарничково-зеленомошном.

Сем. Thymelaeaceae – Волчниковые

172. *Daphne mezereum* L. – Волчегодник обыкновенный.

Нередко, в лесах различных типов, на опушках.

Сем. Tiliaceae – Липовые

173. *Tilia cordata* Mill. – Липа мелколистная.

Часто, в лесах различных типов.

Сем. Ulmaceae – Вязовые

174. *Ulmus glabra* Huds. – Вяз шершавый.

Нередко, в смешанных лесах.

Сем. Urticaceae – Крапивные

175. *Urtica dioica* L. – Крапива двудомная.

Часто, в лесах различных типов, на опушках, обочинах дорог, просеках.

Сем. Valerianaceae – Валериановые

176. *Valeriana wolgensis* Kazak. – Валериана волжская.

Редко, в сосняке-черничнике.

Сем. Violaceae – Фиалковые

177. *Viola arvensis* Murray – Фиалка полевая.

Редко, в ельнике травяном.

178. *Viola canina* L. – Фиалка собачья.

Редко, на обочинах лесных дорог.

179. *Viola mirabilis* L. – Фиалка удивительная.

Единичная находка, на опушке.

180. *Viola persicifolia* Schreb. – Фиалка персиколистная.

Редко, в сосняке зеленомошном.

Список литературы

1. Атлас особо охраняемых природных территорий Пермского края / под ред. С.А. Бузмакова. – Пермь : Астер, 2017. – 512 с.

2. Деревья и кустарники города Перми : справочник / С.А. Овеснов, Н.А. Молганова, В.В. Василенко; Управление по экологии и природопользованию г. Перми; Пермский государственный национальный исследовательский университет; Пермский аграрно-технологический университет им. Академика Д.Н. Прянишникова. – Н. Новгород, 2019. – 226 с.

3. Ефимик Е.Г., Кетова М.В. Конспект флоры ООПТ «Липогорский» // Вестник Пермского университета. Серия: Биология. – 2018. – № 4. – С. 351–357.

4. Ефимик Е.Г., Тиунов Д.Н. Конспект флоры ООПТ «Липовая гора» (г. Пермь) // Вестник Пермского университета. Серия: Биология. – 2017. – № 4. – С. 373–379.

5. 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.

6. Молганова Н.А. Дендрофлора ООПТ «Черняевский лес» (г. Пермь) // Вестник Пермского университета. Серия: Биология. – 2013. – № 3. – С. 27–30.

7. Молганова Н.А., Овеснов С.А. Таксономическая структура дендрофлоры г. Перми // Вестник Удмуртского университета. Серия: Биология. Науки о Земле. – 2011. – № 3. – С. 147–150.

8. Молганова Н.А., Овеснов С.А. Древесно-кустарниковые растения природного культурно-мемориального парка «Егошихинское кладбище» // Вестник Удмуртского университета. Серия: Биология. Науки о Земле. – 2014а – № 3. – С. 140–142.

9. Молганова Н.А., Овеснов С.А. Деревья и кустарники скверов Ленинского района города Перми // Вестник Пермского университета. Серия: Биология. – 2014б. – № 4. – С. 5–11.

10. Молганова Н.А., Овеснов С.А. Деревья и кустарники скверов Дзержинского и Мотовилихинского районов г. Перми // Вестник Пермского университета. Серия: Биология. – 2015. – № 4. – С. 305–316.

11. Молганова Н.А., Овеснов С.А. Конспект дендрофлоры г. Перми // Вестник Пермского университета. Серия: Биология. – 2017а. – № 4. – С. 390–402.
12. Молганова Н.А., Овеснов С.А. Деревья и кустарники скверов Свердловского и Индустриального районов г. Перми // Вестник Пермского университета. Серия: Биология. – 2017б. – № 1. – С. 10–20.
13. Молганова Н.А., Овеснов С.А. Анализ дендрофлоры г. Перми // Вестник Пермского университета. Серия: Биология. – 2018. – № 1. – С. 16–23.
14. Молганова Н.А., Овеснов С.А. Новые виды для дендрофлоры г. Перми и Пермского края // Вестник Пермского университета. Серия: Биология. – 2019а. – № 2. – С. 130–135.
15. Молганова Н.А., Овеснов С.А. К вопросу об ассортименте видов древесных растений для озеленения г. Перми // Вестник Пермского университета. Серия: Биология. – 2019б. – № 4. – С. 384–388.
16. Молганова Н.А., Овеснов С.А. Мотовилихинский дендрарий. Видовой состав растений // Вестник Пермского университета. Серия: Биология. – 2019в. – № 1. – С. 42–47.
17. Молганова Н.А., Овеснов С.А. Инвазибельные сосновые насаждения ООПТ «Закамский бор» (г. Пермь) // Вестник Пермского университета. Серия: Биология. – 2023. – № 2. – С. 121–132.
18. Овеснов С.А., Молганова Ю.С., Каракулова Ю.С. Конспект флоры ООПТ «Андроновский лес» // Вестник Пермского университета. Серия: Биология. – 2018. – № 4. – С. 358–363.
19. Овеснов С.А., Тутынин А.Н. Биоразнообразие растений ООПТ «Утиное болото» // Вестник Пермского университета. Серия: Биология. – 2018. – № 4. – С. 364–368.
20. Шкараба Е.М. Деревья и кустарники Прикамья : определитель-справочник. – Пермь : Кн. мир, 2003. – 184 с.

УДК 581.555.3

DOI: 10.24412/2308-7188-2023-1-106-115

Селиванов Алексей Евгеньевич

кандидат биологических наук, декан естественнонаучного факультета

*ФГБОУ ВО «Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет», Пермь, Россия
614990, г. Пермь, ул. Сибирская, 24
e-mail: selivanperm@yandex.ru*

Карасев Константин Александрович

старший преподаватель кафедры биологии и географии

*ФГБОУ ВО «Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет», Пермь, Россия
614990, г. Пермь, ул. Сибирская, 24
e-mail: karasyov@pspu.ru*

Печенкина Ксения Олеговна

ассистент кафедры биологии и географии

*ФГБОУ ВО «Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет», Пермь, Россия
614990, г. Пермь, ул. Сибирская, 24
аспирант II курса биологического факультета
ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», Пермь, Россия
614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15
e-mail: pechenkina.ksusha@yandex.ru*

РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА ЦЕНОПОПУЛЯЦИИ *LOBARIA PULMONARIA* (L.) HOFFM. НА ТЕРРИТОРИИ ЗАКАЗНИКА «ПРЕДУРАЛЬЕ» (ПЕРМСКИЙ КРАЙ)**Alexey E. Selivanov**

Candidate of Biological Sciences, Dean of the Natural Sciences Faculty

*Perm State Humanitarian Pedagogical University
24, Sibirskaja, 614990, Perm, Russia
e-mail: selivanperm@yandex.ru*

Konstantin A. Karasev

Senior Lecturer of Department of Biology and Geography
Perm State Humanitarian Pedagogical University
24, Sibirskaja, 614990, Perm, Russia
e-mail: karasyov@pspu.ru

Ksenia O. Pechenkina

Assistant of Department of Biology and Geography
Perm State Humanitarian Pedagogical University
24, Sibirskaja, 614990, Perm, Russia
2 years postgraduate student of Biological Faculty
Perm State National Research University
15, Bukireva, 614990, Perm, Russia
e-mail: pechenkina.ksusha@yandex.ru

RESULTS OF MONITORING THE CENOPOPULATION OF LOBARIA PULMONARIA (L.) HOFFM. ON THE TERRITORY OF THE 'PREDURALJE' RESERVE (PERM REGION)

Аннотация. Приводятся результаты повторного учета численности охраняемого лишайника *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. на территории заказника «Предуралье». Обнаружено три форофита с этим лишайником. Проводится сравнение состояния ценопопуляций охраняемых видов в 2012 и 2023 гг., отмечается существенное сокращение численности вида.

Ключевые слова: охраняемые лишайники, ценопопуляции, Средний Урал, Предуралье, Красная книга, сокращение численности.

Abstract. The results of a re-count of the number of the protected lichen *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm., on the territory of the Preduralye reserve, are presented. A phorophyte with this lichen was found at the location. A comparison is made of the state of coenopopulations of protected species in 2012 and 2023; a significant reduction in numbers is noted.

Key word: protected lichens, cenopopulations, Middle Urals, Preduralje, Red Book, population decline.

Начало истории изучения лишенофлоры Пермского края связано с именем известного ботаника П.Н. Крылова, в его работе 1872 г. приведен первый список лишайников нашего региона [3]. Позже известный советский лишенолог А.Н. Окснер также принял участие в изучении лишайников Пермского края [5]. Итоги лишенологических исследований конца XX – начала XXI в. подведены в коллективной монографии «Предварительный список лишенофлоры Пермского края» [6].

Изучение лишенофлоры региональной особо охраняемой природной территории (ООПТ) – ландшафтного заказника «Предуралье» до сей поры носит эпизодический характер, в литературе отсутствует общий список видов. Однако в ходе поиска местонахождений внесенных в Красную книгу Пермского края лишайников [2], проводившегося в 2012 г., на территории заказника была обнаружена ценопопуляция лобарии легочной (*Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm).

В этом же году были проведены геоботанические описания местообитаний лобарии. При проведении описаний закладывали пробную площадь квадратной формы размером 100 м². Для учета древостоя измеряли диаметр стволов всех видов на высоте 1,5 м от почвы. Для описания травяно-кустарничкового яруса закладывали десять учетных площадок размером 1 м², на каждой из которых фиксировали обилие видов травянистых растений по шкале Браун-Бланке.

Учет численности лобарии проводился путем подсчета заселенных ею форофитов, а затем – методом линейных пересечений. Первоначально метод линейных пересечений использовался для геоботанических исследований сообществ сосудистых растений [4]. Его модификация применительно к эпифитным лишайникам оказалась высокоэффективной для лишенологических обследований на различных деревьях-форофитах [1]. Для этого на каждом форофите перпендикулярно оси ствола прикладывалась гибкая сантиметровая лента так, чтобы она прошла через слоевище учитываемого вида в месте его наибольшей ширины. Ствол с лентой фотографировался, кроме того, велась запись длины периметра ствола и длины его части, приходящейся на слоевище лобарии.

Повторный учет численности лобарии был проведен в 2023 г.

Цель данной работы – выявление тенденций изменения ценопопуляций лобарии легочной в заказнике «Предуралье» путем сравнения данных о ее численности, полученных в 2012 и 2023 гг.

В 2012 г. на территории заказника «Предуралье» было обнаружено три местонахождения лобарии легочной. Все они расположены на верхней части склона правого коренного берега р. Сылвы или на присклоновой части плакора над ним (рис. 1). Географические координаты местонахождений определены с помощью спутникового навигатора Garmin Etrex 10, система координат WGS-84. Местонахождение № 1 находится на 57,3744° с.ш. и 57,1613° в.д., местонахождение № 2 – 57,3766° с.ш. и 57,1613° в.д., местонахождение № 3 – 57,3800° с.ш. и 57,1604° в.д.

Рис. 1. Расположение местонахождений *Lobaria pulmonaria*

Фитоценоз в местонахождении № 1 по доминантной классификации растительности представляет собой пихтарник с примесью липы, травяной. Сомкнутость крон составляет около 0,6, средняя высота древостоя – около 20 м. Краткое описание ярусов приведено в табл. 1.

Таблица 1

Описание фитоценоза на местонахождении № 1

Описание древостоя			
Название вида	Число стволов, шт.	Сумма диам. стволов, см	Средний диаметр ствола, см
<i>Abies sibirica</i> Ledeb.	9	152	17
<i>Tilia cordata</i> Mill.	4	150	38
Описание подроста			
Название вида	Число экземпляров, шт.	Средняя высота, м	
<i>Ulmus laevis</i> Pall.	2	1,7	
<i>Abies sibirica</i> Ledeb.	4	0,8	
<i>Acer platanoides</i> L.	2	1,5	
Описание подлеска			
Название вида	Число экземпляров, шт.	Средняя высота, м	
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	4	1,5	

Описание травяно-кустарничкового яруса		
Название вида	Встречаемость, %	Обилие по Браун-Бланке, баллов
<i>Aegopodium podagraria</i> L.	100	+ - 1
<i>Milium effusum</i> L.	90	+ - 2
<i>Pulmonaria obscura</i> Dumort.	90	+ - 2
<i>Asperula odorata</i> L.	70	+ - 1
<i>Stellaria bungeana</i> Fenzl	60	+
<i>Asarum europaeum</i> L.	50	+
<i>Stellaria holostea</i> L.	30	+
<i>Equisetum sylvaticum</i> L.	20	+
<i>Polygonatum odoratum</i> (Mill.) Druce	10	1
<i>Dryopteris filix-mas</i> L. (Schott)	10	3

Фитоценоз в местонахождении № 2 представляет собой липняк снытевый с примесью пихты и вяза. Сомкнутость крон – 0,7, средняя высота древостоя – около 20 м. Описание ярусов сообщества приведено в табл. 2.

Таблица 2

Описание фитоценоза на местонахождении № 2

Описание древостоя			
Название вида	Число стволов, шт.	Сумма диам. стволов, см	Средний диаметр ствола, см
<i>Tilia cordata</i> Mill.	7	128	18
<i>Abies sibirica</i> Ledeb.	2	28	14
<i>Ulmis laevis</i> Pall.	1	9	9
Описание подроста			
Название вида	Число экземпляров, шт.	Средняя высота, м	
<i>Ulmus laevis</i> Pall.	3	2	
<i>Acer platanoides</i> L.	5	2,5	
Описание подлеска			
Название вида	Число экземпляров, шт.	Средняя высота, м	
<i>Padus avium</i> Mill.	1	2	
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	1	1,5	
Описание травяно-кустарничкового яруса			
Название вида	Встречаемость, %	Обилие по Браун-Бланке, баллов	
<i>Aegopodium podagraria</i> L.	100	+ - 2	
<i>Asarum europaeum</i> L.	80	+	
<i>Aconitum septentrionale</i> Koelle	60	+ - 1	
<i>Stellaria bungeana</i> Fenzl	60	+ - 2	
<i>Milium effusum</i> L.	50	+ - 1	
<i>Glechoma hederacea</i> L.	50	+ - 1	
<i>Cicerbita uralensis</i> (Rouy) Beauverd	50	+ - 1	



<i>Lathirus vernus</i> (L.) Bernh.	50	+
<i>Dryopteris filix-mas</i> L. (Schott)	40	1–3
<i>Paris quadrifolia</i> L.	20	+
<i>Geum urbanum</i> L.	20	+
<i>Stellaria holostea</i> L.	20	+
<i>Urtica dioica</i> L.	20	+
<i>Polygonatum odoratum</i> (Mill.) Druce	20	+
<i>Cacalia hastata</i> L.	10	1
<i>Carex rhizina</i> Blytt ex Lindbl.	10	+

Фитоценоз на третьем местонахождении может быть назван липняком высокотравным, имеет сомкнутость крон 0,7, среднюю высоту древостоя около 20 м. Описание ярусов приведено в табл. 3.

Таблица 3
Описание фитоценоза на местонахождении № 3

Описание древостоя			
Название вида	Число стволов, шт.	Сумма диам. стволов, см	Средний диаметр ствола, см
<i>Tilia cordata</i> Mill.	9	278	31
<i>Ulmis laevis</i> Pall.	1	31	31
<i>Acer platanoides</i> L.	1	8	8
Описание подроста			
Название вида	Число экземпляров, шт.	Средняя высота, м	
<i>Tilia cordata</i> Mill.	1	1,5	
<i>Acer platanoides</i> L.	21	3	
<i>Ulmus laevis</i> Pall.	2	1,5	
Описание подлеска			
Название вида	Число экземпляров, шт.	Средняя высота, м	
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	1	1,5	
Описание травяно-кустарничкового яруса			
Название вида	Встречаемость, %	Обилие по Браун-Бланке, баллов	
<i>Aegopodium podagraria</i> L.	90	+ - 1	
<i>Bromus inermis</i> Leyss.	90	1–3	
<i>Geum urbanum</i> L.	70	+	
<i>Asarum europaeum</i> L.	70	+ - 1	
<i>Lathirus vernus</i> (L.) Bernh.	60	+ - 1	
<i>Stellaria holostea</i> L.	50	+	
<i>Aconitum septentrionale</i> Koelle	40	+ - 1	
<i>Viola mirabilis</i> L.	40	+	
<i>Pulmonaria obscura</i> Dumort.	30	+	

<i>Ajuga reptans</i> L.	10	+
<i>Urtica dioica</i> L.	10	+
<i>Stachis palustris</i> L.	10	1
<i>Thalictrum minus</i> L.	10	2
<i>Campanula latifolia</i> L.	10	+

Фитоценозы всех трех местонахождений являются сообществами, типичными для растительности заказника «Предуралье». Также типичными для южной части Пермского края являются особенности местообитаний лобарии легочной. Среди таких особенностей можно отметить следующие:

– насаждения из широколиственных пород или с их значительной примесью;

– наличие крупных наклонных стволов липы;

– расположение местонахождения на склоне вблизи водоема.

Такой комплекс признаков обеспечивает лобарию легочную необходимым набором условий (повышенная влажность воздуха и освещенность, наличие подходящих субстратов).

Результаты учетов лобарии легочной на вышеописанных местонахождениях в 2012 и 2023 гг. приведены в табл. 4.

Таблица 4

Результаты учетов лобарии легочной в 2012 и 2023 гг.

Номер местонахождения	2012 год		2023 год	
	Число форофитов, шт.	Сумма линейных пересечений, см	Число форофитов, шт.	Сумма линейных пересечений, см
1	2	9	1	15
2	2	20	1	22
3	1	3	-	-
ИТОГО	5	32	2	

Как показывает таблица, в 2023 г. из выявленных в 2012 г. местонахождений лобария обнаружена только в двух. Кроме того, отмечено сокращение числа заселенных форофитов.



Рис. 2. Форофит с местонахождения № 1 в 2012 г. (слева) и в 2023 г. (в центре и справа)

Еще одним важным изменением, отмеченным при повторном учете, является состояние самих форофитов. Так, единственный ныне имеющийся форофит на местонахождении № 1 в 2012 г. представлял собой живое дерево, а ныне представляет собой пень высотой около 10 м, пораженный трутовиками (рис. 2). В ближайшее время произойдет окончательное выпадение форофита или отделение корки и флоры от древесины, вследствие чего лобария неминуемо погибнет и местонахождение будет утрачено. Сходная ситуация имеет место на местонахождении № 2 (рис. 3).



Рис. 3. Форофит с местонахождения № 2, 2023 г.

В местообитании № 3 в 2023 г. обнаружить лобарию не удалось, что объясняется выпадением форофитов.

Подводя итоги исследования, можно отметить следующее: численность охраняемого лишайника лобарии легочной в районе исследования за время, прошедшее после первого учета, снизилась более чем вдвое. В ближайшие годы, вероятно, произойдет полная утрата этого вида на обследованных местонахождениях в заказнике «Предуралье». Основной причиной этого негативного явления, судя по всему, следует считать изменение структуры фитоценоза, распространение грибной инфекции. Необходимы дальнейшее наблюдение за фитоценозами заказника, разработка и применение методов реинтродукции лобарии на соседние здоровые форофиты.

Список литературы

1. Инсаров Г.Э., Пчелкин А.В. Количественные характеристики состояния эпифитной лишенофлоры Курильского заповедника / Гос. комитет СССР по гидрометеорологии АН СССР. – М., 1988. – 174 с.
2. Красная книга Пермского края / под общ. ред. М.А. Бакланова. – Пермь : Алдари, 2018. – 232 с.
3. Крылов П.Н. Материал к флоре Пермской губернии // Труды общества естествоиспытателей при Императорском Казанском университете. – Т. VI. – Вып. 5. – Казань, 1882. – С. 1–41.
4. Миркин Б.М., Розенберг Г.С. Толковый словарь современной фитоценологии. – М. : Наука, 1983. – 133 с.
5. Окснер А.М. Материалы для лишенофлоры Урала та прилегающих областей // Ботанический журнал АН УССР. – 1945. – Т. 2. – С. 13–39.
6. Предварительный список лишенофлоры Пермского края : монография / А.Е. Селиванов, Г.П. Урбанавичюс, Е.М. Шкараба и др.; Перм. гос. гуманитар.-пед. ун-т. – Пермь, 2015. – 156 с.

УДК 581.9

DOI: 10.24412/2308-7188-2023-1-116-131

Селиванов Алексей Евгеньевич

декан естественнонаучного факультета

*ФГБОУ ВО «Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет», Пермь, Россия
614990, г. Пермь, ул. Сибирская, 24, тел. (342)23863455
e-mail: selivanperm@yandex.ru*

Печенкина Ксения Олеговна

аспирант II курса биологического факультета

*ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», Пермь, Россия
614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15
ассистент кафедры биологии и географии
ФГБОУ ВО «Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет», Пермь, Россия
614990, г. Пермь, ул. Сибирская, 24, тел. (342)23863455
e-mail: pechenkina.ksusha@yandex.ru*

Пронина Мария Дмитриевна

студентка IV курса естественнонаучного факультета

*ФГБОУ ВО «Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет», Пермь, Россия
614990, г. Пермь, ул. Сибирская, 24, тел. (342)23863455
e-mail: maria.pronina.99@mail.ru*

**СОСУДИСТЫЕ РАСТЕНИЯ ООПТ «ЕГОШИХИНСКОЕ КЛАДБИЩЕ»
(Г. ПЕРМЬ)****Alexey E. Selivanov**

candidate of Biological Sciences, Dean of the Natural Sciences Faculty

*Perm State Humanitarian Pedagogical University
24, Sibirskaja, 614990, Perm, Russia
e-mail: selivanparm@yandex.ru*

Kseniya O. Pechenkina

II years of Students of Faculty of Biology

*Perm State National Research University
15, Bukireva, 614990, Perm, Russia
e-mail: pechenkina.ksusha@yandex.ru*
assistant of Department of Biology and Geography
*Perm State Humanitarian Pedagogical University
24, Sibirskaja, 614990, Perm, Russia*

Maria D. Pronina

student of the Natural Sciences Faculty

*Perm State Humanitarian Pedagogical University, Perm, Russia
24, Sibirskaja, 614000, Perm, Russia
e-mail: maria.pronina.99@mail.ru*

**VASCULAR PLANTS SPECIALLY PROTECTED TERRITORY
«EGOSHIHINSK CEMETERY»
(CITY PERM)**

Аннотация. Приводятся результаты изучения сосудистых растений ООПТ «Егошихинское кладбище» (г. Пермь). Проведен экологический и биоморфологический анализ флоры.

Ключевые слова: флора, Егошихинское кладбище, ООПТ.

Abstract. The results of a study of vascular plants of the protected area ‘Egoshikha Cemetery’ (city Perm) are presented. An ecological and biomorphological analysis of the flora was carried out.

Key words: flora, Egoshihinsk cemetery, protected area.

Задача инвентаризации флористического разнообразия является одной из центральных в сфере сохранения ресурсного потенциала биосферы. Быстрая смена экологических условий, усиливающийся антропогенный пресс на природу остро ставят вопросы сохранения естественной флоры [4].

Для полного представления о среде обитания человека необходимо знание всей флоры города, а не только редких и охраняемых видов растений.

Кладбища – это неотъемлемая часть любых урбоэкосистем. Традиции обустройства ритуальных территорий обуславливают наличие в местах погребения большого числа интродуцированных видов [2].

В городской среде центрами биоразнообразия являются особо охраняемые природные территории (ООПТ), поэтому именно на них необходимо обратить пристальное внимание. Егошихинское кладбище привлекательно тем, что является старейшим из сохранившихся пермских

некрополей. Решением Пермской городской думы от 23.06.2009 территории присвоен статус ООПТ «Природный культурно-мемориальный парк» [6]. Некрополь, расположенный в центральной части города Перми, Свердловском районе, занимает площадь 29,44 га [1]. С севера ООПТ ограничена Северной дамбой, с юга – улицей Тихой, западная и восточная границы проходят по рекам Стиксу и Егошихе соответственно.

На данной территории в 2013–2014 гг. Н.А. Молгановой и С.А. Овесновым было проведено исследование дендрофлоры [5]. В статье указывается 53 вида деревьев, кустарников и полукустарников, 19 из которых интродуцированные. Согласно проведенному исследованию, на территории кладбища в настоящий момент нет естественной растительности. Природный лесной массив, состоящий из ели и березы, был уничтожен и замещен посадками в процессе эксплуатации. Авторы отмечают различные способы формирования дендрофлоры: часть видов – результат стихийных посадок; *Tilia cordata*, *Picea obovata*, *Pinus sibirica* были посажены в ходе благоустройства территории; некоторые виды заселились самостоятельно.

Комплексного исследования флоры не проводилось, что определило цель нашей работы.

Полевой этап включал сбор образцов сосудистых растений. Он проводился на территории Егошихинского некрополя маршрутным методом в течение вегетационных сезонов 2015–2023 гг. При сборе использовали общепринятую методику гербаризации: травянистые растения выкапывались целиком, от древесных отделялась ветка нужного размера. Образцы помещались в гербарные папки, сразу снабжались этикетками. На этикетке отмечались дата сбора, название фитоценоза, географические координаты, определенные с помощью спутникового навигатора (GPS, ГЛОНАСС), система координат WGS-84. При прокладке маршрутов учитывался захват максимального разнообразия фитоценозов. Виды, достоверно определяемые в поле, заносились в полевой дневник. Всего было собрано около 260 образцов.

Второй этап – камеральный. Обработка собранного материала проходила в исследовательской лаборатории кафедры ботаники ПГГПУ. Обработка материала включает:

- видовую идентификацию образца;
- внесение информации в базу данных;
- монтировка образца на картон.

Определение сосудистых растений проводили по общепринятым методикам исследования флоры, используя все доступные определители [3; 8].

Информация об образцах внесена в базу данных гербария ПГГПУ. Идентифицированные образцы хранятся в гербарии кафедры ботаники ПГГПУ (РРУ).



В ходе нашей работы на территории парка было выявлено 202 вида сосудистых растений, относящихся к 143 родам, 49 семействам, 5 классам и 4 отделам.

Ниже приводится аннотированный список видов в порядке латинского алфавита. Названия видов приведены в соответствии с «Иллюстрированным определителем растений Пермского края» [3] и сводкой Черепанова [7]. Виды, отмеченные в работе Н.А. Молгановой и С.А. Овеснова [5], отмечены символом «*». Для каждого вида приводятся фитоценоз и координаты места сбора.

Отдел Equisetophyta – Хвощевидные

Класс Equisetopsida – Хвощовые

Сем. Equisetaceae – Хвощовые

1. *Equisetum hyemale* L. – Хвощ зимующий.

В липовом парке.

2. *Equisetum pratense* Ehrh. – Хвощ луговой.

В кладбищенском парке.

3. *Equisetum sylvaticum* L. – Хвощ лесной.

В кладбищенском парке.

4. *Equisetum fluviatile* L. – Хвощ приречный.

На заболоченном берегу Егошихи.

Отдел Polypodiophyta – Папоротникообразные

Класс Polypodiopsida – Папоротниковые

Сем. Athyriaceae – Кочедыжниковые

5. *Athyrium filix-femina* (L.) Roth – Кочедыжник женский.

В кладбищенском парке, в овраге.

Сем. Dryopteridaceae – Щитовниковые

6. *Dryopteris carthusiana* (Vill.) Н.Р. Fuchs – Щитовник шартрский.

В кладбищенском парке.

Сем. Onocleaceae – Оноклеевые

7. *Matteuccia struthiopteris* (L.) Tod. – Страусник обыкновенный.

В кладбищенском парке.

Отдел Pinophyta – Голосеменные

Класс Pinopsida – Хвойные

Сем. Pinaceae – Сосновые

8. **Picea obovata* Ledeb. – Ель сибирская.

В кладбищенском парке.

9. **Pinus sibirica* Du Tour – Сосна сибирская.

В кладбищенском парке.

Отдел Magnoliophyta – Покрытосеменные

Класс Liliopsida – Однодольные

Сем. Asparagaceae – Спаржевые

10. *Asparagus officinalis* L. – Спаржа лекарственная.

На обочине дороги вблизи реки.

11. *Muscari alpanicum* Schchian – Гадючий лук.

На обочине дороги вблизи реки.

12. *Hosta sp.* – Хоста.

В липовом парке.

Сем. Cyperaceae – Осоковые

13. *Carex macroura* Meish. – Осока большехвостая.

В березняке травяном.

14. *Carex praecox* Schreb. – Осока ранняя.

В кладбищенском парке, на склоне оврага.

15. *Scirpus sylvaticus* L. – Камыш лесной.

На разнотравном лугу в пойме ручья.

Сем. Juncaceae – Ситниковые

16. *Juncus tenuis* Willd. – Ситник тонкий.

На разнотравном лугу в пойме ручья.

17. *Luzula pilosa* (L.) Willd – Ожика волосистая.

В березняке травяном.

Сем. Lemnaceae – Рясковые

18. *Lemna minor* L. – Ряска малая.

В заболоченной пойме Стикса.

Сем. Liliaceae – Лилейные

19. *Convallaria majalis* L. – Ландыш майский.

В кладбищенском парке.

20. *Polygonatum multiflorum* (L.) All. – Купена многоцветковая.

В кладбищенском парке.

Сем. Poaceae – Злаки

21. *Agropyron repens* L. – Пырей ползучий.

В липовом парке.

22. *Agrostis tenuis* Sibth. – Полевица тонкая.

В березняке травяном.

23. *Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv. – Коротконожка перистая.

На разнотравном лугу на склоне.

24. *Bromus inermis* Leuys. – Костер безостый.

В липовом парке.

25. *Dactylis glomerata* L. – Ежа сборная.

В кладбищенском парке, на обочине дороги.

26. *Cinna latifolia* (Trev) Griseb – Цинна широколистная.

В липовом парке.

27. *Elymus caninus* (L.) L. – Пырейник собачий.

В кладбищенском парке.

28. *Glyceria plicata* (Fries) Fries – Манник складчатый.

В кладбищенском парке, на берегу ручья.

29. *Lolium remotum* Schrank – Плевел расставленный.

В кладбищенском парке, на газоне.

30. *Melica nutans* L. – Перловник поникший.

В березняке.



31. *Milium effusum* L. – Бор развесистый.

В липовом парке.

32. *Phleum phleoides* (L.) H. Karst. – Тимофеевка степная.

На суходольном лугу.

33. *Phleum pratense* L. – Тимофеевка луговая.

На разнотравном лугу в пойме ручья.

34. *Poa annua* L. – Мятлик однолетний.

В кладбищенском парке.

35. *Poa nemoralis* L. – Мятлик лесной.

В кладбищенском парке, на газоне.

36. *Poa pratensis* L. – Мятлик луговой.

На разнотравном лугу в пойме ручья. В липовом парке.

37. *Poa trivialis* L. – Мятлик обыкновенный.

В кладбищенском парке, на асфальтированной дороге.

Класс Magnoliopsida – Двудольные

Сем. Aceraceae – Кленовые

38. **Acer negundo* L. – Клен американский.

В кладбищенском парке.

39. **Acer platanoides* L. – Клен платанолистный.

В кладбищенском парке.

Сем. Apiaceae – Зонтичные

40. *Aegopodium podagraria* L. – Сныть обыкновенная.

В кладбищенском парке.

41. *Angelica decurrens* (Ledeb.) V. Fedtsch. – Дудник низбегающий.

В кладбищенском парке, в пойме реки.

42. *Carum carvi* L. – Тмин обыкновенный.

На обочинах дорог, опушках.

43. *Pastinaca sylvestris* Mill. – Пастернак лесной.

Луг в пойме ручья.

Сем. Arosunaceae – Кутровые

44. **Vinca minor* L. – Барвинок малый.

В березняке.

Сем. Aristolochiaceae – Кирказоновые

45. *Asarum europaeum* L. – Копытень европейский.

В липовом парке.

Сем. Сложноцветные – Asteraceae

46. *Achillea millefolium* L. – Тысячелистник обыкновенный.

В кладбищенском парке, на асфальтированной дороге.

47. *Aster amellus* L. – Астра степная.

В кладбищенском парке, на газоне.

48. *Arctium tomentosum* Mill. – Лопух войлочный.

В кладбищенском парке.

49. *Artemisia vulgaris* L. – Полынь обыкновенная.

В кладбищенском парке.

50. *Artemisia absinthium* L. – Полынь горькая.
На обочинах дорог.
51. *Bellis perennis* L. – Маргаритка обыкновенная.
В кладбищенском парке.
52. *Bidens tripartita* L. – Черёда трехраздельная.
В кладбищенском парке, в пойме ручья.
53. *Carduus acanthoides* L. – Чертополох колючий.
В кладбищенском парке.
54. *Carduus crispus* L. – Чертополох курчавый.
В кладбищенском парке, на обочине дороги.
55. *Carlina bibersteinii* Bernh. Ex Hornem – Колючник Биберштейна.
На суходольном лугу у дороги.
56. *Centaurea phrygia* L. – Василек фригийский.
В липовом парке.
57. *Cicerbita uralensis* (Rouy) Beauverd – Цицербита уральская.
В липовом парке.
58. *Inula helenium* L. – Девясил высокий.
В кладбищенском парке, в пойме ручья.
59. *Lapsana communis* L. – Бородавочник обыкновенный.
В кладбищенском парке.
60. *Lepidotheca suaveolens* (Pursh) Nutt. – Ромашка пахучая.
В кладбищенском парке.
61. *Leucanthemum vulgare* Lam. – Нивяник обыкновенный.
В кладбищенском парке.
62. *Pyrethrum parthenium* (L.) J.G. Sm. – Пиретрум девичий.
В кладбищенском парке.
63. *Rudbeckia hirta* L. – Рудбекия жестковолосистая.
В кладбищенском парке.
64. *Rudbeckia laciniata* L. – Рудбекия рассеченная.
В кладбищенском парке, в пойме ручья.
65. *Senecio vulgaris* L. – Крестовник обыкновенный.
В кладбищенском парке, на клумбе.
66. *Solidago canadensis* L. – Золотарник канадский.
На разнотравном лугу на обочине дороги.
67. *Solidago virgaurea* L. – Золотарник обыкновенный.
В березовом парке.
68. *Sonchus oleraceus* L. – Осот огородный.
В кладбищенском парке.
69. **Taraxacum officinale* Wigg. – Одуванчик лекарственный.
В кладбищенском парке, повсеместно.
70. *Tussilago farfara* L. – Мать-и-мачеха обыкновенная.
В кладбищенском парке, повсеместно.

**Сем. Balsaminaceae – Недотроговые**

71. *Impatiens glandulifera* Royle – Недотрога железконосная.

В кладбищенском парке, в пойме ручья.

72. *Impatiens noli-tangere* L. – Недотрога обыкновенная.

В кладбищенском парке.

Сем. Betulaceae – Березовые

73. **Alnus incana* (L.) Moench – Ольха серая.

В кладбищенском парке.

74. **Betula pendula* Roth. – Береза повислая.

В кладбищенском парке.

Сем. Boraginaceae – Бурачниковые

75. *Myosotis arvensis* (L.) Hill – Незабудка полевая.

В кладбищенском парке.

76. *Myosotis palustris* (L.) L. – Незабудка болотная.

В кладбищенском парке.

77. *Myosotis sylvatica* Ehrh. ex Hoffm. – Незабудка лесная.

В кладбищенском парке, на тропинке.

78. *Symphytum officinale* L. – Окопник лекарственный.

В липовом парке.

Сем. Brassicaceae – Крестоцветные

79. *Armoracia rusticana* Gaertn., В. Mey. Et Schreb. – Хрен обыкновенный.

В кладбищенском парке.

80. *Berteroa incana* (L.) DC. – Икотник серый.

В кладбищенском парке, на асфальтированной дорожке.

81. *Bunias orientalis* L. – Свербига восточная.

На суходольном лугу на обочине дороги.

82. *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik – Пастушья сумка.

В кладбищенском парке.

83. *Cardamine impatiens* L. – Сердечник недотрога.

В кладбищенском парке.

84. *Erysimum cheiranthoides* L. – Желтушник левкойный.

В кладбищенском парке.

85. *Hesperis ruscotricha* Worbaset Degen – Вечерница густоволосистая.

В кладбищенском парке.

86. *Rorippa palustris* (L.) Besser – Жерушник болотный.

В липовом парке.

87. *Sisymbrium officinale* (L.) Scop. – Гулявник лекарственный.

В кладбищенском парке.

88. *Thlaspi arvense* L. – Ярутка полевая.

В кладбищенском парке, на обочине грунтовой дороги.

Сем. Campanulaceae – Колокольчиковые

89. *Campanula latifolia* L. – Колокольчик широколистный.

В кладбищенском парке, на обочине дороги.

90. *Campanula patula* L. – Колокольчик раскидистый.

На разнотравном лугу на обочине дороги.

91. *Campanula rapunculoides* L. – Колокольчик рапунцелевидный.

На разнотравном лугу на обочине дороги.

Сем. Cannabaceae – Коноплевые

92. *Humulus lupulus* L. – Хмель обыкновенный.

В липовом парке.

Сем. Caprifoliaceae – Жимолостные

93. **Sambucus sibirica* Nakai – Бузина сибирская.

В кладбищенском парке.

94. **Viburnum opulus* L. – Калина обыкновенная.

В кладбищенском парке.

Сем. Caryophyllaceae – Гвоздичные

95. *Dianthus barbatus* L. – Гвоздика бородатая.

В кладбищенском парке, на клумбе.

96. *Dianthus deltoides* L. – Гвоздика травянка.

На обочинах дорог.

97. *Silene nutans* L. – Смолевка поникшая.

В кладбищенском парке, на асфальтированной дороге.

98. *Stellaria bungeana* Fenzl in Ledeb. – Звездчатка Бунге.

В кладбищенском парке, в березняке.

99. *Stellaria holostea* L. – Звездчатка жестколистная.

В кладбищенском парке.

100. *Stellaria media* (L.) Vill. – Звездчатка средняя.

В липовом парке.

Сем. Chenopodiaceae – Маревые

101. *Chenopodium album* L. – Марь белая.

В липовом парке.

102. *Chenopodium urbicum* L. – Марь городская.

В кладбищенском парке.

Сем. Convolvulaceae – Вьюнковые

103. *Calystegia sepium* (L.) R. Br. – Повой заборный.

В кладбищенском парке, в пойме ручья.

104. *Convolvulus arvensis* L. – Вьюнок полевой.

В кладбищенском парке.

Сем. Fabaceae – Бобовые

105. **Caragana arborescens* Lam. – Карагана древовидная.

В кладбищенском парке.

106. *Lathyrus vernus* L. – Чина весенняя.

В березняке.

107. *Lathyrus pratensis* L. – Чина луговая.

На опушках, суходольном лугу вблизи дорог.

108. *Medicago sativa* L. – Люцерна посевная.

В кладбищенском парке.



109. *Melilotus albus* Medik – Донник белый.

В кладбищенском парке.

110. *Trifolium medium* L. – Клевер средний.

В кладбищенском парке, на берегу ручья.

111. *Trifolium pratense* L. – Клевер луговой.

На обочинах дорог.

112. *Vicia cracca* L. – Горошек мышиный.

В кладбищенском парке, на обочине грунтовой дороги.

113. *Vicia sepium* L. – Горошек заборный.

В кладбищенском парке, на поляне.

Сем. *Fagaceae* – Буковые

114. *Quercus robur* L. – Дуб черешчатый.

В кладбищенском парке.

Сем. *Geraniaceae* – Гераниевые

115. *Geranium sylvaticum* L. – Герань лесная.

В смешанных лесах, на опушках.

116. *Geranium sibiricum* L. – Герань сибирская.

В кладбищенском парке.

Сем. *Lamiaceae* – Губоцветные (Яснотковые)

117. *Ajuga reptans* L. – Живучка ползучая.

В липовом парке.

118. *Galeopsis speciosa* Mill. – Пикульник красивый.

В кладбищенском парке, на поляне.

119. *Lamium album* L. – Яснотка белая.

В кладбищенском парке, на клумбе.

120. *Mentha longifolia* (L.) Huds. – Мята длиннолистная.

В кладбищенском парке, в пойме ручья.

121. *Prunella vulgaris* L. – Черноголовка обыкновенная.

В кладбищенском парке, на обочине грунтовой дороги.

Сем. *Malvaceae* – Мальвовые

122. *Lavatera thuringiaca* L. – Хатьма тюрингенская.

На разнотравном лугу на обочине дороги.

123. **Tilia cordata* Mill – Липа сердцелистная.

В кладбищенском парке.

Сем. *Oleaceae* – Маслинные

124. **Syringa josikaea* Jacq. fil. – Сирень венгерская.

В кладбищенском парке.

125. **Syringa vulgaris* L. – Сирень обыкновенная.

В кладбищенском парке.

Сем. *Onagraceae* – Кипрейные

126. *Chamerion angustifolium* L. Scop – Иван-чай узколистный.

В кладбищенском парке.

127. *Epilobium adenocaulon* Hausskn. – Кипрей железистостебельный.

В кладбищенском парке, в пойме ручья, липовом парке.

128. *Epilobium nervosum* Boiss. & Buhse – Кипрей жилковатый.

В липовом парке.

Сем. Oxalidaceae – Кислицевые

129. *Oxalis acetosella* L. – Кислица обыкновенная.

В липовом парке.

130. *Oxalis corniculata* L. – Кислица рожковая.

В кладбищенском парке.

Сем. Papaveraceae – Маковые

131. *Chelidonium majus* L. – Чистотел большой.

В кладбищенском парке.

132. *Papaver rhoeas* L. – Мак самосейка.

В кладбищенском парке.

Сем. Plantaginaceae – Подорожниковые

133. *Plantago lanceolata* L. – Подорожник ланцетолистный.

На обочинах дорог.

134. *Plantago major* L. – Подорожник большой.

В кладбищенском парке.

135. *Plantago media* L. – Подорожник средний.

На обочинах дорог, опушках.

Сем. Polygonaceae – Гречишные

136. *Polygonum arenastrum* Voreau – Горец полевой.

В липняке, кладбищенском парке, пойме ручья.

137. **Polygonum aviculare* L. – Горец птичий.

В кладбищенском парке.

138. *Polygonum persicaria* L. – Горец почечуйный.

В кладбищенском парке.

139. *Reynoutria sachalinensis* (F. Schmidt) Nakai in T. Mori – Горец сахалинский.

В кладбищенском парке, на тропинке.

140. *Rumex sylvestris* (Lam.) Wallr. – Щавель лесной.

В липняке, кладбищенском парке.

Сем. Primulaceae – Первоцветные

141. *Lysimachia vulgaris* L. – Вербейник обыкновенный.

В кладбищенском парке.

Сем. Ranunculaceae – Лютиковые

142. *Anemone altaica* Fisch. ex С.А. Меу. – Ветреница алтайская.

В кладбищенском парке. В липовом парке.

143. *Anemone ranunculoides* L. – Ветреница лютиковая.

В кладбищенском парке.

144. *Aquilegia vulgaris* L. – Водосбор обыкновенный.

В липняке.

145. *Caltha palustris* L. – Калужница болотная.

В кладбищенском парке, на дне оврага в русле ручья.



146. *Delphinium consolida* L. – Живокость полевая.

В липовом парке.

147. *Delphinium elatum* L. – Живокость высокая.

В кладбищенском парке, на клумбе.

148. *Ranunculus acris* L. – Лютик едкий.

В кладбищенском парке, повсеместно.

149. *Ranunculus cassubicus* L. – Лютик кашубский.

В кладбищенском парке, березовом парке, липовом парке.

150. *Ranunculus fallax* (Wimm.et Grab.) Sloboda – Лютик обманчивый.

В кладбищенском парке.

151. *Ranunculus polyanthemos* L. – Лютик многоцветковый.

Пойменный луг.

152. *Ranunculus repens* L. – Лютик ползучий.

В кладбищенском парке.

Сем. *Rhamnaceae* – Крушиновые

153. **Frangula alnus* Mill. – Крушина ломкая.

В кладбищенском парке, повсеместно.

Сем. *Rosaceae* – Розовые

154. *Alchemilla baltica* Sam. ex Juz. – Манжетка балтийская.

На снытьевом лугу.

155. *Alchemilla vulgaris* L. s. l. – Манжетка обыкновенная.

В кладбищенском парке, повсеместно.

156. *Amelanchier florida* Lindl. – Ирга многоцветковая.

В березняке.

157. **Amelanchier ovalis* Medikus – Ирга овальная.

В березняке.

158. **Cerasus vulgaris* Mill. – Вишня обыкновенная.

В березовом парке, кладбищенском парке.

159. *Cotoneaster integerrimus* Medikus – Кизильник
цельнокрайнолистный.

На разнотравном лугу в пойме ручья

160. *Crataegus maximowiczii* С.К. Schneid. – Боярышник Максимовича.

В березовом парке.

161. **Crataegus sanguinea* Pall. – Боярышник кроваво-красный.

На разнотравном лугу на склоне.

162. *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. – Таволга вязолистная.

На обочине дороги.

163. *Fragaria ananassa* Duch. – Земляника ананасная.

В кладбищенском парке.

164. *Fragaria moschata* (Duch.) Weston – Земляника мускусная.

В кладбищенском парке, на дороге.

165. *Geum urbanum* L. – Гравилат городской.

В кладбищенском парке.

166. **Malus baccata* (L.) Borkh. – Яблоня ягодная.

В кладбищенском парке.

167. **Malus domestica* Borkh. – Яблоня домашняя.

На разнотравном лугу в пойме ручья.

168. **Malus sylvestris* Mill. – Яблоня лесная.

В березовом парке. На обочине дороги в липовом парке.

169. **Padus avium* Mill. – Черемуха обыкновенная.

В кладбищенском парке.

170. *Padus virginiana* (L.) Mill. – Черемуха виргинская.

В кладбищенском парке, на склоне оврага. В березовом парке.

171. *Potentilla anserina* L. – Лапчатка гусиная.

В кладбищенском парке, на газоне.

172. *Potentilla argentea* L. – Лапчатка серебристая.

В кладбищенском парке, на асфальтированной дороге.

173. *Potentilla goldbachii* Rupr. – Лапчатка Гольдбаха.

В кладбищенском парке.

174. *Potentilla norvegica* L. – Лапчатка норвежская.

В кладбищенском парке.

175. **Rosa acicularis* Lindl. – Шиповник игольчатый.

В кладбищенском парке.

176. **Rosa majalis* Herrm. – Шиповник коричный.

В кладбищенском парке.

177. **Rubus caesius* L. – Ежевика сизая.

В кладбищенском парке, в овраге.

178. **Rubus idaeus* L. – Малина обыкновенная.

В кладбищенском парке.

179. **Sorbaria sorbifolia* (L.) A. Braun in Asch. – Рябинник
рябинолистный.

В кладбищенском парке, на тропинке.

180. **Sorbus aucuparia* L. – Рябина обыкновенная.

В кладбищенском парке.

181. **Spiraea chamaedrifolia* L. – Спирея дубровколистная.

В кладбищенском парке.

182. *Spiraea crenata* L. – Спирея городчатая.

В липовом парке.

Сем. Rubiaceae – Мареновые

183. *Galium boreale* L. – Подмаренник северный.

В березовом парке.

184. *Galium mollugo* L. – Подмаренник мягкий.

В кладбищенском парке, на асфальтированной дороге.

Сем. Salicaceae – Ивовые

185. **Populus laurifolia* Ledeb. – Тополь лавролистный.

В кладбищенском парке, на обочине.

186. **Populus berolinensis* (C. Koch) Dipp. – Тополь берлинский.

В кладбищенском парке.



187. **Populus tremula* L. – Тополь дрожащий.

В кладбищенском парке, в смешанном лесу, на склоне коренного берега Егошихи.

188. **Salix caprea* L. – Ива козья.

В кладбищенском парке.

Сем. Saxifragaceae – Камнеломковые

189. *Bergenia crassifolia* (L.) Fritsch – Бадан толстолистный.

В кладбищенском парке.

190. *Grossularia uva-crispa* (L.) Mill. – Крыжовник обыкновенный.

В кладбищенском парке.

191. **Grossularia reclinata* (L.) Mill – Крыжовник отклоненный.

В кладбищенском парке.

192. **Ribes nigrum* L. – Смородина черная.

В кладбищенском парке, повсеместно.

193. **Ribes rubrum* L. – Смородина красная.

В кладбищенском парке.

194. **Ribes spicatum* E. Robson in With. – Смородина колосистая.

В кладбищенском парке.

Сем. Scrophulariaceae – Норичниковые

195. *Linaria vulgaris* Mill. – Лянянка обыкновенная.

В кладбищенском парке, на асфальтированной дорожке.

196. *Scrophularia nodosa* L. – Норичник узловатый.

В кладбищенском парке.

197. *Veronica chamaedrys* L. – Вероника дубравная.

В кладбищенском парке.

198. *Veronica officinalis* L. – Вероника лекарственная.

В кладбищенском парке, в березняке.

Сем. Ulmaceae – Вязовые

199. **Ulmus glabra* Huds. – Вяз шершавый.

В липовом парке, кладбищенском парке, на склоне оврага.

200. **Ulmus laevis* Pall. – Вяз гладкий.

В кладбищенском парке.

Сем. Urticaceae – Крапивные

201. *Urtica dioica* L. – Крапива двудомная.

В кладбищенском парке, повсеместно.

Сем. Valerianaceae – Валериановые

202. *Valeriana wolgensis* Kazak. – Валериана волжская.

В кладбищенском парке, на обочине грунтовой дороги.

Таксономический анализ показал, что доля десяти ведущих семейств составляет 61 % от общего количества видов во флоре ООПТ. Среди них доминирующими являются семейства: Rosaceae (29 видов), Asteraceae (25 видов), Poaceae (17 видов), Ranunculaceae (11 видов), Brassicaceae (10 видов).

Результаты биоморфологического анализа указывают на преобладание гемикриптофитов – 93 вида растений (46 %). Следом за гемикриптофитами идут фанерофиты – 37 видов (18,3 %). 21 вид (10,4 %) принадлежит к терофитам – однолетним растениям, переносящим неблагоприятный период года (зиму) в виде семян. Геофиты на территории Егошихинского парка представлены 19 видами сосудистых растений, что составляет 9,4 % от общего их числа. Самые бедные видами жизненные формы: хамефиты – 7 видов (3,5 %) и гидрофиты – 1 вид (*Lemna minor* L.). Распределение видов по жизненным формам показано на рис. 1.

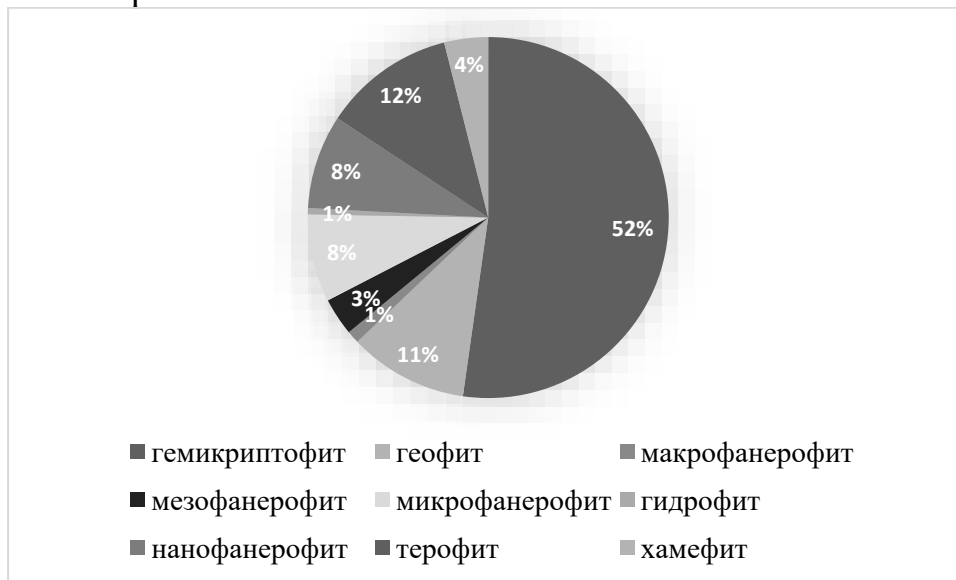


Рис. 1. Спектр жизненных форм растений Егошихинского кладбища

Экологический анализ показал (табл. 1), что доминирующими группами по отношению к влажности являются мезофиты – 79,2 % (160 видов). На втором месте располагаются гигрофиты – 9,9 % (20 видов), незначительную долю составляют ксеромезофиты (4,5 %).

Таблица 1

Сравнение экологических групп по отношению к условиям увлажнения во флоре Егошихинского кладбища

Экологическая группа	Доля от общего числа видов флоры Егошихинского парка, %
Мезофит	79,2
Гигрофит	9,9
Ксеромезофит	4,5
Мезоксерофит	1,5
Гидрофит	1
Гигромезофит	0,5
Мезогигрофит	0,5
Психрофит	0,5



Список литературы

1. Атлас особо охраняемых природных территорий Пермского края / под ред. С.А. Бузмакова. – Пермь : Астер, 2017. – 512 с.
2. Голованов Я.М., Абрамова Л.М. Закономерности формирования флоры кладбищ в городах Южного Предуралья Республики Башкортостан // Поволжский экологический журнал. – 2017. – № 4. – С. 323–334.
3. Иллюстрированный определитель растений Пермского края / С.А. Овеснов, Е.Г. Ефимик, Т.В. Козьминых и др.; под ред. С.А. Овеснова. – Пермь : Кн. мир, 2007. – 743 с.
4. Матвеева Н.В. Зональность в растительном покрове Арктики. – СПб., 1998. – 219 с.
5. Молганова Н.А., Овеснов С.А. Древесно-кустарниковые растения природного культурно-мемориального парка «Егошихинское кладбище» // Вестник Удмуртского университета. Серия: Биология. Науки о Земле. – 2014. – № 3. – С. 140–142.
6. Об утверждении положения об особо охраняемой природной территории местного значения – природном культурно-мемориальном парке «Егошихинское кладбище»: постановление администрации г. Перми от 26 октября 2009 г. № 722 // Администрация города Перми. – URL: http://www.gorodperm.ru/upload/pages/559/IEgoshihinskoje_kladbishhe.doc (дата обращения: 16.11.2023).
7. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). – СПб. : Мир и семья, 1995. – 992 с.
8. Шкараба Е.М. Деревья и кустарники Прикамья : определитель-справочник. – Пермь : Кн. мир, 2003. – 184 с.

УДК 599.735.31:591.526

DOI: 10.24412/2308-7188-2023-1-132-140

Семенов Виктор Валерьевич

кандидат географических наук, научный сотрудник

*ФГБУ «Государственный заповедник «Басеги»», Гремячинск, Россия
618276, Пермский край, г. Гремячинск, ул. Ленина, д. 100
Тел. (34250)2-74-04, e-mail: zbasegi@mail.ru*

РЕЗУЛЬТАТЫ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СПОСОБЫ ОЦЕНКИ ЧИСЛЕННОСТИ ЛОСЯ НА ТЕРРИТОРИИ ЗАПОВЕДНИКА «БАСЕГИ» В ЛЕТНИЙ И ЗИМНИЙ ПЕРИОД

Viktor V. Semenov

Candidate of Geographical Sciences, Researcher

*State Reserve 'Basegi'
100, Lenin, 618276, Gremyachinsk, Perm Krai, Russia
Tel. (34250)2-74-04, e-mail: zbasegi@mail.ru*

RESULTS AND PROMISING WAYS TO ESTIMATE THE NUMBER OF MOOSE ON THE TERRITORY OF THE BASEGI RESERVE IN SUMMER AND WINTER

Аннотация. Анализируются эффективность и перспективы применения трех различных подходов к учету поголовья лосей на территории заповедника «Басеги» (Пермский край, Средний Урал) в периоды их максимальной (лето – осень) и минимальной (конец зимы) численности. На основании многолетних (1984–2023) данных зимних маршрутных приводятся сведения о динамике расчетной плотности населения вида и абсолютной численности лося в Басегах в зимнее время года. По итогам наблюдений 2022 г. исследуются возможные перспективы оценки численности поголовья лосей в летнее время года на основании материалов с автономных камер фотоловушек и данных следовых учетов по первому снегу.

Ключевые слова: лось, поголовье, максимальная летняя численность, минимальная зимняя численность, миграции, зимние маршрутные учеты, фотоловушки, учеты по первому снегу, многолетняя динамика.

Abstract. The article analyzes the effectiveness and prospects of applying three different approaches to accounting for the number of moose on the territory of the Basegi Reserve (Perm Krai, Middle Urals) during their maximum (summer – autumn) and minimum (late winter) numbers. On the basis of a long-term (1984–



2023) series of winter route records (ZMU), information is provided on the dynamics of the estimated population density of the species and the absolute number of moose in Basegs in the winter season. Based on the results of observations in 2022, possible prospects for estimating the number of moose livestock in the summer are estimated based on materials from autonomous camera traps and data from trace records for the first snow.

Key words: elk, livestock, maximum summer number, minimum winter number, migrations, winter route records, photo.

Лось на Среднем Урале – это один из наиболее ценных и широко востребованных объектов любительской охоты и промысла. Поэтому оценка практической роли заповедника «Басеги» как строго охраняемого естественного резервата этого вида весьма актуальна для организации эффективного охотничьего хозяйства на сопредельных участках Горнозаводского Урала.

За 40 лет наблюдений (1984–2023) в заповеднике «Басеги» накоплен обширный банк данных по разным аспектам экологии лося [1–6]. Применительно к охраняемой территории четко выделяются два основных сезонных периода, отличных по количественным характеристикам поголовья данного вида [1; 2]. Первый период характеризует максимальная летне-осенняя численность животных, определяемая до начала их миграции за Урал. Второй период характеризует минимальная зимняя численность животных, определяемая при завершении вышущуказанной миграции и максимальной высоте снежного покрова (февраль – март).

Во время ежегодных миграционных циклов лося, приходящихся на вторую половину октября – январь (зимняя миграция за Урал) и конец апреля – июнь (возвратная миграция из-за Урала), поголовье этих зверей в заповеднике представляет собой нарастающую (поздняя весна – лето) или убывающую (поздняя осень – зима) переменную величину.

Многолетние данные по оценке зимней численности лосей методом следовых учетов по белой тропе

Для изучения многолетней динамики минимальной зимней численности лося в заповеднике «Басеги» применяется типовой метод зимнего маршрутного учета (ЗМУ) [7; 8; 11]. Наблюдения проводятся на постоянной сетке маршрутов во второй половине зимы ежегодно с 1984 г. Многолетняя динамика расчетного показателя плотности населения лося (особей/1000 га) показана на рис. 1. На представленном графике явно прослеживается тенденция на увеличение числа зимующих в заповеднике животных, наблюдаемая в последние 15 лет. Вероятно, это является следствием продолжительной череды относительно малоснежных зим, в ходе которых лоси имели возможность широко перемещаться по охраняемой территории, не уходя за Урал и не вставая на ограниченные по площади зимние стойбища.

Второй момент, обращающий на себя внимание, – это многочисленные провалы в оценке показателей расчетной плотности населения вида методом ЗМУ (рис 1). Учеты ряда лет демонстрируют «полное отсутствие лосей» в заповеднике. За все время наблюдений такие случаи, ставшие следствием отсутствия регистраций свежих суточных переходов лося на маршрутах, наблюдались в 10 зимних сезонах из 40: 1994, 1995, 1998, 2000, 2002–2004, 2008, 2020, 2021 гг. При этом, судя по наличию следов большей давности, лоси в эти зимы на территории заповедника, как правило, присутствовали, хотя и в небольшом числе (менее 10 особей). В частности, автором их следы более чем суточной давности неоднократно регистрировались в феврале – марте «пустых» сезонов ЗМУ 2020 и 2021 гг. Однако в итоговые расчеты зимней плотности населения вида эти сведения не попали из-за жестких требований действующей методики [7; 8; 11].

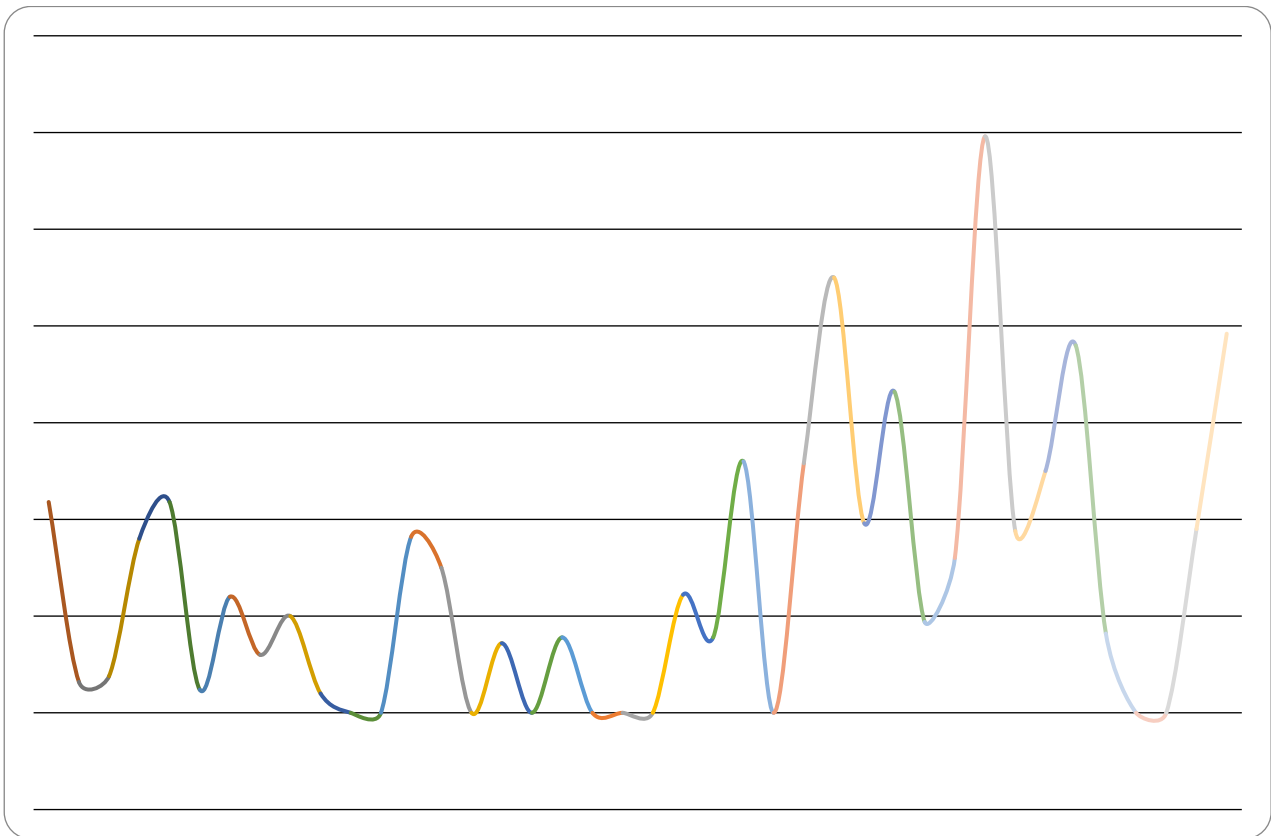


Рис. 1. Динамика многолетних колебаний расчетного показателя плотности населения лося (ос./1000 га) в заповеднике «Басеги» по данным ЗМУ 1984–2023 гг. (на оси абсцисс – порядковые номера годов наблюдений)

Наиболее благоприятными для зимовок лося в Басегах были 2015 г. (расчетная плотность 2,98 ос./1000 га, запас 113 ос./38 000 га заповедной территории), 2010 г. (2,25/85) и 2023 г. (1,95/74). При этом расчетные цифры запаса поголовья вида в заповеднике (абсолютная численность лосей), вероятно, были существенно завышены из-за проведения пересчета плотности их населения на всю площадь особо охраняемой природной территории (ООПТ), без учета обширного процента угодий, где эти животные в периоды



проведения ЗМУ не встречались даже в наиболее благоприятные малоснежные годы. К таким гарантированно пустующим в зимнее время районам в заповеднике относятся: горные тундры, подгольцовые редколесья и наиболее многоснежные участки горных лесов, расположенные вдоль границы с подгольцовым поясом.

По мнению автора, с учетом внесения этой необходимой поправки типовой метод ЗМУ в отношении лосей, населяющих территорию Басегов, будет удовлетворительно работать в относительно редкие для данного горно-таежного района малоснежные зимы. При гораздо более частых критических показателях высоты снежного покрова (более 1 м в лесной зоне и более 1,5 м в горных редколесьях) стандартная методика ЗМУ часто приводит к недоучетам оставшихся на зимовку лосей и требует корректировок с использованием обоснованной экспертной оценки. В многоснежные зимние сезоны поголовье животных, остающееся на ООПТ, незначительно, протяженность перемещений становится минимальной. В результате учетчикам, проходящим по стандартной сетке маршрутов, часто «не везет» со встречами свежих переходов.

На основании более взвешенной экспертной оценки, учитывающей расположение мест регистрации всех лосиных следов и специфику зимнего территориального распределения зверей в наиболее кормных и защищенных угодьях (вырубки и долины рек), можно сделать приблизительные выводы о пределах колебаний абсолютного показателя их зимней численности в заповеднике: от 4–10 особей в многоснежные до 30–40 особей в наиболее благоприятные для вида малоснежные годы.

В целом зимняя численность лосей в заповеднике «Басеги» невысока и заметно уступает аналогичным показателям, отмечаемым для ряда территорий, расположенных на хорошо освоенной и густонаселенной равнинной части Пермского края [9; 10]. Основными причинами такой ситуации, вероятно, являются отсутствие целенаправленных биотехнических мероприятий и критическая для вида высота снежного покрова в горном районе.

Подходы к оценке численности лосей в летне-осенний период

Показатели летней численности лосей в Басегах на протяжении многих лет определялись на основании промеров встреченных в бесснежное время года следов и числа визуальных контактов с животными, отраженных в картотеке встреч [3–6]. По мнению автора, такая оценка по своей точности и объективности заметно уступает типовым расчетам ЗМУ. Для эффективной корректировки полученных материалов наиболее перспективными представляются два направления работы:

1. Индивидуальная идентификация максимально большого числа лосей на максимально обширной заповедной территории с помощью автономных камер фотоловушек.

2. Проведение следовых учетов по первому снегу в период, предшествующий началу зимней миграции.

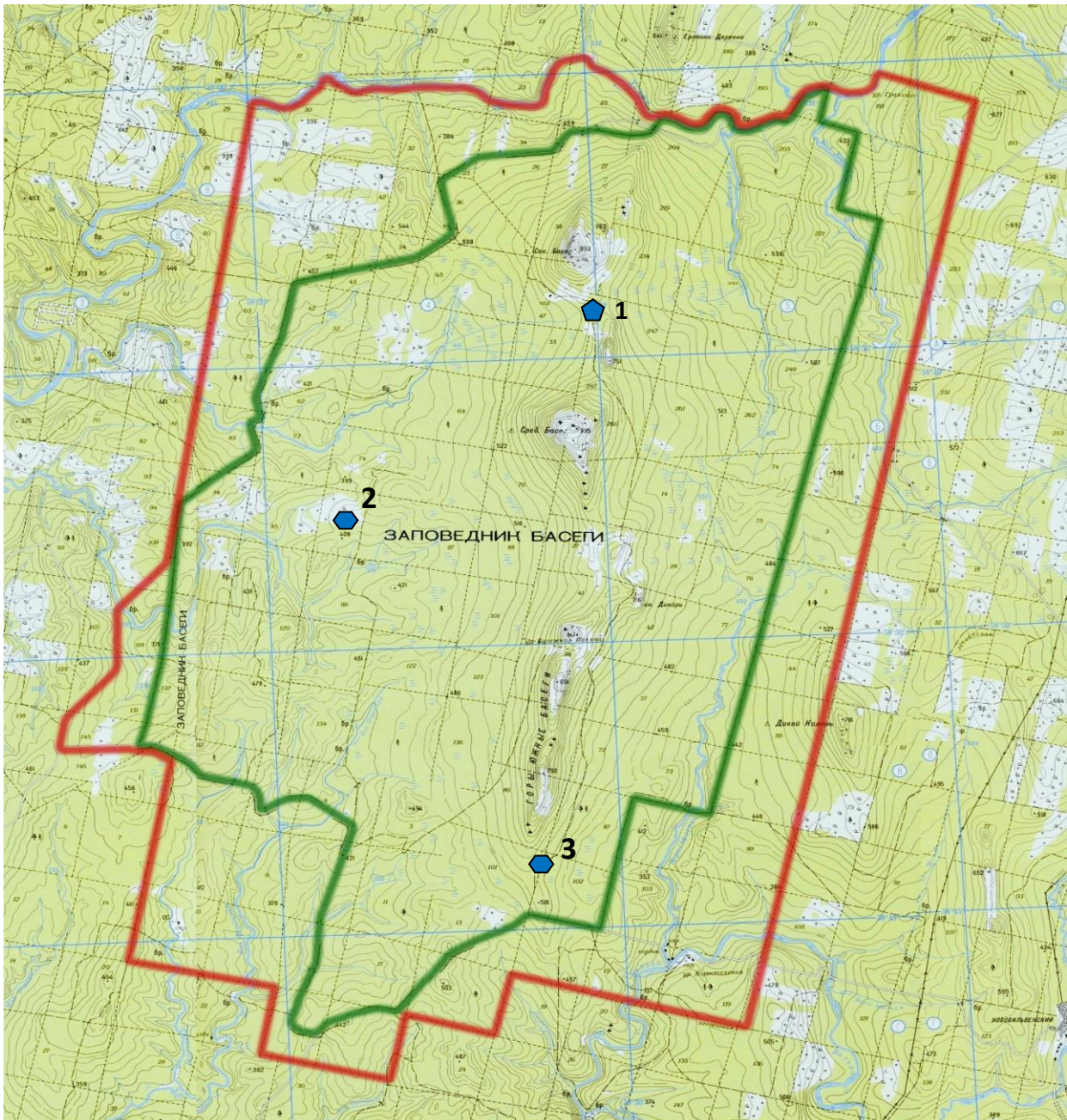


Рис. 2. Районы работы фотоловушек в 2022 г.

Результаты наблюдений с помощью автономных камер-фотоловушек

С 2019 г. в заповеднике начался сбор материалов по лосю с помощью автономных камер-фотоловушек. В первые три года полученные на них снимки зверей были спорадичными и не позволяли делать обширных выводов. Лишь в летне-осенний период 2022 г. с помощью шести установленных на различных участках ООПТ автономных камер (рис. 2) впервые удалось идентифицировать по внешним признакам значительное число самцов (17 особей).

В первом районе установки автономных камер, расположенном на склонах гор Северный Басег, Басежата и Средний Басег (рис. 2), на довольно ограниченной площади функционировали четыре фотоловушки. Ими в период



с 16 июня по 25 октября 2022 г. было отмечено пребывание в данной местности шести разных самцов: четырех взрослых и двух молодых (годовиков) (табл. 1).

Таблица 1

Результаты идентификации самцов по материалам фотоловушек,
установленных в районе 1 (северная часть заповедника)

Дата регистрации	Время регистрации	Число особей и описание рогов самцов
16.06.2022	03:53	3 особи, среди них самец, 4 коротких отростка на широкой лопате + широкая лопата закругленная
29.07.2022	07:32	1 особь, взрослый самец, характер рогов и число отростков по снимку не определить
08.08.2022	05:08	2 особи, самцы: взрослый – 4 отростка без лопаты и молодой – 2 маленьких отростка без лопаты
28.09.2022	00:13	1 особь, самец, 3 отростка без лопаты
25.10.2022	19:08	2 особи, в том числе молодой самец с шишкой рога

Во втором районе наблюдений, на середине дороги между к. Неустроевка и Медвежий угол, в верховьях безымянного ручья, в период с 24 мая по 10 июля одной автономной камерой было зарегистрировано 9 самцов: 7 взрослых и 2 молодых (годовички) (табл. 2).

Таблица 2

Результаты идентификации самцов по материалам фотоловушек,
установленных в районе 2 (центральная часть заповедника)

Дата регистрации	Время регистрации	Число особей и описание рогов самцов
24.05.2022	19: 52	1 особь, самец, два отростка на узкой лопате
24.05.2022	20:08	Та же особь
08.06.2022	19:05	1 особь, самец, 4 отростка + слегка раздвоенная широкая лопата
10.06.2022	04:07	1 особь, самец, 2 отростка + лопата
12.06.2022	03:18	1 особь, молодой самец, шишки рогов
14.06.2022	03:18	1 особь, самец, лопата два отростка (та же особь, что 10.06)
22.06.2022	11:03	2 особи, среди них молодой самец (годовичок) с шишками рогов
02.07.2022	20:22	1 особь, самец, 3 отростка + узкая ровная лопата
02.07.2022	23.01	1 особь, самец, 2 отростка + раздвоенная лопата
10.07.2022	03:54	1 особь, самец, 3 отростка + широкая ровная лопата
10.07.2022	22:10	1 особь, самец, 4 отростка без лопаты

В третьем районе (рис. 2), на дороге от к. Южный до к. Дикарь, в южной части заповедника, была установлена одна фотоловушка. В период с 17 июля до 25 октября в этом районе фотографировались только самки (7 случаев) и особи, пол которых не был определен (6 случаев). Только в конце октября, уже по снегу, в кадрах достоверно появились первые самцы. Всего за период с 25

октября по 1 декабря 2022 г. по снимкам были точно идентифицированы две особи: взрослый лось с четырьмя отростками без лопаты и молодой (годовичок) без рогов (табл. 3).

Таблица 3

Результаты идентификации самцов по материалам фотоловушек,
установленных в районе 3 (южная часть заповедника)

Дата регистрации	Время регистрации	Число особей и описание рогов самцов
25.10.2022	15:17	1 особь, молодой самец без рогов
25.10.2022	15:32	1 особь, молодой самец-годовичок без рогов (та же особь)
27.10.2022	00:28	1 особь, самец, 4 отростка без лопаты
04.11.2022	12:37	1 особь, молодой самец без рогов
04.11.2022	18:54	3 особи, среди них взрослый самец с рогами (отростки не подсчитать)
20.11.2022	19:00	1 особь, самец с рогами без лопаты, число отростков больше 2, точнее не определить

Из-за незначительного числа установленных фотоловушек и малой площади охвата ими обследуемых участков заповедника полученные в 2022 г. материалы, конечно, не позволяют достоверно оценить летнюю численность лосей на всей охраняемой территории. Однако кое-какие предварительные прикидки можно сделать на основании полового и возрастного состава зарегистрированных животных.

Общее число самок, сфотографированных автономными камерами и отмеченных в карточках встреч сотрудниками заповедника за 2022 г., несколько превышало количество снимков и визуальных регистраций самцов (48 и 38 % соответственно). Еще 5 % встреч и фото- и видеофиксаций приходилось на сеголетков и 11 % – на животных, чей пол не был определен.

На основании этих соотношений можно сделать приблизительный расчет совокупной численности зафиксированных камерами животных: 17 самцов (включая годовичков), 22 самки, 2 сеголетка, 4 особи, чей пол не был определен, итого 45 особей. Естественно, что общее число лосей в заповеднике было заметно выше, поскольку установленные видеорегастраторы отслеживали перемещения зверей далеко не на всех подходящих для их обитания участках охраняемой территории.

Учеты лосей по первому снегу в период, предшествующий зимней миграции

Со второй половины октября, после установления постоянного снежного покрова, и до начала массовой зимней миграции на восток поголовье лосей на заповедной территории сохраняет максимальную (летнюю) численность. В этот период звери активно перемещаются по всем высотным поясам: от речных долин до верхней границы горно-лесного и нижних рубежей подгольцового



пояса [1; 2], причем в последней природной зоне их численность становится максимальной: животные интенсивно кормятся корой рябин.

В период проведения позднеосеннего учета 2022 г. в северной части заповедника (11–17 ноября) свежие следы лосей были обнаружены в различных биотопах и на разных высотных поясах горы Северный Басег (табл. 4).

Таблица 4

Результаты следовых учётов лосей в заповеднике Басеги
в позднеосенний период по первому снегу

Дата и место наблюдения	Число особей	Примечания, характеристики и особенности поведения животных
11.11.2022. Пограничная дорога в 3 км севернее пересечения с р. Большой Басег	1	Самец. Перешел через дорогу на запад
12.11.2022. Верховое болото в 1,5 км на юго-восток от к. Счастливый	2	Долговременная стоянка двух особей (пол и возраст не опр.) с двумя лежками, вокруг все истоптано росомажой
13.11.2022. Кв. просека от к. Счастливый к р. Малый Басег	2	Самка с годовиком, в 1200 м от кордона, ушли на запад. Возможно, те же, что и на болоте
14.11.2022. Там же	1	1 самец, движение по просеке с юга на север, от р. М. Басег в сторону кордона (2500–2100 м до к. Счастливый)
14.11.2022. Лес между просекой и болотом в 500 м к востоку от кв. к. Счастливый – р. М. Басег 2 км южнее кордона	2	Стояли на вывале среди переваленных буреломами ручьев – истоков р. М. Басег, ушли при сближении без визуального контакта
16.11.2022. Горные редколесья на южном склоне горы Северный Басег в районе экотропы	2	Двигались вдоль склона горы на восток, кормились корой рябин. За двое суток до этого там же компактно прошли 4 особи (параллельные следы, кормежки, лежки)
16.11.2022. Седловина между горами С. Басег и Басежата	1–2	Движение на восток – северо-восток вдоль лесной седловины
16.11.2022. Тропа на Ср. Басег на западном склоне Басежат	3–4	Движение на север к седловине вдоль горы Басежата (параллельные следы, кормежки, лежки)
16.11.2022. Горный луг в 500 м от научного стационара	1	Движение на восток вдоль склона Северного Басега
17.11.2022. Дорога от к. Счастливый к Б. Басегу в 2 км на юг от отворота к кордону	2–3	Выход на дорогу, многочисленные следы, кормежки на обочине

Судя по табличным данным, позднеосенний период в заповеднике характеризуется высокой и легко фиксируемой по первому снегу активностью лосей. По мнению автора, их следовые учеты в это время целесообразно проводить сразу после установления постоянного снежного покрова, в довольно короткий интервал, гарантированно предшествующий уходу значительной части животных за пределы заповедной территории, то есть с

последней декады октября до середины ноября. При соответствующей организации таких работ и широком охвате полевыми маршрутами основных горных узлов заповедника можно получить весьма точные и объективные сведения о величине максимального (летнего) поголовья лосей на его охраняемой территории.

Список литературы

1. Кичигаев Э.Е. Миграция лосей и их численность в заповеднике «Басеги» // Природные ресурсы Западно-Уральского Нечерноземья, их рациональное использование и охрана. – Пермь, 1995. – С. 29–35.

2. Кичигаев Э.Е. Характер стадности лосей, мигрирующих через горный хребет Басеги // Исследования эталонных природных комплексов Урала. – Екатеринбург : Екатеринбург, 2001. – С. 298–299.

3. Кичигаев Э.Е., Бояршинов В.Д. Состояние численности охотничье-промысловой фауны заповедника «Басеги» // Экономика и охрана биологических ресурсов Прикамья. – Пермь, 1986. – С. 41–42.

4. Кичигаев Э.Е., Курулюк В.М. Состояние численности охотничье-промысловых животных в заповеднике «Басеги» // Состояние и динамика природных комплексов особо охраняемых территорий Урала : тез. докл. науч.-практ. конф., посв. 70-летию Печеро-Илычского зап-ка. – Сыктывкар, 2000. – С. 78–79.

5. Курулюк В.М. Состояние численности охотничье-промысловых животных в заповеднике «Басеги» // Проблемы особо охраняемых природных территорий европейского Севера (к 10-летию национального парка «Югыд ва»). – Сыктывкар, 2004. – С. 84–85.

6. Курулюк В.М. Состояние численности охотничье-промысловых животных в заповеднике «Басеги» // Актуальные проблемы охраны и рационального использования животного мира : матер. VI конф. зоологов Республики Молдова. – Кишинев, 2007. – С. 57–59.

7. Методические рекомендации по определению численности копытных, пушных животных и птиц методом зимнего маршрутного учета : прил. 1 к приказу ФГБУ «Центрохотконтроль» от 13.11.2014 № 58. – 49 с.

8. Методические рекомендации по организации, проведению и обработке данных зимнего маршрутного учета охотничьих животных в России (с алгоритмами расчета численности) / Мин-во сел. хоз-ва РФ. – М., 2009. – 44 с.

9. Предварительные материалы, обосновывающие лимит и квоты (объем) добычи охотничьих ресурсов на территории Пермского края на период с 1 августа 2022 г. до 1 августа 2023 г. – Пермь, 2022. – 58 с.

10. Предварительные материалы, обосновывающие лимит и квоты (объем) добычи охотничьих ресурсов на территории Пермского края на период с 1 августа 2023 г. до 1 августа 2024 г. – Пермь, 2023. – 48 с.

11. Приклонский С.Г. Инструкция по зимнему маршрутному учету охотничьих животных. – М. : Колос, 1972. – 16 с.

УДК 597.851+59.088

DOI: 10.24412/2308-7188-2023-1-141-146

Семухина Анна Сергеевна

магистрант 1-го курса биологического факультета
ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский
университет», г. Пермь, Россия
614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15
e-mail: anyuta.semuhina@yandex.ru

Четанов Николай Анатольевич

кандидат биологических наук, доцент,
доцент кафедры биологии и географии

ФГБОУ ВО «Пермский государственный гуманитарно-педагогический
университет», Пермь, Россия
614990, Пермь, ул. Пушкина, 42
доцент кафедры зоологии позвоночных и экологии
ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский
университет», Пермь, Россия
614990, Пермь, Букирева, 15
e-mail: chetanov@yandex.ru

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ВОДЫ В ТКАНЯХ ТРАВЯНОЙ ЛЯГУШКИ *RANA TEMPORARIA* L., 1758 ПОСЛЕ ЗИМОВКИ

Anna S. Semukhina

1 years magistant of Biological Faculty

Perm State National Research University
15, Bukireva, 614990, Perm, Russia
e-mail: anyuta.semuhina@yandex.ru

Nikolai A. Chetanov

Candidate of Biological Sciences, Docent
Docent of Chair of Zoology Federal

Perm State Humanitarian Pedagogical University
42, Pushkina, 614990, Perm, Russia
Docent of Chair of Zoology of Vertebrates and Ecology
Perm State National Research University
15, Bukireva, 614990, Perm, Russia
e-mail: chetanov@yandex.ru

ASSESSMENT OF WATER CONTENT IN THE TISSUE OF THE COMMON FROG *RANA TEMPORARIA* L., 1758 AFTER WINTERING

Аннотация. Представлены данные по содержанию воды в печени, скелетной мускулатуре, яйцеводах и икре у травяной лягушки из Камского Предуралья в весенний период. Выявлено отсутствие достоверных половых различий для печени и скелетной мускулатуры, однако выявлены достоверные различия с данными по травяной лягушке из Северной Финляндии. Акцентируется внимание на значительно более высоком содержании воды в яйцеводах и сниженном – в икре.

Ключевые слова: содержание воды, ткани, травяная лягушка.

Abstract. The paper presents data on the water content in the liver, skeletal muscles, oviducts and eggs of the common frog from the Kama Cis-Urals in the spring. There were no significant sex differences for the liver and skeletal muscles, but significant differences were found with data on the common frog from Northern Finland. Attention is focused on the significantly higher water content in the oviducts, and the reduced water content in the eggs.

Key words: water content, tissue, common frog.

Травяная лягушка распространена в Европе от Пиренейского полуострова до Западной Сибири [7]. Скорее всего, территория Пермского края целиком входит в ареал травяной лягушки с различной плотностью размещения. Отмечается, что в Пермском крае она распространена повсеместно и является основным видом земноводных по численности, биомассе и роли в экосистемах [13].

За последние полвека изучение травяной лягушки на территории Камского Предуралья шло достаточно активно. Одной из первых работ, посвященных травяной лягушке в Камском Предуралье, можно считать статью А.М. Болотникова, С.М. Хазиевой и Ю.Н. Каменского «К экологии некоторых амфибий Пермской области» [1]. В ней довольно подробно рассматривается фенология травяной лягушки, а также спектр ее питания. После этого выходит большое количество работ, посвященных общим аспектам экологии вида [5], сезонной активности [4], температурным предпочтениям [2], влиянию физико-химического состава воды на жизнедеятельность амфибий [3]. Уточняются границы распространения амфибий на территории области и их биотопическое распределение [6; 10; 11]. Изучается сезонная ритмика у бурых лягушек [12]. Свообразным подведением итогов можно считать монографию «Амфибии и рептилии Камского Предуралья» [9]. Однако ни одна из этих работ не затрагивает вопросы содержания воды в тканях травяной лягушки.

Целью данного сообщения является попытка оценить содержание воды в тканях травяной лягушки в Камском Предуралье.

Травяные лягушки *Rana temporaria* (40 самцов, 30 самок) были отловлены сачком из водоема рядом с промышленной зоной предприятия ИНГК «Промтех» близ р. Гайвы (приток р. Камы, примерно в 1,2 км от устья) 26–27 апреля 2022 г. Практически все особи находились в амplexусе, но были разделены и заморожены при температуре -18°C . Перед перевозкой в место проведения лабораторных исследований животных поместили в температуру -80°C .



Вскрытие и дальнейшая работа проводились на базе лаборатории биоценологии Института биологических проблем Севера Дальневосточного отделения Российской академии наук.

Во время вскрытия исследуемые органы и ткани изымали и взвешивали на электронных весах Ohaus Scout SPX222. Для измерения содержания воды брали навески печени, мышц и икры в размере от 170 до 500 мг, яйцеводы изымали целиком и только с одной стороны.

Взятые навески органов и тканей помещали на полиэтиленовую пленку, после чего заворачивали в фольгу с номером образца и сушили при температуре +105°C в сушильном шкафу двое суток до постоянной массы.

Полученные результаты обрабатывались методами описательной статистики. Сравнение средних проводилось с использованием *t*-критерия Стьюдента [8]. Мы осознаем, что в связи с малыми выборками и значительным отклонением распределения данных от нормального использование параметрического критерия не совсем корректно, однако у нас не было возможности обратиться к первичным данным финских коллег, а *t*-критерий можно применять, опираясь сугубо на представленные в статье значения средних арифметических и их ошибок.

Содержание воды в органах и тканях циклично меняется в течение года, у травяной лягушки постепенно оно увеличивается с момента выхода из «спячки», достигая своего максимального уровня в период размножения (июнь в Финляндии [14], апрель-май в Польше [15; 16]).

Так как в данном исследовании были использованы лягушки, отловленные в период размножения, можно обоснованно предположить, что полученные значения должны являться максимальными для нашего региона.

Для оценки полученных результатов необходимо сравнить их с показателями в других публикациях. Одна из немногих работ, в которых исследовано содержание воды в тканях и органах травяной лягушки в весенний период, – статья S. Pasanen, P. Koskela [14]. Наиболее подходящими для сравнения периодами, описанными в указанной работе, являются периоды Emerging – «выход из зимовки» (апрель у половозрелых, май у молодых) и Spawning «нерест» (начало мая).

Были проведены сравнение содержания воды в печени у животных из Камского Предуралья и Северной Финляндии и оценка половых различий. Результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

Содержание воды в печени травяной лягушки, %

Пол	Наши данные	S. Pasanen, P. Koskela (1974)	
		Emerging	Spawning
Самцы	78,8±0,54 <i>n</i> = 40	69,6 <i>n</i> = 1	72,6±1,9 <i>n</i> = 4
Самки	78,5±0,54 <i>n</i> = 30	71,6 <i>n</i> = 2	76,1±1,0 <i>n</i> = 4

Определить достоверность различий полученных нами данных с животными из группы *Emerging* невозможно в связи с крайне малой выборкой. Сравнение с группой *Spawning* показало статистически достоверные различия как для самцов ($t = 3,11$, $p < 0,01$), так и для самок ($t = 2,12$, $p < 0,05$). Содержание воды в печени у животных из Камского Предуралья выше, чем у лягушек из Северной Финляндии.

Достоверных половых различий выявлено не было ($t = 0,30$, $p > 0,05$), что совпадает с выводом, сделанным относительно этого показателя в работе S. Pasanen, P. Koskela [14].

Помимо этого было проведено сравнение содержания воды в скелетной мускулатуре. Данные представлены в табл. 2.

Таблица 2

Содержание воды в мышцах травяной лягушки, %

Пол	Наши данные	S. Pasanen, P. Koskela (1974)	
		Emerging	Spawning
Самцы	79,8±0,44 $n = 40$	73,7 $n = 2$	76,3±0,1 $n = 5$
Самки	79,3±0,38 $n = 30$	74,7 $n = 2$	77,2±1,0 $n = 6$

Как и в случае с содержанием воды в печени, корректно провести сравнение с группой *Emerging* невозможно. При проведении сравнения с группой *Spawning* были выявлены статистически достоверные различия для самцов ($t = 7,67$, $p < 0,001$), для самок же различия не обладают статистической значимостью ($t = 2,00$, $p > 0,05$).

Достоверной разницы между количеством воды в мышцах у самцов и самок не выявлено ($t = 0,72$, $p > 0,05$).

Особый интерес представляет содержание воды в яйцеводах и икре. Для амфибий из Камского Предуралья были получены следующие результаты: содержание воды в яйцеводах – 81,8±0,29 %, в икре – 70,4±0,48 %. Данных по этим показателям в работе S. Pasanen и P. Koskela нет, в связи с чем определить наличие географических различий мы не можем.

При сравнении содержания воды между разными органами и тканями у самок были выявлены достоверные различия. Так, содержание воды в яйцеводах достоверно выше, чем в икре ($t = 20,05$, $p < 0,001$), при этом содержание воды в икре достоверно меньше содержания в печени и мышцах ($t = 11,18$ и $t = 14,54$ соответственно, $p < 0,001$), а содержание в яйцеводах достоверно больше других показателей ($t = 5,29$ для печени и $t = 5,06$ для мускулатуры соответственно, $p < 0,001$). Самое низкое содержание воды в икре можно объяснить тем, что икра еще будет впитывать воду, как только ее оплодотворят и она опустится на дно водоема.

На основании проведенной работы можно сделать следующие предварительные выводы:



1) содержание воды в печени и скелетной мускулатуре не связано с полом, однако можно отметить определенную географическую изменчивость данных признаков;

2) в период размножения содержание воды в икре ниже, чем в других органах и тканях, что, скорее всего, является адаптацией к успешной репродукции;

3) высокое содержание воды в яйцеводах может отражать протекающие в них процессы развития яйцеклеток.

Список литературы

6. Болотников А.М., Хазиева С.М., Каменский Ю.Н. К экологии некоторых амфибий Пермской области // Учен. зап. Перм. ГПИ. – 1967. – Вып. 41. – С. 3–10.

7. Болотников А.М., Литвинов Н.А., Пудова Г.Ф. Температура тела и температурная реакция у молодых и взрослых бурых лягушек *Rana arvalis* и *R. temporaria* // Вопросы герпетологии : тез. докл. V Всесоюз. герпетолог. конф. – Л. : Наука, 1981. – С. 19–20.

8. Болотников А.М., Мажерина Л.Л. Влияние физико-химического состава воды на жизнедеятельность амфибий // Вопросы герпетологии : тез. докл. VI Всесоюз. герпетолог. конф. – Л. : Наука, 1985. – С. 34.

9. Болотников А.М., Хазиева С.М., Литвинов Н.А., Чащин С.П. Распространение и сезонная активность амфибий и рептилий Пермской области // Вопросы герпетологии. – Л. : Наука, 1973. – С. 40–41.

10. Воронов Г.А. Эколого-географические очерки наземных позвоночных животных города Перми. – Пермь, 2016. – 155 с.

11. Воронов Г.А., Болотников А.М., Чащина Л.А., Зотова Е.П., Кишмеркина М.И. О травяной и остромордой лягушках Камского Приуралья // Оптимальная плотность и оптимальная структура популяций животных. – Вып. 2. – Свердловск, 1970. – С. 72–73.

12. Кузьмин С.Л. Земноводные бывшего СССР. – М. : Т-во науч. изд. КМК, 2012. – 370 с.

13. Лакин Г. Ф. Биометрия. – М. : Высшая школа, 1980. – 135 с.

14. Литвинов Н.А., Четанов Н.А., Ганщук С.В. Амфибии и рептилии Камского Приуралья. – Пермь : Астер Диджитал, 2023. – 242 с.

15. Литвинов Н.А. К вопросу о распространении амфибий и рептилий в Пермской области // Вид и его продуктивность в ареале. – Ч. V. Вопросы герпетологии. – Свердловск, 1984. – С. 28–29.

16. Литвинов Н.А. Современное состояние фауны амфибий Пермской области // Экологические основы рационального использования и охраны природных ресурсов. – Свердловск, 1987. – С. 39–40.

17. Хазиева С.М., Никольская В.И., Козлова Т.И. Сезонная ритмика у травяной и остромордой лягушек в Камском Приуралье // Вопросы герпетологии : тез. докл. VI Всесоюз. герпетолог. конф. – Л. : Наука, 1985. – С. 217.

18. Юшков Р.А., Воронов Г.А. Амфибии и рептилии Пермской области: Предварительный кадастр. – Пермь : Изд-во Перм. ун-та, 1994. – 158 с.
19. Pasanen S., Koskela P. Seasonal and age variation in the metabolism of the common frog, *Rana temporaria* L. in northern Finland // Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology. – 1974. – Vol. 47, № 2. – P. 635–654.
20. Ryser J. Weight loss, reproductive output, and the cost of reproduction in the common frog, *Rana temporaria* // Oecologia. – 1989. – Vol. 78(2). – P. 264–268.
21. Zamachowski W. Changes in the water content in the organism of the common frog (*Rana temporaria* L.) and the water frog (*Rana esculenta* L.) in the annual cycle // Acta Biol Cracov, Ser. Zool. – 1968. – Vol. 11. – P. 213–225.

УДК 591.543.1

DOI: 10.24412/2308-7188-2023-1-147-153

Четанов Николай Анатольевич

кандидат биологических наук, доцент,
доцент кафедры биологии и географии

*ФГБОУ ВО «Пермский государственный гуманитарно-педагогический
университет», Пермь, Россия
614990, г. Пермь, ул. Пушкина, 42*

доцент кафедры зоологии позвоночных и экологии

*ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский
университет», Пермь, Россия
614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15
e-mail: chetanov@yandex.ru*

Литвинов Николай Антонович

кандидат биологических наук, доцент,
доцент кафедры биологии и географии

*ФГБОУ ВО «Пермский государственный гуманитарно-педагогический
университет», Пермь, Россия
614990, г. Пермь, ул. Пушкина, 42
e-mail: litvinov@pspu.ru*

Клочкова Дарья Алексеевна

студент 3-го курса естественнонаучного факультета

*ФГБОУ ВО «Пермский государственный гуманитарно-педагогический
университет», Пермь, Россия
614990, г. Пермь, ул. Пушкина, 42
e-mail: darya.klochkova64940@gmail.com*

Князева Екатерина Владимировна

магистрант 2-го курса биологического факультета

*ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский
университет», Пермь, Россия
614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15
e-mail: caterina.ru2011@yandex.ru*

**ТЕМПЕРАТУРА ТЕЛА ОБЫКНОВЕННОГО УЖА *NATRIX NATRIX*
(LINNAEUS, 1758), ИЗМЕРЕННАЯ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ**

Nikolai A. Chetanov

Candidate of Biological Sciences, Docent
Docent of Chair of Zoology Federal

*Perm State Humanitarian Pedagogical University
42, Pushkina, 614990, Perm, Russia*

Docent of Chair of Zoology of Vertebrates and Ecology
*Perm State National Research University
15, Bukireva, 614990, Perm, Russia
e-mail: chetanov@yandex.ru*

Nikolai A. Litvinov

Candidate of Biological Sciences, Docent
Docent of Chair of Zoology Federal

*Perm State Humanitarian Pedagogical University
42, Pushkina street, 614990, Perm, Russia*

e-mail: litvinov@pspu.ru

Daria A. Klochkova

3rd year student of the Faculty of Natural Sciences

*Perm State Humanitarian Pedagogical University
42, Pushkina, 614990, Perm, Russia*

e-mail: darya.klochkova64940@gmail.com

Ekaterina V. Knyazeva

4th year student of the Faculty of Biology
2 years magistrant of Biological Faculty

*Perm State National Research University
15, Bukireva, 614990, Perm, Russia*

e-mail: caterina.ru2011@yandex.ru

**BODY TEMPERATURE OF THE GRASS SNAKE *NATRIX NATRIX*
(LINNAEUS, 1758) MEASURED IN THE FIELD CONDITIONS**

Аннотация. Представлен сравнительный анализ измеренных в полевых условиях температур восьми участков тела обыкновенного ужа. Для семи точек доказаны достоверные половые различия. При проведении попарных сравнений выявлены достоверно более высокие температуры внутренних полостей по сравнению с покровами тела. Сделан вывод об избыточности измерений в восьми точках и допустимости применения температуры пищевода как температуры тела.



Ключевые слова: температура тела, обыкновенный уж, Камское Предуралье.

Abstract. The paper presents a comparative analysis of the temperatures of eight areas of the body of the grass snake, measured in the field. For seven points, significant gender differences were proven. When conducting pairwise comparisons, significantly higher temperatures of the internal cavities were revealed compared to the integument of the body. A conclusion is made about the redundancy of measurements at eight points and the admissibility of using esophageal temperature as body temperature.

Key words: body temperature, grass snake, Kama Cis-Urals.

Достоверно в Камском Предуралье встречается шесть видов рептилий: обыкновенный уж *Natrix natrix* (Linnaeus, 1758), обыкновенная медянка *Coronella austriaca* (Laurenti, 1768), обыкновенная гадюка *Vipera berus* (Linnaeus, 1758), живородящая ящерица *Zootoca vivipara* (Lichtenstein, 1823), прыткая ящерица *Lacerta agilis* (Linnaeus, 1758) и колхидская веретеница *Anguis colchica* (Nordmann, 1840), ранее указываемая авторами как ломкая веретеница *Anguis fragilis* (Linnaeus, 1758) [5; 10; 11]. За последние 30 лет вышло много работ, посвященных их изучению, причем особый акцент ставился на вопросы термобиологии [1–4; 7–9]. Мы в нашем кратком сообщении хотели бы несколько расширить имеющиеся данные по термобиологии обыкновенного ужа в Камском Предуралье.

Цель работы – проведение сравнительного анализа температур различных участков тела обыкновенного ужа в полевых условиях.

Работа основана на материале исследований, проведенных в Камском Предуралье с 1996 по 2022 год. Термобиологические исследования проводились в 8 административных районах Пермского края (приблизительно от 56 до 58° с.ш., от 53 до 57° в.д.): Кишертском, Кунгурском, Осинском, Пермском, Суксунском, Уинском, Чайковском, Чусовском.

Общий объем выборки составил 230 особей (82 самки и 148 самцов). Учитывались особи обыкновенного ужа примерно с равными размерными характеристиками, сходным физиологическим статусом (небеременные, не переваривающие пищу), неспаривающиеся, отловленные при похожих погодных условиях (отсутствие осадков), в период типичной активности.

Температура тела измерялась термистором МТ-54, отградуированным по электронному термометру Checktemp с ценой деления 0,1 °С, в течение первых 5 минут с момента поимки в восьми точках тела: снаружи – на поверхностях брюха (примерно на середине тела), спины (на этом же уровне), пилеуса, горла, на верхней и нижней поверхностях хвоста, внутри – в начальном отделе пищевода и клоаке.

При статистической обработке материала использовались следующие методы. Для характеристики выборок применялись стандартные процедуры описательной статистики [6]. Сравнение средних арифметических проводилось

с помощью *t*-критерия Стьюдента. Парное сравнение (при наличии более двух сравниваемых групп) проводилось с использованием критерия Шеффе.

Были получены следующие результаты (табл. 1).

Таблица 1

Температура тела самок и самцов обыкновенного ужа

Участки измерения температур	<i>M</i> ± <i>m</i> , °C <i>CV</i> , %		<i>t_φ</i>	<i>p</i>
	Самки (<i>n</i> = 82)	Самцы (<i>n</i> = 148)		
Пищевод	25,6±0,42 14,80	26,6±0,34 15,57	1,70	> 0,05
Клоака	23,2±0,48 18,87	24,6±0,38 18,82	2,29	< 0,05
Пилеус	20,0±0,48 16,24	21,8±0,51 24,89	2,13	< 0,05
Горло	21,0±0,47 14,99	22,7±0,48 22,89	1,98	< 0,05
Спина	20,1±0,44 18,54	22,3±0,43 22,87	3,18	< 0,01
Брюхо	19,8±0,44 18,96	21,9±0,43 23,22	3,16	< 0,01
Верх хвоста	21,5±1,06 14,82	25,5±0,61 18,25	2,48	< 0,05
Низ хвоста	21,8±1,02 14,04	25,3±0,62 18,85	2,14	< 0,05

Из табл. 1 видно, что температура тела у самцов значительно выше, достоверные половые различия были отмечены для всех сравниваемых точек измерения температуры, за исключением пищевода. Это не позволяет нам использовать объединенные выборки из самок и самцов. Соответственно, при дальнейшем сравнении точек измерения температуры необходимо проводить расчеты для самок и самцов отдельно.

Сравнив температуры всех участков тела самок и самцов обыкновенного ужа с использованием критерия Шеффе, мы обнаружили ряд статистически значимых различий (табл. 2, 3).



Таблица 2

Статистическая значимость различий температуры различных участков тела самок обыкновенного ужа ($n = 82$)

Участки измерения температур	$M \pm m, ^\circ\text{C}$	p							
		Пищевод	Клоака	Пилеус	Горло	Спина	Брюхо	Верх хвоста	Низ хвоста
Пищевод	25,6±0,42	–	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,195	0,285
Клоака	23,2±0,48	0,014	–	0,005	0,228	0,001	0,000	0,977	0,992
Пилеус	20,0±0,48	0,000	0,005	–	0,975	1,000	1,000	0,992	0,976
Горло	21,0±0,47	0,000	0,228	0,975	–	0,979	0,885	1,000	1,000
Спина	20,1±0,44	0,000	0,001	1,000	0,979	–	1,000	0,994	0,981
Брюхо	19,8±0,44	0,000	0,000	1,000	0,885	1,000	–	0,978	0,947
Верх хвоста	21,5±1,06	0,195	0,977	0,992	1,000	0,994	0,978	–	1,000
Низ хвоста	21,8±1,02	0,285	0,992	0,976	1,000	0,981	0,947	1,000	–

Таблица 3

Статистическая значимость различий температуры различных участков тела самцов обыкновенного ужа ($n = 148$)

Участки измерения температур	$M \pm m, ^\circ\text{C}$	p							
		Пищевод	Клоака	Пилеус	Горло	Спина	Брюхо	Верх хвоста	Низ хвоста
Пищевод	26,6±0,34	–	0,099	0,000	0,000	0,000	0,000	0,952	0,893
Клоака	24,6±0,38	0,099	–	0,005	0,189	0,023	0,003	0,987	0,997
Пилеус	21,8±0,51	0,000	0,005	–	0,978	1,000	1,000	0,003	0,008
Горло	22,7±0,48	0,000	0,189	0,978	–	1,000	0,984	0,077	0,131
Спина	22,3±0,43	0,000	0,023	1,000	1,000	–	1,000	0,013	0,027
Брюхо	21,9±0,43	0,000	0,003	1,000	0,984	1,000	–	0,003	0,007
Верх хвоста	25,5±0,61	0,952	0,987	0,003	0,077	0,013	0,003	–	1,000
Низ хвоста	25,3±0,62	0,893	0,997	0,008	0,131	0,027	0,007	1,000	–

Максимальной средней арифметической температурой и у самок, и у самцов обыкновенного ужа оказалась температура пищевода. В большинстве случаев различия с прочими местами измерения обладают статистической значимостью. Исключением оказались различия с верхней и нижней поверхностями хвоста (и у самок, и у самцов), а также с температурой в клоаке (только самцы). Постараемся интерпретировать эти результаты.

Высокая температура поверхностей хвоста, по всей видимости, объясняется относительно малыми размерами самого хвоста и, следовательно,

его бóльшим прогревом от рук исследователя при удержании во время проведения измерения, а не какими-то физиологическими особенностями змей.

Отсутствие достоверных различий между температурой пищевода и клоаки можно объяснить тем, что обе температуры относятся к внутренним полостям. Косвенно это подтверждается еще и тем, что большая часть различий между клоакой и покровами тела также обладает статистической значимостью.

Практически все прочие различия между температурами покровов тела (за исключением поверхностей хвоста у самцов) оказались статистически недостоверными как у самок, так и самцов.

Опираясь на полученные данные, можно предположить: температура пищевода наиболее корректно отражает температуру тела, так как топографически пищевод ближе к головному мозгу и сердцу как наиболее важным органам, определяющим жизнедеятельность животного. Коэффициент вариации, как видно из табл. 1, также минимален для температуры пищевода. Соответственно, при изучении термобиологии рептилий вполне допустимо измерение только температуры в пищеводе и, возможно, в одной-двух наружных точках для сравнения.

На основании проведенной работы можно сделать следующие выводы:

1. Для обыкновенного ужа выявлены достоверно более высокие температуры внутренних полостей по сравнению с покровами тела.

2. Из всех точек измерения пищевод является оптимальным для определения температуры тела, измерение температуры в восьми точках является избыточным.

Список литературы

1. Воронов Г.А. Звери и гады города Перми. – LAP Lambert Academic Publishing, 2016. – 111 с.

2. Воронов Г.А. Эколого-географические очерки наземных позвоночных животных города Перми. – Пермь, 2016. – 155 с.

3. Ганщук С.В. Реакция срочной адаптации сердца у змей к околокритическим температурам // Экология: проблемы и пути решения : матер. X Всерос. науч.-практ. конф. – Пермь, 2002. – С. 44–49.

4. Грошевик А.В., Ганщук С.В. Температура тела и температурные реакции у четырех видов рептилий // Экология: проблемы и пути решения : тез. докл. IV межвуз. конф. – Пермь, 1996. – С. 28–30.

5. Животные Прикамья. Кн. 2. Позвоночные / ред. А.И. Шепель. – Пермь : Книжный мир, 2001. – 166 с.

6. Лакин Г. Ф. Биометрия. – М. : Высшая школа, 1980. – 135 с.

7. Литвинов Н.А., Ганщук С.В., Четанов Н.А. Температура тела рептилий Волжского бассейна и ее взаимосвязь с температурой окружающей среды // Зоологический журнал. – 2013. – Т. 92, № 5. – С. 568–576.

8. Литвинов Н.А., Четанов Н.А., Ганщук С.В. Амфибии и рептилии Камского Предуралья. – Пермь : Астер Диджитал, 2023. – 242 с.

9. Литвинов Н.А. Термобиологические исследования // Змеи Волжско-Камского края / Бакиев А.Г., Гаранин В.И., Литвинов Н.А. и др. – Самара : Изд-во СамНЦ РАН, 2004. – С. 109–146.

10. Юшков Р.А., Воронов Г.А. Амфибии и рептилии Пермской области: Предварительный кадастр. – Пермь : Изд-во Перм. ун-та, 1994. – 158 с.

11. Jablonski, D., N. Sillero, O. Oskyrko, A. Bellati, A. Čeirāns, M. Cheylan, D. Cogălniceanu, J. Crnobrnja-Isailović, P.-A. Crochet, A. Crottini, I. Doronin, G. Džukić, P. Geniez, Ç. Ilgaz, R. Iosif, D. Jandzik, D. Jelić, S. Litvinchuk, K. Ljubisavljević, P. Lymberakis, P. Mikulíček, E. Mizsei, J. Moravec, B. Najbar, M. Pabijan, M. Pupins, P. Sourrouille, I. Strachinis, M. Szabolcs, E. Thanou, E. Tzoras, V. Vergilov, J. Vörös & V. Gvoždík. The distribution and biogeography of slow worms (*Anguis*, Squamata) across the Western Palearctic, with an emphasis on secondary contact zones // *Amphibia-Reptilia*. – 2021. – Vol. 42. – P. 519–530.

УДК 532.5

DOI: 10.24412/2308-7188-2023-1-154-165

Щипицын Виталий Дмитриевичкандидат физико-математических наук,
доцент кафедры физики и технологии**Мымрина Полина Вадимовна**

студентка 4-го курса физического факультета

*ФГБОУ ВО «Пермский государственный гуманитарно-педагогический
университет», Пермь, Россия**614990, г. Пермь, ул. Сибирская, 24, e-mail: schipitsyn@pspu.ru***ДИНАМИКА ЭЛЛИПТИЧЕСКОГО ТЕЛА В ОДНОСВЯЗНОЙ ПОЛОСТИ
С ЖИДКОСТЬЮ, СОВЕРШАЮЩЕЙ ВРАЩАТЕЛЬНЫЕ КОЛЕБАНИЯ****Vitaliy D. Schipitsyn**Candidate of Physical and Mathematical Sciences,
Associate Professor of the Department of Physics and Technology**Polina V. Mymrina**

4th year student of the Faculty of Physics

*Perm State Humanitarian Pedagogical University
24, Sibirskaya, 614990, Perm, Russia, e-mail: schipitsyn@pspu.ru***DYNAMICS OF AN ELLIPTICAL SOLID IN THE ANULUS WITH LIQUID
UNDER ROTATIONAL VIBRATIONS**

Аннотация. Экспериментальное исследование является логическим продолжением работы [3] и посвящено изучению поведения тяжелого эллиптического цилиндра, помещенного в заполненную вязкой жидкостью односвязную полость, совершающую вращательные вибрации. Динамика тела исследуется при варьировании в широком диапазоне амплитуды и частоты вибрационного воздействия, а также вязкости рабочей жидкости. Построена карта пороговых переходов тела на плоскости безразмерных управляющих параметров. Описан новый способ определения пороговых переходов тела – по резкому изменению относительной амплитуды колебаний тела при смене режима его колебаний.

Ключевые слова: подъемная сила, вязкая жидкость, эллиптический цилиндр, пороговые переходы, вибрационная механика.



Abstract. The experimental study is a logical continuation of the work [3] and is devoted to the study of the behavior of a heavy elliptical cylinder placed in a simply connected cavity filled with a viscous liquid under rotational vibrations. The dynamics of the solid are studied by varying over a wide range of the amplitude and frequency of the vibrations, and the viscosity of the working liquid. Threshold transitions curves of the solid on the plane of dimensionless control parameters has been constructed. A new method for determining threshold transitions of a solid is described - by a sharp change in the relative amplitude of oscillations of the body when the mode of its oscillations changes.

Key words: lift force, viscous liquid, elliptical cylinder, threshold transitions, vibrational mechanics.

Возбуждение осредненной подъемной силы, действующей на твердое тело, совершающее высокочастотные колебания в жидкости вблизи твердой стенки кюветы, было экспериментально обнаружено и теоретически описано в работе [5]. Показано, что причиной возникновения подъемной силы является неоднородность пульсационного поля скорости жидкости вблизи вибрирующего тела. Изучение осредненной силы, действующей на сферическое тело при аналогичных условиях, было впервые описано в [1]. Показано, что на тело действует сила отталкивания, возникающая за счет вязкого взаимодействия. В случае поступательных вибраций сила может быть настолько интенсивной, что обеспечивает вибрационный подвес тяжелого твердого тела вблизи потолка полости (или удерживает легкое тело у дна) в гравитационном поле [4]. Изучению подъемной силы, действующей на тело неосесимметричной цилиндрической формы в прямоугольной полости, заполненной жидкостью и совершающей поступательные горизонтальные вибрации, посвящена работа [6]. В работе [3] изучалась осцилляционная динамика неосесимметричного цилиндра в односвязной полости с жидкостью при вращательных вибрациях. Были исследованы характер осредненной динамики тела и его взаимодействие с границами полости, получены типовые траектории осцилляционного движения тела относительно стенок кюветы для различных режимов колебаний.

Данное исследование находится в согласии с результатами экспериментов, начатых в [3]. Опыты проводятся с тяжелым неосесимметричным эллиптическим цилиндром. Поведение тела исследуется при варьировании в широком диапазоне амплитуды и частоты вращательных вибраций полости, а также вязкости рабочей жидкости. В отличие от работы [3], карта пороговых переходов тела получена в более широком интервале безразмерных частот. Отдельное внимание уделяется новому способу определения пороговых переходов тела – изучению изменения относительной амплитуды колебаний тела при пороговой смене режима его колебаний. Исследовано азимутальное перемещение тела вдоль внутренней границы кюветы при повышении (и понижении) частоты вибрации для фиксированной (заданной) амплитуды колебаний полости.

Для изучения поведения тяжелого неосесимметричного тела в жидкости при воздействии вращательных колебаний были использованы установка и кювета, подробно описанная в работе [3]. Кювета состоит из двух симметричных соосных круговых цилиндров радиусом $R_1 = 4.2$ см и $R_2 = 2.7$ см (рис. 1), образующих коаксиальный зазор толщиной $H = R_1 - R_2 = 1.5$ см и глубиной 2.5 см.

Основные эксперименты проводятся с тяжелым эллиптическим цилиндром, изготовленным из алюминиевой неосесимметричной трубки, длиной $l = 22.2$ мм, большим диаметром $d_a = 6.6$ мм, малым диаметром $d_b = 5.0$ мм, средней плотностью $\rho_s = 1.70$ г/см³ и относительной плотностью $\rho \equiv \rho_s / \rho_L = 1.36 - 1.40$. Торцы цилиндра герметично заклеены тонкими лавсановыми пленками. Для контроля вращательной динамики тела на его торцах нанесены светоотражающие метки.

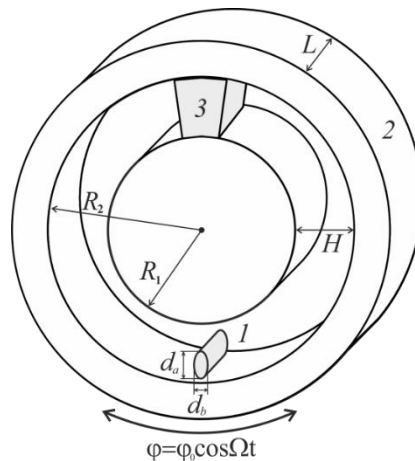


Рис. 1. Схема кюветы

Передняя стенка кюветы изготовлена из прозрачного плексигласа, что позволяет наблюдать за динамикой тела. Для заполнения кюветы жидкостью и помещения исследуемого тела в объем полости в ее боковой стенке имеется технологическое отверстие, которое во время эксперимента герметично закрывается пробкой. Внутри кюветы имеется непроницаемая перегородка 3, вынуждающая жидкость колебаться совместно с кюветой. Газовые и другие включения во время эксперимента в полости отсутствуют.

В качестве рабочих жидкостей используются водоглицериновые растворы с различными вязкостями и плотностями. Параметры рабочих жидкостей представлены в табл. 1.

Таблица 1

Параметры рабочих жидкостей

Кинематическая вязкость, ν , Ст	Плотность жидкости, ρ_L , г/см ³
4.07	1.25
2.21	1.24
0.99	1.22
0.62	1.21



Вязкость жидкости измеряется капиллярным вискозиметром типа ВПЖ (относительная погрешность не превышает 1 %), плотность – ареометром с точностью 0.01 г/см³.

Исследование вибрационной динамики тела проводится при варьировании в широком интервале частоты вибраций полости ($f = 0.01 - 35$ Гц) и ее угловой амплитуды ($\varphi_0 = 0.01 - 0.86$ рад). Угловая амплитуда колебаний кюветы φ_0 определяется по фотографиям, выполненным с большой выдержкой, что позволяет получить длину трека светоотражающей метки, закрепленной на торце кюветы.

При фиксированной амплитуде угловых колебаний полости в отсутствии вибраций или при низкой частоте вибрационного воздействия тело под действием силы тяжести остается прижато ко дну кюветы, при этом большая из полуосей эллиптического тела остается параллельной дну полости (рис. 2а). При повышении частоты вибраций f тело пороговым образом меняет свой режим колебаний: поворачивается на 90 градусов вокруг своей оси (рис. 2б), при этом между телом и дном полости практически сразу появляется зазор h . При дальнейшем повышении частоты вибраций цилиндр всплывает к внутренней стенке (рис. 2в), при этом между телом и внутренней границей остается зазор. При дальнейшей интенсификации вибрационного воздействия (повышение f) пороговым образом возбуждается азимутальное смещение тела вдоль внутренней границы полости (рис. 2г, 2д). Причем выбор направления смещения тела является абсолютно случайным.

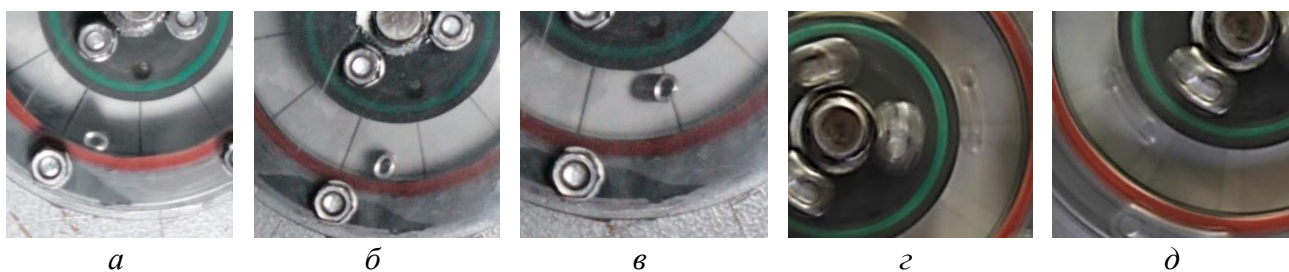


Рис. 2. Характерные положения тела внутри полости при различных режимах колебаний

Критической точкой квазиравновесия тела при его азимутальном смещении вдоль внутренней границы полости является положение, изображенное на рис. 2г и 2д (угловая координата тела $\alpha \approx \pm 90$ градусов), после чего динамика тела становится не управляемой с помощью вибраций – оно срывается и всплывает к перегородке, закрепленной в верхней части кюветы. Режим колебаний тела становится неустойчивый. При понижении интенсивности вибраций поведение тела повторяет свои характерные режимы колебаний, описанные выше.

Визуальные наблюдения за процессом колебаний тела проводятся при ярком освещении, созданном мощным светодиодным осветителем. Пороговые переходы тела определяются визуально в стробоскопическом освещении. Для исследования величины зазора между телом и стенкой полости при варьировании частоты вибраций производится фотосъемка характерных

положений тела при различных частотах колебаний кюветы (при заданной амплитуде φ_0). Камера закрепляется неподвижно в лабораторной системе отсчета соосно оси вибраций и регистрирует положение полости и эллиптического цилиндра со стороны его торца.

Для обработки фотографий используется специализированное прикладное программное обеспечение. Так, для измерения зазора h между телом и твердой границей полости откладывается отрезок от стенки кюветы до тела вдоль радиуса кюветы (рис. 3а). При этом зазоры, измеренные между телом и дном полости, считаются положительными ($h > 0$), а между телом и потолком – отрицательными ($h < 0$). Для измерения собственной амплитуды колебаний тела φ используется функция программы «Угол». Размах колебаний тела 2φ измеряется между двумя крайними положения тела на фотографии (рис. 3б). Для измерения углового смещения тела α в жидкости также используется функция «Угол»; за положительное направление смещения ($\alpha > 0$) тела выбрано смещение по часовой стрелке (рис. 3в).

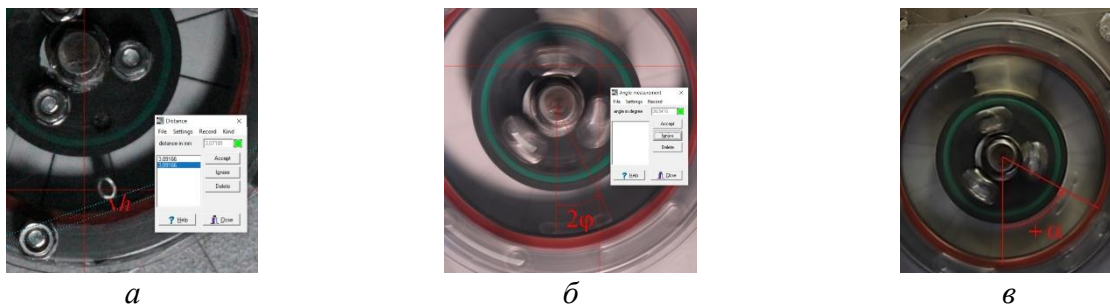


Рис. 3. Измерение характеристик колебаний тела: а – зазора h между телом и поверхностью, б – амплитуды φ колебаний тела, в – угловой координаты тела α

Таким образом, были проведены следующие серии экспериментов:

- исследование пороговых переходов тела;
- изучение величины зазора между телом и стенкой полости при варьировании вибрационного воздействия;
- исследование амплитуды колебаний тела при изменении частоты и амплитуды колебаний полости;
- изучение азимутального перемещения тела вдоль внутренней границы слоя.

Получены следующие результаты.

Исследование пороговых переходов тела. При фиксированной амплитуде угловых колебаний φ_0 с увеличением частоты вибраций f между телом и границей полости появляется зазор (рис. 2). С повышением частоты колебаний зазор h между телом и дном полости монотонно увеличивается. При дальнейшем повышении частоты вибраций тело скачком переходит к внутренней границе полости, при этом между телом и границей всегда остается зазор. С понижением частоты вибраций при определенной пороговой частоте тело срывается и переходит обратно к внешней границе кюветы. При дальнейшем понижении частоты зазор между телом и границей полости

уменьшается. Обнаружены следующие характерные пороговые переходы тела: отрыв тела от дна полости, поворот тела, всплытие тела к внутренней границе слоя (при прямом ходе – повышении f); срыв тела ко дну полости, обратный поворот тела и его прилипание ко дну (при обратном ходе – понижении f).

Изучены пороговые переходы тела в широком диапазоне амплитуд и частот вибраций полости для жидкостей разной вязкости (рис. 4а–г). Для всех исследованных жидкостей обнаружено однотипное поведение тела: по мере увеличения амплитуды φ_0 критические значения частоты f всех описанных выше пороговых переходов монотонно понижаются. Во всех проведенных экспериментах обнаружен гистерезис – частоты прямых переходов (отрыв, поворот и всплытие – темные точки на графиках) и соответствующих обратных переходов тела (падение, обратный поворот и срыв – светлые точки на графиках) не совпадают. Видно, что при уменьшении вязкости жидкости ширина области гистерезиса в парах переходов «всплытие – падение», «отрыв – прилипание», «разворот – обратный разворот» уменьшается.

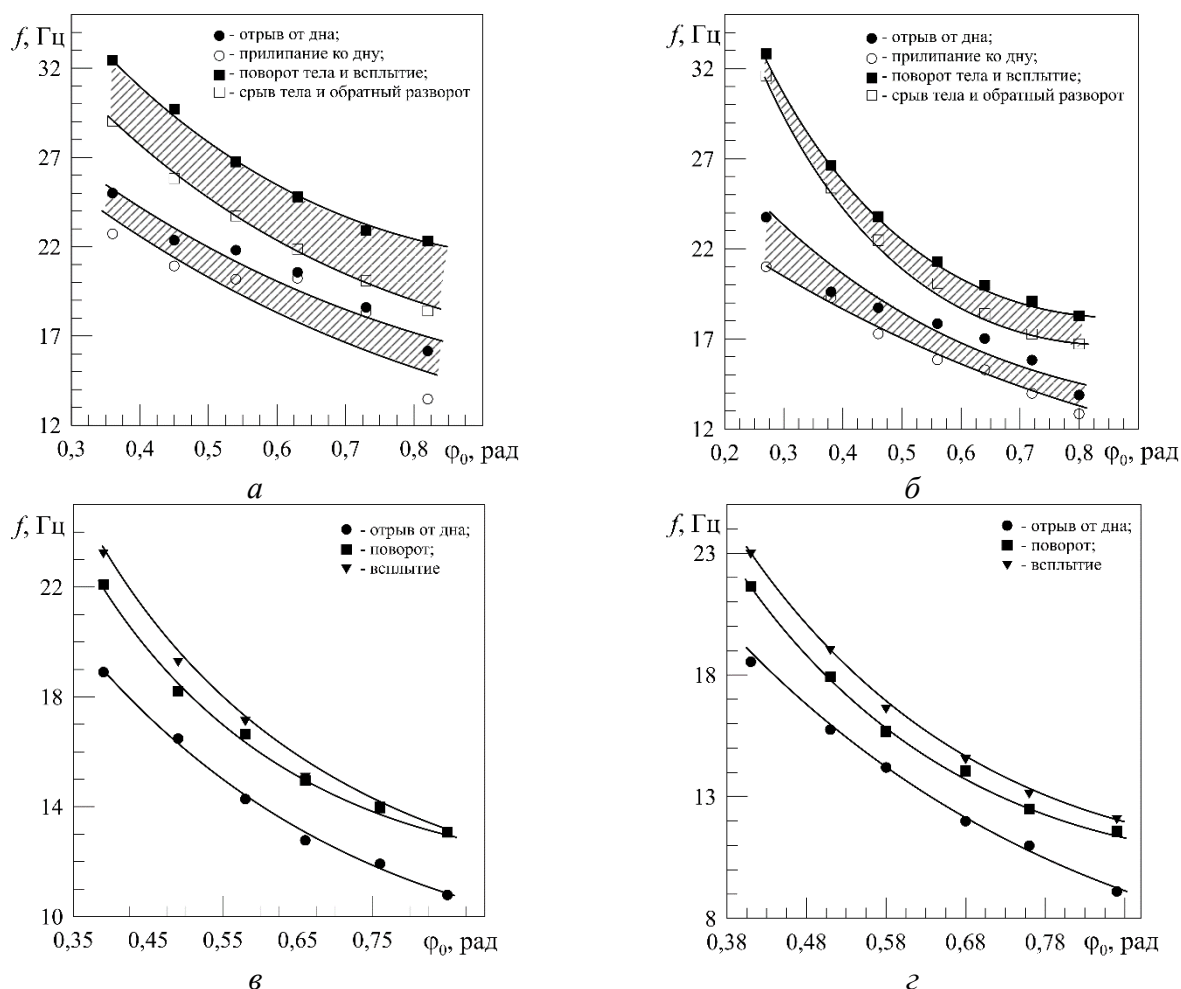


Рис. 4. Пороговые переходы тела для различных вязкостей:
 $\nu = 4.07$ Ст (а), 2.21 Ст (б), 0.99 Ст (в) и 0.62 Ст (г)

Обнаружено, что для более вязких жидкостей $\nu = 4.07$ Ст (рис. 4а) и 2.21 Ст (рис. 4б) разворот тела наблюдается практически одновременно с его

всплытием при повышении частоты вибрационного воздействия и срывом – при понижении. В жидкостях малой вязкости $\nu = 0.99$ Ст (рис. 4в) и 0.62 Ст (рис. 4г) все пороговые переходы отличны друг от друга и четко выражены. На этих графиках, чтобы не перегружать рисунки точками, представлены только прямые переходы тела – его отрыв, поворот и всплытие к внутренней границе слоя (темные точки).

Исследование влияния вязкости на характер пороговых переходов представлено на рис. 5. На графике показаны только пороги всплытия тела от дна полости к внутренней границе слоя для жидкостей различной вязкости. Было обнаружено, что по мере увеличения вязкости жидкости телу необходима более интенсивная частота вибраций для его всплытия – кривые пороговых переходов смещаются в область больших значений амплитуд и частот вибрационного воздействия.

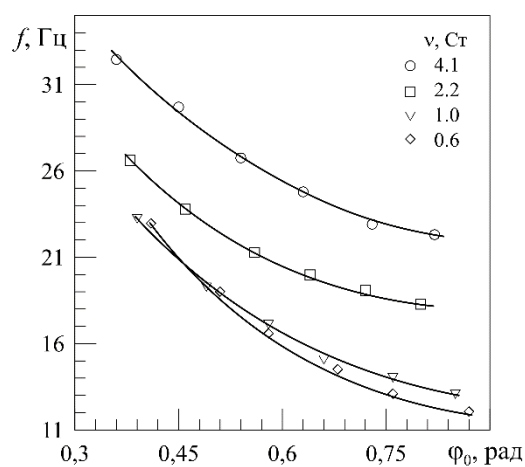


Рис. 5. Пороги всплытия тела для жидкостей различных вязкостей

Изучение величины зазора между телом и стенкой полости при варьировании вибрационного воздействия.

В жидкости вязкостью $\nu = 0.62$ Ст при фиксированной амплитуде колебания полости $\phi_0 = 0.42$ рад тело ведет себя достаточно стабильно (рис. 6а). Изначально тело находится на дне полости. Когда частота колебания кюветы достигает критического значения $f = 16.7$ Гц, между телом и дном полости появляется зазор h . При дальнейшем повышении частоты тело пороговым образом разворачивается и зазор монотонно увеличивается. При частоте $f = 22.9$ Гц тело пороговым образом всплывает к верхней стенке кюветы. При повышении частоты величина зазора сначала монотонно уменьшается (тело приближается к потолку кюветы), а при дальнейшем повышении частоты расстояние между телом и потолком полости практически перестает изменяться.

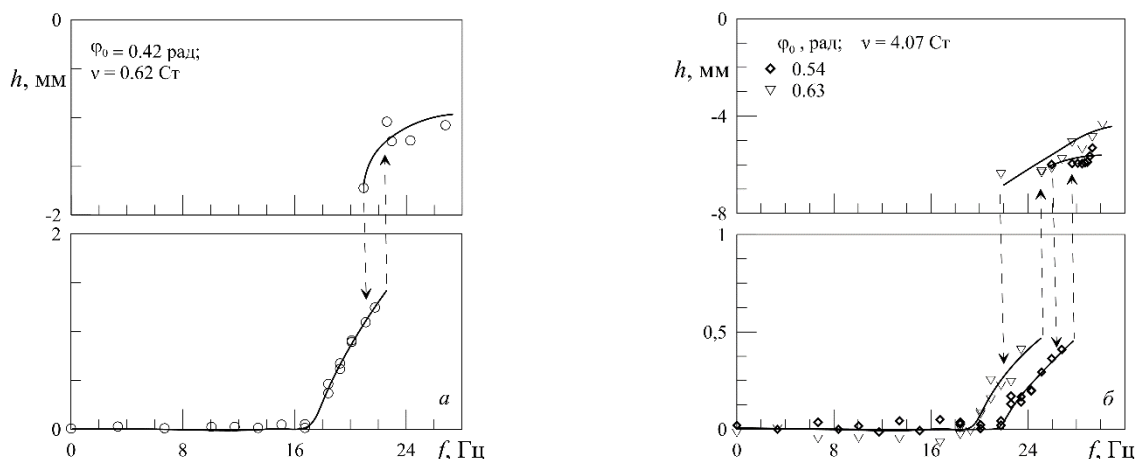


Рис. 6. Зависимость величины зазора h от частоты вибраций f для различных амплитуд колебаний

На рис. 6б представлена зависимость величин зазоров для жидкости вязкостью $\nu = 4.07$ Ст для двух различных значений амплитуды $\varphi_0 = 0.54$ рад («ромбики» на графике) и $\varphi_0 = 0.63$ рад («треугольники»). Обнаружено, что при увеличении амплитуды колебания полости кривая взаимодействия смещается в область меньших частот. При большей амплитуде колебаний полости нужна меньшая частота для отрыва тела от стенки.

На рис. 7 представлены две серии экспериментов, проведенные при близких амплитудах ($\varphi_0 = 0.54$ и 0.57 рад), но с жидкостями различной вязкости ($\nu = 4.07$ Ст и 0.99 Ст). Обнаружено, что для отрыва и удержания тела в квазиравновесии вблизи границ полости в жидкости меньшей вязкости требуются менее интенсивные вибрации – кривая, соответствующая вязкости $\nu = 0.99$ Ст («кружочки» на графике) оказалась в области меньших частот вибраций (левее по оси f).

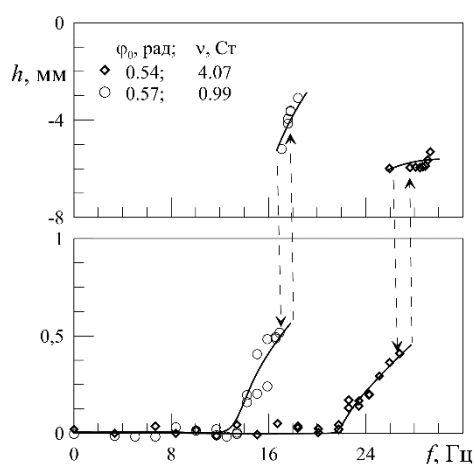


Рис. 7. Зависимость величины зазора h от частоты вибраций f для жидкостей различной вязкости

Показано, что в жидкости с меньшей вязкостью после перехода к внутренней границе полости тело приближается к потолку кюветы больше, чем в жидкостях с большей вязкостью.

В работе исследовано влияние частоты вибраций на амплитуду относительных колебаний тела в полости. На рис. 8б представлена зависимость безразмерной амплитуды колебаний φ / φ_0 тела при варьировании частоты f . Здесь в качестве обезразмеривания амплитуды колебаний тела φ выбрана амплитуда колебаний полости φ_0 . Для демонстрации связи безразмерной амплитуды колебаний тела и величины зазора h при варьировании частоты (рис. 8а) соответствующие графики представлены вместе, один под другим.

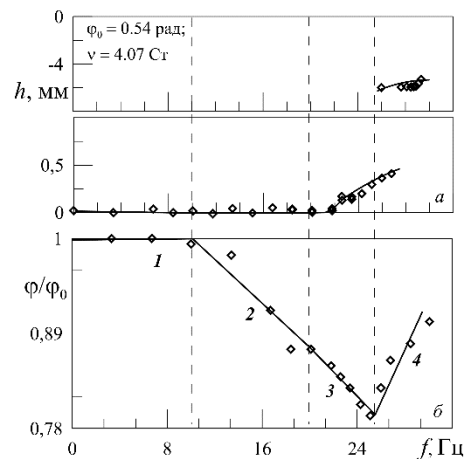


Рис. 8. Зависимость величины зазора h и безразмерной амплитуды колебаний тела φ / φ_0 от частоты вибраций f

При повышении частоты угловых колебаний полости f безразмерная амплитуда колебаний тела φ / φ_0 изменяется пороговым образом, причем одновременно с изменением величины зазора между телом и стенкой полости. Сначала амплитуда практически не меняется с ростом частоты (*участок 1*), затем на графике наблюдается некоторый излом и амплитуда начинает монотонно уменьшаться (*участок 2*). После отрыва тела от дна полости относительная амплитуда его колебаний продолжает уменьшаться, но угол наклона графика становится больше (*участок 3*). После того как тело пороговым образом переходит к внутренней границе полости, на графике вновь наблюдается излом и амплитуда колебаний начинает резко возрастать (*участок 4*). Таким образом, обнаружено, что по изменению закона поведения кривой $\varphi / \varphi_0(f)$ можно определять значения пороговых частот переходов тела.

Изучение азимутального перемещения тела вдоль внутренней границы слоя. В жидкости с кинематической вязкостью $\nu = 0.62$ Ст динамика неосесимметричного тела отличалась от его динамики в других исследованных жидкостях. Главное отличие в поведении тела – это возбуждение азимутального перемещения эллиптического цилиндра вдоль внутренней границы кюветы после его всплытия при дальнейшем повышении интенсивности вибрационного воздействия. При определенной частоте

вибраций полости тело пороговым образом начинает скользить вверх вдоль внутренней стенки полости. Данное явление носит название «вибрационный водолаз» и было описано ранее, в работе [7]. Показано, что направление азимутального смещения тела вдоль внутренней границы равновероятно как в правую, так и в левую сторону. Кривые, соответствующие смещению тела в разные стороны, симметричны (рис. 9): при одинаковых частотах смещение вправо и влево происходит на практически одинаковый угол α .

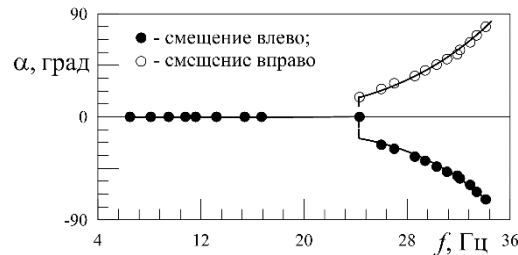


Рис. 9. Смещение тела вдоль внутренней стенки полости

Итак, в работе [5] показано, что за переход тела от одной границы к другой отвечает вибрационный параметр $W_r = (\varphi_0 \Omega)^2 R_0 / g$, который определяет отношение вибрационной подъемной силы к силе тяжести, где $R_0 = (R_1 + R_2) / 2$ — средний радиус кривизны слоя, φ_0 — угловая амплитуда колебаний полости, g — ускорение свободного падения. Следует отметить, что в работе [5] не учитывается взаимодействие тела со стенкой, полагается, что оно взаимодействует только с осциллирующим потоком. Проведенные нами исследования свидетельствуют, что такое взаимодействие есть. Безразмерными параметрами, характеризующими поведение тела вблизи стенки, являются вибрационный параметр $W = (\varphi_0 R \Omega)^2 / gd$ [2], где $d = (d_1 + d_2) / 2$ — средний диаметр эллиптического цилиндра, и безразмерная частота вибраций $\omega = \Omega d^2 / \nu$, характеризующая отношение диаметра тела d к толщине вязкого пограничного слоя Стокса $\delta = \sqrt{2\nu / \Omega}$.

Зависимость безразмерного зазора h/δ от безразмерной частоты вибраций ω показана на рис. 10.

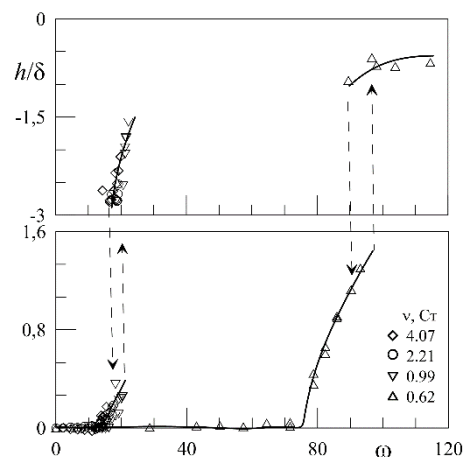


Рис. 10. Зависимость зазора h/δ от безразмерной частоты вибраций ω

Показано, что во всех проведенных экспериментах величина зазора h между тяжелым телом и дном сравнима с толщиной вязкого пограничного слоя Стокса ($h/\delta \approx 1$). Этот факт говорит о том, что отталкивание тела от стенки полости обусловлено вязким характером их взаимодействия. Можно заметить, что все точки, полученные для жидкостей с вязкостью $\nu = 0.99 - 4.07$ Ст, хорошо согласуются на плоскости управляющих безразмерных параметров и ложатся практически в одну область на графике. Кривая для жидкости с вязкостью $\nu = 0.62$ Ст отличается от других кривых: экспериментальные точки оказались в области более высоких безразмерных частот ω . Можно заметить и изменение в поведении тела: появляется эффект азимутального смещения тела после перехода к внутренней границе полости.

На рис. 11 представлены пороговые переходы тела на плоскости управляющих безразмерных параметров. Здесь в качестве параметра, характеризующего отношение вибрационной подъемной силы к силе тяжести, выбран вибрационный параметр W . На графике представлены только прямые переходы тела – его пороги отрыва от дна полости (темные точки на графике) и всплытия к внутренней границе слоя (светлые точки). Обнаружено, что все экспериментальные точки, полученные на жидкостях различной вязкости, находятся в хорошем согласии. По мере увеличения безразмерной частоты вибраций безразмерный параметр W монотонно понижается (в свою очередь, вибрационная сила отталкивания растет). При безразмерной частоте $\omega > 60$ графики выходят практически на горизонтальную асимптотику.

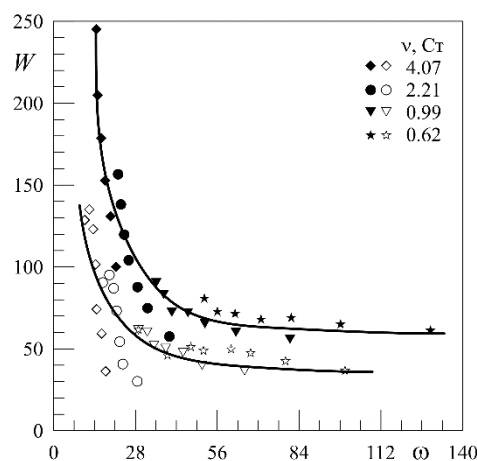


Рис. 11. Пороговые переходы тела на плоскости управляющих безразмерных параметров ω, W

Таким образом, нами экспериментально исследовано поведение эллиптического цилиндра в односвязной полости с вязкой жидкостью при вращательных вибрациях. Эксперименты проведены в широком диапазоне безразмерных частот и амплитуд вибрационного воздействия. При варьировании вибрационного воздействия был обнаружен и исследован ряд интересных вибрационных эффектов. В ходе исследования:

- ✓ обнаружены и исследованы различные пороговые переходы тела для жидкостей различных вязкостей;
- ✓ изучено влияние вязкости и частоты вибраций на величину зазора между телом и стенкой полости;
- ✓ получена зависимость безразмерной амплитуды колебаний тела от амплитуды колебаний полости;
- ✓ обнаружено и изучено азимутальное перемещение тела вдоль внутренней границы полости при варьировании частоты вибрации;
- ✓ обобщены результаты исследований на плоскости управляющих безразмерных параметров.

Данное исследование дополняет опубликованные ранее работы разных авторов и может найти теоретическое и практическое применение в решении задач управления и контроля твердофазными включениями в вязких жидкостях при вибрационном воздействии.

Список литературы

1. Иванова А.А., Козлов В.Г., Кузаев А.Ф. Вибрационное взаимодействие сферического тела с границами полости // Известия РАН. МЖГ. – 2008. – № 2. – С. 31–40.
2. Иванова А.А., Козлов В.Г., Щипицын В.Д. Подъемная сила, действующая на цилиндрическое тело в жидкости вблизи границы полости, совершающей поступательные колебания // ПМТФ. – 2014. – № 5. – С. 55–64.
3. Щипицын В.Д. Колебания неосесимметричного цилиндра в заполненной жидкостью полости, совершающей вращательные осцилляции // Письма в ЖТФ. – 2020. – № 46:15. – С. 43–46.
4. Ivanova A.A., Kozlov V.G., Kuzaev A.F. Vibrational hydrodynamical interaction of sphere with cavity boundary // Fluid Dynamics. – 2008. – № 43(2). – P. 194–202.
5. Kozlov V.G. Solid-body dynamics in cavity with liquid under high-frequency rotational vibration // EPL (Europhysics Letters). – 1996. – Vol. 36, № 9. – P. 651.
6. Schipitsyn V., Kozlov V. Quasistationary states of a nonaxisymmetric cylindrical solid under translational vibrations in liquid // Abstr. BIFD-2019. – Limerick, Ireland. – P. 278.
7. Vibrational Diver / V. Kozlov, A. Ivanova, V. Schipitsyn et al. // Microgravity Sci. Technol. – 2014. – 26. – P. 171–178.

Электронное издание

**ВЕСТНИК
ПЕРМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ГУМАНИТАРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА**

Серия № 2

**ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ
И ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ**

Выпуск 1/2023

Электронный научный журнал

Ответственный редактор выпуска
Полежаев Денис Александрович
Ответственный секретарь выпуска
Селиванов Алексей Евгеньевич

Дата размещения на сайте: 29.12.2023

Редактор – *М.Г. Коровушкина*
Технический редактор – *Д.Г. Григорьев*

Редакционно-издательский отдел
Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета
614990, г. Пермь, ГСП, ул. Пушкина, 44, каб. 310
тел. +7(342) 215-18-52, доб. 394
e-mail: rio@pspu.ru