



ИБ ФИЦ Коми  
НЦ УрО РАН



ДЕТСКИЙ  
КОСМИЧЕСКИЙ  
ЦЕНТР  
г. Киров

Материалы XVI Всероссийской научно-практической  
конференции с международным участием

# ЭКОЛОГИЯ РОДНОГО КРАЯ: проблемы и пути их решения

## КНИГА 2

Киров  
2021

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Вятский государственный университет»

Институт биологии Коми научного центра  
Уральского отделения Российской академии наук

КОГБУК «Музей К. Э. Циолковского,  
авиации и космонавтики»

## **ЭКОЛОГИЯ РОДНОГО КРАЯ: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ**

Материалы  
XVI Всероссийской научно-практической конференции  
с международным участием  
27–28 апреля 2021 г.

Книга 2

Киров 2021

УДК 504.06(470.342)(082)  
ББК 20.1+74.200.57  
Э 400

Печатается по рекомендации Научного совета ВятГУ

**Ответственный редактор:**

**Т. Я. Ашихмина**, д-р техн. наук, профессор, зав. НИЛ биомониторинга Института биологии Коми НЦ УрО РАН и Вятского государственного университета

**Редакционная коллегия:**

**С. В. Дёгтева**, д-р биол. наук, **С. Г. Литвинец**, доцент, канд. с.-х. наук, **Л. И. Домрачева**, профессор, д-р биол. наук, **Л. В. Кондакова**, профессор, д-р биол. наук, **И. Г. Широких**, в. н. с., д-р биол. наук, **Т. А. Адамович**, доцент, канд. геогр. наук, **Е. В. Дабах**, доцент, канд. биол. наук, **Е. А. Домнина**, доцент, канд. биол. наук, **М. А. Зайцев**, доцент, канд. пед. наук, **Г. Я. Кантор**, с. н. с., канд. техн. наук, **Т. И. Кутявина**, с. н. с., канд. биол. наук, **С. Ю. Огородникова**, доцент, канд. биол. наук, **С. В. Пестов**, доцент, канд. биол. наук, **В. В. Рутман**, м. н. с., **В. М. Рябов**, старший преподаватель, **Е. В. Рябова**, доцент, канд. биол. наук, **А. В. Сазанов**, доцент, канд. биол. наук, **С. Г. Скугорева**, доцент, канд. биол. наук, **Н. В. Сырчина**, доцент, канд. хим. наук, **А. С. Тимонов**, н. с., **А. И. Фокина**, доцент, канд. биол. наук, **С. В. Шабалкина**, доцент, канд. биол. наук.

Э 400 Экология родного края: проблемы и пути их решения: материалы XVI Всероссийской научно-практической с международным участием конференции. Книга 2. (г. Киров, 27–28 апреля 2021 г.). – Киров: ВятГУ, 2021. – 400 с.

ISBN 978-5-98228-242-2 (Книга 2)  
ISBN 978-5-98228-240-8

В сборник материалов XVI Всероссийской с международным участием научно-практической конференции «Экология родного края: проблемы и пути их решения» вошли результаты исследований экологического состояния территории Кировской области и других регионов. Особое внимание уделено освещению результатов мониторинга состояния окружающей среды, методов и подходов к оценке состояния экосистем, разработке и апробации аэрокосмических методов экологического мониторинга, дистанционного зондирования Земли. Представлены работы по химии и экологии почв.

Значительное место в сборнике занимают материалы по изучению биологии и экологии растений, животных и микроорганизмов в изменяющихся условиях окружающей среды.

Сборник материалов конференции предназначен для научных работников, преподавателей, специалистов природоохранных служб и ведомств, аспирантов, студентов высших учебных заведений.

За достоверность сведений, изложенных в материалах конференции, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

УДК 504.06(470.342)(082)  
ББК 20.1+74.200.57

ISBN 978-5-98228-242-2 (Книга 2)  
ISBN 978-5-98228-240-8

© ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет» (ВятГУ), 2021

# СОДЕРЖАНИЕ

## СЕКЦИЯ 5 ЭКОЛОГИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ

<b>Кувичкина Т. Н., Капаруллина Е. Н., Доронина Н. В., Решетилов А. Н.</b> Актинобактерии <i>Rhodococcus qingshengii</i> GL Mm1 как основа для определения фунгицида карбендазима биосенсорным методом.....	9
<b>Зорина Э. И., Широких И. Г.</b> Изменение устойчивости почвенных стрептомицетов к антибиотикам под влиянием ионов меди и кадмия.....	13
<b>Боков Н. А., Назарова Я. И., Широких И. Г.</b> Изучение связи между целлюлазной активностью штаммов стрептомицетов и их географическим происхождением.....	17
<b>Бакулина А. В., Назарова Я. И., Харина А. В., Широких И. Г.</b> Изучение биофунгицидного действия штамма <i>Streptomyces antimycoticus</i> 8A13 на возбудителя септориоза пшеницы.....	22
<b>Коротких А. И., Забубенина Ю. С., Домрачева Л. И., Шешегова Т. К.</b> Бактерии <i>p. Bacillus</i> как антагонисты фитопатогенных грибов.....	26
<b>Домрачева Л. И., Скугорева С. Г., Фокина А. И., Ашихмина Т. Я.</b> Фузариотоксины и их роль в жизни растений, животных и человека (обзор).....	29
<b>Миндубаев А. З., Бабынин Э. В., Акосах Й. А.</b> Филогенетическое дерево <i>Aspergillus niger</i> AM1.....	34
<b>Стариков П. А., Широких И. Г.</b> Влияние нового изолята гриба рода <i>Trichoderma</i> на представителей <i>Fusarium</i> spp. ....	37
<b>Перминова Г. Н.</b> Сравнительная характеристика флор почвенных водорослей и цианобактерий.....	41
<b>Кондакова Л. В., Дабах Е. В.</b> Видовое разнообразие альгофлоры планктона как показатель экологического состояния водоема.....	46
<b>Кондакова Л. В., Кислицына А. П.</b> Видовой состав альгофлоры в пленках «цветения» пахотных почв под лядвенце-тимофеечными травостоями.....	51
<b>Кузнецова Т. В., Петров А. М., Игнатъев Ю. А., Утомбаева А. А.</b> Влияние остаточного содержания нефтепродуктов на состав почвенного микробоценоза аллювиальной дерновой почвы.....	55
<b>Сырбу Т. Ф., Сланина В. А., Батыр Л. М., Молдован К. Е.</b> Микроорганизмы, преобладающие в озере «La Izvor».....	59
<b>Бурцева С. А., Бырса М. Н., Чеботарь В. И.</b> Актинобактерии в микробном сообществе озерной системы «La Izvor», г. Кишинев.....	62
<b>Седова Д. А., Романовская Ю. А.</b> Ферменты патогенности, чувствительность к антибиотикам и коммерческим препаратам бактериофагов штаммов <i>Klebsiella pneumoniae</i> , выделенных из воды Нижнего Дона.....	67

<b>Лицевич А. Р., Чернышенко Е. Р., Брагинцева А. П., Седова В. В., Кан В. В., Наумова Е. А., Алешукина И. С., Ажогоина Т. Н.</b>	
Гены резистентности к антибиотикам в твороге.....	70
<b>Цуркан О. П.</b> Кислые и сульфатированные эндо- и экзополисахариды при культивировании цианобактерии <i>Spirulina platensis</i> в присутствии координационных соединений Cu (II).....	73
<b>Стахурлова Л. Д., Челядинова А. А., Свистова И. Д.</b> Биологическая активность дерново-подзолистых почв под различными биоценозами .....	78
<b>Гаевский Е. Е., Морозова М. Д.</b> Биологическая активность дерново-подзолистой песчаной почвы в зависимости от степени ее окультуривания .....	81
<b>Смирнова И. Э., Саданов А. К., Даугалиева С. Т.</b> Влияние сельскохозяйственного пользования почв на их микробиом .....	85
<b>Свистова И. Д., Корецкая И. И., Назаренко Н. Н.</b> Использование музея чистых культур микроорганизмов в исследовательской работе студентов .....	90

## СЕКЦИЯ 6 БИОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

<b>Khabibullaev B. Sh., Sharipova V. K.</b> Morpho-anatomical structure of fruits of relict species <i>Otostegia bucharica</i> V. Fedtsch. (Lamiaceae) .....	93
<b>Белова К. Д.</b> Особенности анатомического строения стебля <i>Eremogone saxatilis</i> (Caryophyllaceae).....	95
<b>Коновалова И. А.</b> Приспособления <i>Solanum dulcamara</i> L. к лианоидному образу жизни .....	100
<b>Егорова Н. Ю., Сулейманова В. Н.</b> Плотность и онтогенетическая структура <i>Cypripedium calceolus</i> L. в хвойных фитоценозах облесенных склонов долины реки Кама (Кировская область).....	104
<b>Гудовских Ю. В., Егошина Т. Л., Кислицына А. В., Лугинина Е. А., Соро Т. С.</b> Эколого-ценотическая характеристика <i>Dactylorhiza fuchsii</i> (Druse) Soo в пределах южной подзоны тайги Кировской области .....	108
<b>Пьянкова М. А., Пересторонина О. Н., Шабалкина С. В.</b> Оценка состояния ценопопуляции <i>Dactylorhiza incarnata</i> (L.) Soó (Orchidaceae) на территории города Кирова .....	112
<b>Пакеева А. Э., Пересторонина О. Н., Шабалкина С. В.</b> Особенности популяционной структуры <i>Platanthera bifolia</i> (L.) Rich. в окрестностях г. Кирова .....	117
<b>Поляков Д. А., Гудовских Ю. В., Лугинина Е. А.</b> Материалы эколого-фитоценотической приуроченности <i>Fragaria vesca</i> L. в хвойно-широколиственных лесах Кировской области.....	123
<b>Олькова В. Н., Кислицына А. В.</b> Характеристика фрагмента экологической ниши зверобоя продырявленного в Кировской области .....	128

<b>Шаклеина М. Н., Коновалова И. А., Лелекова Е. В.</b> Структура ценопопуляций <i>Pulsatilla patens</i> (L.) Mill. на территории памятника природы «Медведский бор» Кировской области .....	132
<b>Мустафаева З. А.</b> Перифитон Айдар-Арнасайской системы озер.....	137
<b>Дюкова А. С., Нестерук М. Э., Грехнев Е. С.</b> Исследование бриофлоры Костромского района Костромской области .....	142
<b>Канев В. А.</b> Флора высших сосудистых растений окрестностей пос. Якуньель (бассейн р. Летка, Прилузский район Республики Коми).....	144
<b>Канев В. А.</b> Флора высших сосудистых растений среднего течения реки Вангыр (бассейн реки Щугор, национальный парк «Югыд Ва», Приполярный Урал Республики Коми).....	149
<b>Тетерюк Б. Ю., Тетерюк Л. В., Оплеснина Н. А.</b> Систематическая структура флоры малых водотоков северной части национального парка «Югыд Ва».....	154
<b>Князева Е. В.</b> Сравнительная характеристика продуктивности макрофитов в малых водохранилищах бассейна реки Вычегды .....	158
<b>Бушуева Ю. О., Егошина Т. Л.</b> Флора сосудистых растений особо охраняемой природной территории «Комплекс пойменных озер Холуново, Кривель, Черное».....	162
<b>Абдураимов А. С., Данияров С. А.</b> Анализ хамефитов флоры Таркапчигайского ботанико-географического района (Узбекистан).....	166
<b>Абдураимов О. С., Шомуродов Х. Ф., Бердалиев А. А.</b> Эфиромасличные растения горы Бахильтау (Узбекистан).....	169
<b>Чистякова В. А.</b> Материалы к изучению флоры города Костромы ...	171
<b>Соловьева В. В.</b> Антропоустойчивость растений искусственных водоемов в условиях Среднего Поволжья .....	176
<b>Солдатова А. В., Хапкина А. В.</b> Изучение жизненности особей <i>Quercus robur</i> L. на рекреационном участке Малиновой засеки г. Тулы .....	179
<b>Белошанкина О. А., Илюшечкина Н. В.</b> Встречаемость клена ясенелистного ( <i>Acer negundo</i> L.) на территории города Йошкар-Ола и Медведевского района Республики Марий Эл.....	181
<b>Шушпанникова Г. С., Пахтусова О. В., Фомина Я. А.</b> Фенология некоторых декоративных и лекарственных видов растений при интродукции в ботаническом саду Сыктывкарского государственного университета имени Питирима Сорокина.....	183
<b>Лелекова Е. В.</b> О коллекции первоцветов Ботанического сада г. Кирова .....	188
<b>Ренгартен Г. А., Савиных Е. Ю.</b> Размножение, формирование, интродукция фундука в Кировской области.....	192
<b>Родионова П. В., Помогайбин А. В.</b> Особенности накопления липидов в плодах ореха грецкого, сформированных в дендрарии Ботанического сада Самарского университета: к оценке влияния погодных условий различных вегетационных периодов.....	196

<b>Любова С. В., Малыгина О. А.</b> Экологическое состояние кормовых угодий в Котласском районе Архангельской области и приемы их улучшения .....	200
<b>Полянчева С. А., Волкова Е. М.</b> Анализ растительности агростепей Куликова поля, сформированных широкорядным посевом .....	205
<b>Кузнецов М. А.</b> Естественное лесовозобновление на сплошнолесосечной вырубке среднетаежного ельника черничного .....	209
<b>Березин А. А., Савиных Н. П.</b> О возможных высоколиквидных постагрогенных сосняках в южной тайге (Кировская область) .....	212
<b>Тетерин А. А., Савиных Н. П.</b> О листовенничниках в подзоне южной тайги (Кировская область).....	217
<b>Гремитских Я. Д., Шабалкина С. В.</b> Структура и состояние древостоя дендропарка лесоводов Кировской области .....	222
<b>Петуненкова Т. А., Лукаткин А. С.</b> Особенности морфогенеза <i>in vitro</i> у трансгенных линий табака при действии засоления и тяжелых металлов .....	225
<b>Галкина А. А., Бишарова И. Л., Гурьянова А. С., Лукаткин А. С.</b> Влияние повышенных температур на растения кукурузы (продуктивность, физиологические аспекты, флуоресценция хлорофилла) .....	229
<b>Герасимова М. Р., Хасанов Н. Н., Огородникова С. Ю.</b> Влияние условий произрастания на состояние пигментного комплекса растений черники .....	233
<b>Амунова О. С.</b> Вариабельность реакции пигментного комплекса гибридов пшеницы на воздействие ионов алюминия.....	236
<b>Ширяев Г. И., Новиков П. Е., Малева М. Г., Борисова Г. Г.</b> Морфофизиологические адаптации и потенциал к фитостабилизации у <i>Typha latifolia</i> L. в условиях экстремального техногенного загрязнения .....	241
<b>Симонова О. А.</b> Накопление марганца в корнях растений ячменя.....	244
<b>Щукина Д. А., Иванова Т. С., Борисова Г. Г., Малева М. Г.</b> Влияние СПАВ-содержащих моющих средств на проницаемость клеточных мембран и содержание фотосинтетических пигментов в листьях <i>Elodea canadensis</i> .....	248
<b>Емелев С. А., Емелева Н. В.</b> Влияние протравителей семян на развитие и урожайность ярового овса Кречет .....	252
<b>Сивопляс В. В., Гаевский Е. Е.</b> Влияние «зеленых» удобрений на рост базилика овощного в условиях лабораторного опыта .....	257
<b>Южанин К. И., Сырчина Н. В.</b> Оценка влияния адьювантов на технологические свойства удобрений для листовой подкормки.....	260
<b>Ренгартен Г. А., Савиных Е. Ю.</b> Использование некоторых регуляторов роста при одревесневшем черенковании черной смородины ....	264
<b>Пыстина Т. Н., Семенова Н. А.</b> Первые сведения о разнообразии лишайников проектируемого Федерального заказника «Параськины озера» (Республика Коми).....	268

<b>Малахова К. В.</b> Анатомические особенности талломов при подходе к онтогенетической периодизации <i>Cetraria islandica</i> (L.) Ach. ....	272
<b>Марамохин Э. В., Сиротина М. В., Урекин Е. А.</b> Биотопические особенности ксилотрофных базидиомицетов мелколиственных лесов Кологривского и Красносельского районов Костромской области .....	276
<b>Сорокина А. А., Кислицына А. В., Ярославцев А. В., Оботнин С. И., Лугинина Е. А.</b> Морфометрические параметры и урожайность строчка обыкновенного в Кировской области .....	280
<b>Лелекова Е. В.</b> Водные и прибрежно-водные растения в ландшафтном дизайне .....	284
<b>Лелекова Е. В., Зыкин А. Е.</b> Зеленые кровли: востребованная необходимость .....	289

## СЕКЦИЯ 7 БИОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ

<b>Букина Л. А., Култышева К. А.</b> Некоторые морфологические показатели стерляди ( <i>Acipenser ruthenus</i> , 1758) среднего течения реки Вятки .....	294
<b>Греков О. А.</b> Анализ результатов вольерного разведения кабана ( <i>Sus scrofa</i> ) в Давыдовском охотничьем хозяйстве Ярославской области .....	298
<b>Дехконова Д. Р.</b> Морфоэкологическая характеристика судака ( <i>Sander lucioperca</i> ) озера Айдаркуль Айдаро-Арнасайской системы озер Узбекистана .....	302
<b>Дубякова В. Ю., Ивлева П. Д.</b> Среднезимние учеты численности водоплавающих птиц в г. Тула в 2021 г. ....	305
<b>Егорова А. В., Калининкова Т. Б.</b> Кратковременное голодание вызывает активацию холинергической системы почвенной нематоды <i>Caenorhabditis elegans</i> .....	307
<b>Емельянова М. С.</b> Онтогенез эмбриона <i>Gallus gallus</i> в гипогеомагнитном поле в условиях инкубатора .....	311
<b>Климова А. С., Сиротина М. В.</b> Особенности экстерьерных признаков цикломорфных грызунов на участках биогеоценотических комплексов южной тайги .....	314
<b>Кочурова Т. И., Цепелева М. Л.</b> Ручейники (Trichoptera) Кировской области .....	319
<b>Куватов А. К.</b> Морфометрические и диагностические признаки <i>Gambusia holbrooki</i> (Cyprinodontiformes: Poeciliidae), обитающие в реке Чирчик .....	324
<b>Курбанов А. Р., Титова Н. О., Атабаева Н. К.</b> Аквапоника как инновационный метод экологизации сельского хозяйства .....	328
<b>Мазеева А. В., Кулакова О. И., Татаринов А. Г.</b> Локальные фауны булавоусых чешуекрылых (Lepidoptera, Rhopalocera) Кировской области: Суна .....	333

<b>Масленникова О. В., Очереднюк А. А., Махнева И. С.</b> Ротан ( <i>Perccottus glenii</i> Dybowski, 1877) в пойменных водоемах реки Вятки .....	339
<b>Мохов Д. В., Ходырев Г. Н.</b> К фауне мейобентоса реки Фёдоровки участка «Тулашор» заповедника «Нургуш» .....	342
<b>Намозов С. М.</b> Темп роста аральской плотвы ( <i>Rutilus rutilus aralensis</i> Berg 1916) оз. Тузкан Айдар-Арнасайской системы озер Узбекистана .....	345
<b>Никонова А. А., Рябов В. М.</b> Оценка гибели позвоночных животных на техногенных объектах г. Кирова .....	349
<b>Пичугин Д. А., Рябов В. М.</b> Оценка видового состава млекопитающих на территории д. Рыбная Ватага Кильмезского района Кировской области .....	351
<b>Пономарев В. И.</b> Влияние высоты на структуру рыбного населения озер западных склонов Полярного и Приполярного Урала .....	355
<b>Пышкин В. Б., Прыгунова И. Л.</b> Видовое и таксономическое богатство одонатофауны (Insecta: Odonata) Крымского полуострова .....	360
<b>Русских С. В., Никитин О. В., Латыпова В. З., Степанова Н. Ю., Шакирова Ф. М.</b> Токсичные элементы в органах, тканях рыб различных экологических групп, в среде обитания и экологический риск здоровью населения .....	365
<b>Сидорова О. П., Масленникова О. В.</b> Ихтиофауна среднего течения реки Енисей .....	369
<b>Титова Н. О., Гинатуллина Е. Н., Муллабоев Н. Р.</b> Оценка современного состояния ихтиофауны и зообентоса Южно-Голодностепского канала .....	374
<b>Турмухаметова Н. В.</b> Насекомые-фитофаги <i>Pinus sylvestris</i> некоторых районов Республики Марий Эл .....	379
<b>Филимонова А. С., Судбина Ю. Ю.</b> Динамика численности обыкновенной кряквы ( <i>Anas platyrhynchos</i> ) в г. Тула в 2019–2020 гг. ....	382
<b>Целищева Л. Г.</b> Результаты мониторинга липовой моли-пестрянки ( <i>Phyllonorycter issikii</i> Kumata) в заповеднике «Нургуш» в 2015–2020 гг. ....	385
<b>Целищева Л. Г., Кочурова Т. И., Рогожникова Е. В., Ходырев Н. Н.</b> Фауна пиявок (Hirudinida) пойменных водоёмов заповедника «Нургуш» (Кировская область) .....	390
<b>Юликова Э. В., Пронина Н. А.</b> Население и численность домового воробья ( <i>Passer domesticus</i> ) в г. Тула во внегнездовой период .....	395
<b>Юферов Г. И.</b> Жуки рода <i>Leiodes</i> Latreille, 1796 (Coleoptera, Leiodidae) Кировской области .....	398

## СЕКЦИЯ 5 ЭКОЛОГИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ

### АКТИНОБАКТЕРИИ *RHODOCOCCLUS QINGSHENGII* GL Mm1 КАК ОСНОВА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФУНГИЦИДА КАРБЕНДАЗИМА БИОСЕНСОРНЫМ МЕТОДОМ

*Т. Н. Кувичкина, Е. Н. Капаруллина, Н. В. Доронина, А. Н. Решетилов*  
Институт биохимии и физиологии микроорганизмов  
имени Г. К. Скрыбина, ФГБУН ФИЦ Пушчинский научный центр  
биологических исследований РАН,  
kuv@ibpm.pushchino.ru

Актинобактерии *Rhodococcus qingshengii* GL Mm1, выделенные из образца глины Мертвого моря, могут быть использованы в качестве биологического распознающего элемента в модели амперометрического биосенсора для определения фунгицида карбендазима, используемого для грибных заболеваний сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: карбендазим, *Rhodococcus qingshengii*, амперометрический биосенсор

Карбендазим (метил-1Н-бензимидазол-2-ил карбамат) представляет собой бензимидазольный фунгицид системного действия, используемый для контроля широкого спектра грибковых заболеваний сельскохозяйственных культур [1]. Карбендазим относительно стабилен в почве и воде и имеет период полураспада в окружающей среде до 12 месяцев [2]. Показано, что разложение карбендазима при физических и абиотических процессах происходит медленно, и микробный метаболизм считается основным процессом его разложения в естественных почвах [3–5]. Изучение продуктов деградации карбендазима актинобактериями *Rhodococcus jialingiae* dj1-6-2 показало, что бензольное кольцо 2-гидроксибензимидазола раскрывается за счет расщепления катехола [5]. Предложен путь деградации карбендазима бактериями *Pseudomonas* sp. CBW, заключающийся в том, что карбендазим превращался в 2-аминобензимидазол на первом этапе и в 2-гидроксибензимидазола на втором этапе, а затем в 1,2-диаминобензол и катехол [6]. Штамм *Rhodococcus qingshengii* sp. nov. может использовать карбендазим и катехол как единственные источники углерода и энергии [7]. Для штамма *Rhodococcus qingshengii* GLMm1, исследуемого авторами, известно, что он может быть основой амперометрического биосенсора для определения катехола [8]. Эти сведения явились предпосылкой того, чтобы для определения карбендазима

использовать биосенсорный амперометрический подход. Существуют методы определения карбендазима. В основном это ВЭЖХ [5, 6, 9]. Кроме того, количественный анализ карбендазима был проведен с системой ЖХ серии Agilent (Agilent Technologies, США [10]. Эти методы требуют дорогостоящего оборудования. Целью работы было проверить возможность использования биосенсорного амперометрического подхода для определения карбендазима на основе актинобактерий *Rhodococcus qingshengii* GL Mm1 в качестве биологического распознающего элемента (биохимического рецептора).

В работе использовали 50% порошок карбендазима (Sichuan Guoguang Agrochemical Co., Ltd.), из которого экстракцией метанолом выделяли карбендазим, что подтверждали масс-спектрометрически. Масс-спектр регистрировали на квадрупольном масс-спектрофотометре LCQ Advantage MAX (Termo Finnigan, Германия). В работе использовали актинобактерии *Rhodococcus qingshengii* GLMm1. Штамм GLMm1 выделили из глины Мертвого моря. На основании секвенирования гена 16S рРНК показано, что исследуемый штамм принадлежит виду *Rhodococcus qingshengii* JCM15477T.

*Условия культивирования.* Культуру выращивали на агаризованной среде ГКА (10 г глюкозы, 18 г агара, 300 мл картофельного настоя, 700 мл дистиллированной воды) в течение 2-5 суток при температуре 28 °С. Выросшую биомассу смывали 50 мМ калий-фосфатным буфером, рН 7,1. Далее биомассу отделяли центрифугированием при 10 000 g в течение 3 мин.

*Иммобилизация клеток.* Иммобилизованные клетки (ИмК) получали методом физической адсорбции. Для этого клеточную суспензию, содержащую 10 мкл 50 мМ калий-фосфатного буфера (рН 7,1) с 2 мг сырой биомассы, наносили на полоску носителя (хроматографическая стеклобумага Whatman GF/A Великобритания), формируя пятно диаметром 5 мм. Пятно подсушивали при комнатной температуре в течение 20 мин. Биорецептор фиксировали на измерительной поверхности кислородного электрода типа Кларка («Кронас», Россия) с помощью нейлоновой сетки.

*Условия измерений.* Измерения проводили в открытой кювете объёмом 2 мл в 50 мМ калий-фосфатным буфере (рН 7,1), насыщенном кислородом, при комнатной температуре. Для регистрации измерений использовался потенциостат IPC-Micro («Кронас», Россия) и персональный компьютер. Регистрируемым параметром при фиксированном потенциале (-700 мВ) являлась максимальная скорость изменения выходного сигнала  $dI/dt$  (нА/с), связанная пропорциональной зависимостью со скоростью изменения концентрации потреблённого кислорода (ответ биосенсора). После установления постоянного уровня тока в ячейку вводили 100 мкл пробы субстрата. После каждого измерения производили промывку ячейки фосфатным буфером. Для обработки полученных результатов использовали компьютерную программу для нелинейной регрессии (Sigma Plot 10).

Карбендазим из порошка извлекали метанолом. Неорганические компоненты порошка отделяли центрифугированием. Надосадочную жидкость

упаривали. Аликвоту анализировали масс-спектрометрически. На рисунке 1 представлен масс-спектр выделенного соединения.

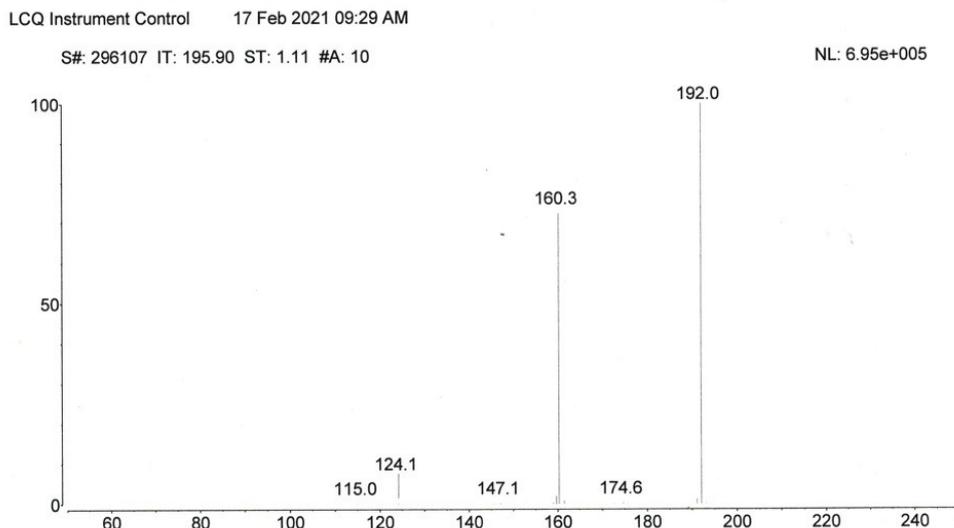


Рис. 1. Масс-спектр полученного соединения

Полученный масс-спектр совпадал с масс-спектром карбендазима [7]. Выделенный препарат был использован для дальнейших исследований.

В условиях эксперимента использовали нерастущую культуру *Rhodococcus qingshengii* GL Mm1, для которой следует ожидать стабильные стехиометрические соотношения между количеством потреблённого кислорода и концентрацией карбендазима. Максимальные скорости процессов потребления кислорода и окисления карбендазима пропорциональны. Для изучения влияния концентраций карбендазима на потребление кислорода ИмК концентрации субстрата варьировали от 16 до 160 мкМ. На рисунке 2 представлена градуировочная кривая зависимости ответа биосенсора на основе ИмК *Rhodococcus qingshengii* GLMm1 от концентрации карбендазима.

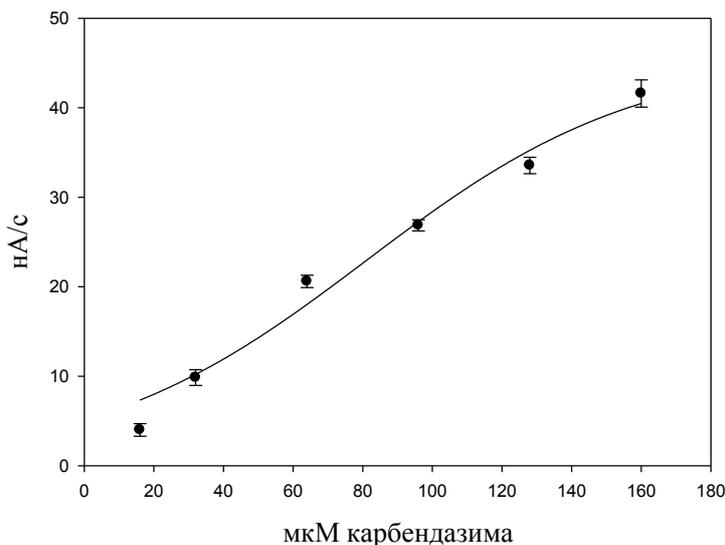


Рис. 2. Градуировочная зависимость ответов биосенсора на основе ИмК *Rhodococcus qingshengii* GLMm 1 от концентрации карбендазима

Для актинобактерий *Rhodococcus qingshengii* Gl Mm1 скорость окисления карбендазима росла по мере повышения его концентрации. Для градуировочной зависимости ответа биосенсора на основе штамма *Rhodococcus qingshengii* Gl Mm1 от концентрации карбендазима были рассчитаны параметры уравнения Михаэлиса-Ментен, аппроксимация проводилась с помощью программы Sigma Plot 10 (табл.).

Таблица

**Параметры уравнения Михаэлиса-Ментен градуировочной зависимости ответов биосенсора на основе штамма *Rhodococcus qingshengii* Gl Mm1**

Рецепторный элемент	Эффективная Константа Михаэлиса, мкМ	Максимальная скорость потребления кислорода $V_{max}$ , нА/с
<i>Rhodococcus qingshengii</i> Gl Mm1	81,1±5,6	45,9±2,5

Оценку субстратной специфичности биорецептора на основе *Rhodococcus qingshengii* GLMm 1 проводили по следующим 9 субстратам (рис. 3).

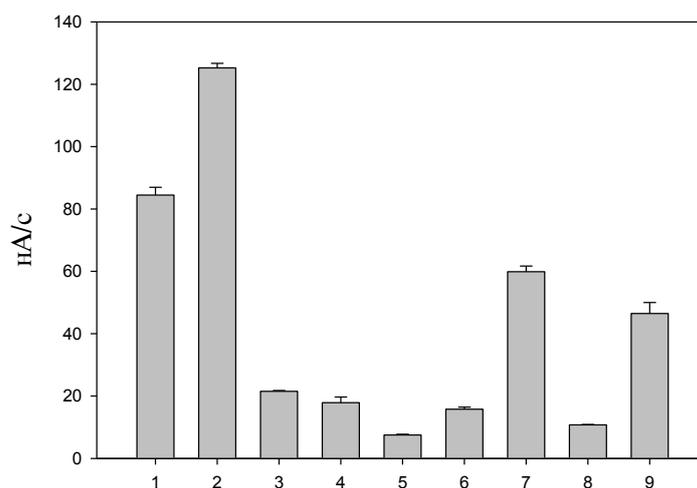


Рис. 3. Субстратная специфичность биосенсора на основе ИМК *Rhodococcus qingshengii* Gl Mm1

Обозначения: 1 – катехол, 2 – фруктоза, 3 – L(-)-арабит, 4 – D-глюкоза, 5 – D-сорбит, 6 – D(+)-целлобиоза, 7 – метиламин, 8 – диметиламин, 9 – карбендазим.

Долговременная стабильность сохранялась в течение 14 суток. Время анализа составило не более 20 мин.

Таким образом, показана возможность использования биосенсорного амперометрического подхода для определения карбендазима на основе иммобилизованных актинобактерий *Rhodococcus qingshengii* GLMm1 в качестве биологического распознающего элемента.

**Библиографический список**

1. Chen Y., Zhou M. G. Characterization of *Fusarium graminearum* isolates resistant to both carbendazim and a new fungicide JS399-19 // *Phytopathology*. 2009. Vol. 99. P. 441-446. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-99-4-0441>

2. Cloning and biochemical characterization of a novel carbendazim (methyl-1H-benzimidazol-2-ylcarbamate)-hydrolyzing esterase from the newly isolated *Nocardioides* sp. strain SG-4G and its potential for use in enzymatic bioremediation / G. Pandey, S. J. Dorrian, R. J. Russell, C. Brearley, S. Kotsonis, J. G. Oakeshott // *Appl Environ Microbiol.* 2010. Vol. 76. P. 2940–2945. doi: 10.1128/AEM.02990-09
3. Kiss A., Virag D. Photostability and photodegradation pathways of distinctive pesticides // *J Environ Qual.* 2009. Vol. 38. P. 157–163.
4. Involvement of fungi and bacteria in enhanced and nonenhanced biodegradation of carbendazim and other benzimidazole compounds in soil / O. Yarden, R. Salomon, J. Katan, N. Aharonson // *Can J Microbiol.* 1990. Vol. 36. P. 15–23.
5. Biodegradation of carbendazim by a novel actinobacterium *Rhodococcus jialingiae* djl-6-2 / Z. Wang, Y. Wang, F. Gong, J. Zhang, Q. Hong, S. Li // *Chemosphere.* 2010. Vol. 81. P. 639–644. doi: 10.1016/j.chemosphere.2010.08.040
6. Isolation and characterization of *Pseudomonas* sp. CBW capable of degrading carbendazim / H. Fang, Y. Wang, C. Gao, H. Yan, B. Dong, Y. Yu // *Biodegradation.* 2010. Vol. 21. P. 939–946. <https://doi.org/10.1007/s10532-010-9353-0>
7. *Rhodococcus qingshengii* sp. nov., a carbendazimdegrading bacterium / J. L. Xu, J. He, Z. C. Wang, K. Wang, W. J. Li, S. K. Tang, S. P. Li // *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology.* 2007. Vol. 57. P. 2754–2757.
8. Биосенсор для определения фенола и катехола в водной среде / Т. Н. Кувичкина, Е. Н. Капарулина, Н. В. Доронина, А. А. Макаренко, А. Н. Решетилов // *Бюллетень изобретений полезных моделей № 16.* Оpubл. 02 июня 2020. Патент РФ на полезную модель № 197851. Заявка № 2019135116.
9. Holtman M. A., Kobayashi D. Y. Identification of *Rhodococcus erythropolis* isolates capable of degrading the fungicide carbendazim // *Appl Microbiol Biotechnol.* 1997. Vol. 47. P. 578–582.
10. Isolation and Characterization of Carbendazimdegrading *Rhodococcus erythropolis* djl-11 / X. Zhang., Y. Huang., P. R. Harvey, H. Li, Y. Ren, J. Li, J. Wang, H. Yang // *PLOS ONE.* 2013. Vol. 8. Is. 10. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0074810>

## ИЗМЕНЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ПОЧВЕННЫХ СТРЕПТОМИЦЕТОВ К АНТИБИОТИКАМ ПОД ВЛИЯНИЕМ ИОНОВ МЕДИ И КАДМИЯ

**Э. И. Зорина<sup>1</sup>, И. Г. Широких<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Вятский государственный университет, linkazorina@gmail.com*

<sup>2</sup> *Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, irgenal@mail.ru*

Проведена оценка устойчивости к антибиотикам из разных классов и с разными механизмами действия у почвенных изолятов стрептомицетов. Выявлено изменение антибиотикорезистентности культур, выращенных в присутствии ионов тяжелых металлов.

Ключевые слова: *Streptomyces*, антибиотики, резистентность, тяжелые металлы.

Известно, что загрязнение почвы тяжелыми металлами (ТМ) может как угнетать рост микроорганизмов, так и стимулировать их развитие [1]. Эле-

менты по токсичности принято делить на 3 класса: эссенциальные, неэссенциальные и токсичные. К эссенциальным элементам среди металлов относят железо, медь, цинк, марганец, хром, молибден, кобальт. Остальные принято относить к неэссенциальным элементам [2]. Группа токсичных элементов включает в себя ртуть, кадмий, свинец и ряд других. Тем не менее, даже эссенциальные металлы в избытке оказывают токсическое действие на микроорганизмы [3]. Следует помнить, что свое токсическое воздействие ТМ могут проявить только в виде ионов.

Существует мнение, что давление отбора со стороны ТМ на сообщества бактерий способствует повышению устойчивости к антибиотикам в окружающей среде [4].

Целью настоящей работы являлась проверка гипотезы о том, что ТМ могут увеличивать устойчивость стрептомицетов к антибиотикам.

Объектом исследования служили 10 природных изолятов из различных типов почв. Культуры выращивали в жидкой среде Гаузе 1 [5] без добавления ионов металла (контроль), в среде того же состава с добавлением 3 мг/л ионов меди и с добавлением 5 мг/л ионов кадмия. При приготовлении сред с металлом устанавливали рН среды 6,0. Жидкие культуры стрептомицетов использовали для газонного посева на овсяный агар [5], куда помещали бумажные диски с антибиотиками.

Для определения резистентности стрептомицетов использовали диски индикаторные ДИ-ПИС-50-01 по ТУ 9398-001-39484474-2000 (НИЦФ, Россия, СПб) с антибиотиками в следующих концентрациях: канамицин (КАН) 30 мкг, линкомицин (ЛИН) 15 мкг, налидиксовая кислота (НК), триметоприм/сульфаметоксазол (ТС) 1,25/23,75 мкг, тетрациклин (ТЕТ) 30 мкг, амоксициллин 20 мкг (АКЦ) и рифампицин 5 мкг (РИФ).

Таким образом, был использован набор антибиотиков, который включал препараты из разных функциональных классов, с различными внутриклеточными мишенями [6]: ингибитор синтеза нуклеиновых кислот из группы хинолонов (НК); ингибитор синтеза белка на уровне 30S-рибосом (ТЕТ); ингибитор синтеза РНК рибосом, нарушающий структуру и функции цитоплазматической мембраны (КАН); ЛИН, нарушающий синтез белка на уровне 50S-рибосом; ингибитор синтеза клеточной стенки из группы пенициллинов (АКЦ); полусинтетический антибиотик из группы ансамакролидов, ингибитор ДНК-зависимой РНК-полимеразы (РИФ); а также антиметаболит фолиевой кислоты (ТС).

Интерпретацию результата проводили в соответствии с инструкцией на конкретную тест-систему.

Для данной выборки частота встречаемости устойчивых штаммов, выращенных в контрольной среде, колебалась от 20 до 80% в зависимости от вида антибиотика (табл. 1).

Таблица 1

**Устойчивость к антибиотикам штаммов, выращенных в среде  
без добавления ионов металла**

Штаммы	Зоны подавления роста штамма антибиотиками, мм						
	КАН	ЛИН	НК	ТС	ТЕТ	АКЦ	РИФ
Ch 4	17	15	29	0	23	28	47
Ch 7	30	0	0	19	18	34	41
ЛОС 1-6	38	34	11	41	40	29	38
ЛОС 1-19	19	10	20	36	38	32	38
1 Из-5	21	0	0	0	30	15	21
1 Из-8	12	10	0	0	34	28	29
3 Из-2	48	34	50	42	38	37	50
3 Из-3	8	0	0	0	10	0	0
3 Из-6	24	0	7	0	13	0	16
3 Из-8	20	14	26	0	15	0	15
Частота встречаемости устойчивых штаммов, %	20	80	60	60	20	30	30

*Примечание:* штаммы отнесены к устойчивым при зонах задержки роста < 13 мм – по канамицину; < 17 мм – по линкомицину; < 13 мм – по налидиксовой кислоте; < 10 мм – по триметоприм/сульфаметоксазолу; < 14 мм – по тетрациклину; < 14 мм – по амоксициллину; < 16 мм – по рифампицину.

Чаще всего устойчивость проявлялась у стрептомицетов в отношении антибиотика ЛИН (80%). С высокой частотой отмечалась устойчивость к НК и ТС (по 60%). Значительно реже встречались штаммы, устойчивые к АКЦ и РИФ (по 30%), КАН и ТЕТ (по 20%).

В той же выборке культур, выращенных в присутствии ионов меди, частота встречаемости устойчивых штаммов изменилась по сравнению с контролем и стала составлять от 0 до 60% для каждого из исследуемых антибиотиков (табл. 2). Возросла в присутствии ионов меди устойчивость к антибиотикам: АКЦ (50%) и РИФ (40%); снизилась по сравнению с контролем – к КАН (0%), ЛИН (60%), НК (40%), ТС (50%). В отношении ТЕТ устойчивость стрептомицетов под влиянием ионов меди не изменилась (20%).

Таблица 2

**Устойчивость к антибиотикам штаммов, выращенных в среде  
с добавлением ионов меди**

Штаммы	Зоны подавления роста штамма антибиотиками, мм						
	КАН	ЛИН	НК	ТС	ТЕТ	АКЦ	РИФ
1	2	3	4	5	6	7	8
Ch 4	26	22	19	10	25	28	45
Ch 7	20	14	16	26	31	27	35
ЛОС 1-6	25	32	40	55	31	33	34
ЛОС 1-19	20	40	24	16	26	10	16
1 Из-5	24	0	0	0	27	20	25
1 Из-8	24	8	0	0	40	28	39
3 Из-2	24	26	43	44	24	0	11
3 Из-3	20	0	10	0	13	0	0

## Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8
3 Из-6	21	0	0	0	14	0	16
3 Из-8	27	0	31	24	31	0	17
Частота встречаемости устойчивых штаммов, %	0	60	40	50	20	50	40

Примечание: смотри таблицу 1.

Частота встречаемости устойчивых к антибиотикам штаммов, выращенных в присутствии ионов кадмия, колебалась от 0 до 80% в зависимости от вида антибиотика (табл. 3).

Таблица 3

**Устойчивость к антибиотикам штаммов, выращенных в среде с добавлением ионов кадмия**

Штаммы	Зоны подавления роста штамма антибиотиками, мм						
	КАН	ЛИН	НК	ТС	ТЕТ	АКЦ	РИФ
Ch 4	24	15	0	25	18	24	43
Ch 7	25	20	19	40	17	24	32
ЛОС 1-6	33	0	23	40	50	33	39
ЛОС 1-19	42	0	0	0	50	20	22
1 Из-5	22	0	28	0	34	29	24
1 Из-8	36	16	0	0	54	32	52
3 Из-2	35	40	12	53	37	31	25
3 Из-3	24	11	0	10	13	0	16
3 Из-6	30	9	0	10	17	12	19
3 Из-8	22	0	0	0	11	0	14
Частота встречаемости устойчивых штаммов, %	0	80	70	60	20	30	20

Примечание: смотри таблицу 1.

По сравнению с контролем (табл. 1) в частота встречаемости штаммов, устойчивых к НК (70%); снизилась к КАН (0%) и РИФ (20%). Не выявлены изменения под влиянием ионов кадмия в частоте встречаемости штаммов, устойчивых к антибиотикам: ЛИН (80%), ТС (60%), ТЕТ (20%) и АКЦ (30%).

Таким образом, ионы меди способствуют повышению встречаемости среди почвенных стрептомицетов штаммов, устойчивых к антибиотикам АКЦ и РИФ, а ионы кадмия – штаммов, устойчивых к НК. Вместе с тем, культивирование стрептомицетов в присутствии ионов меди и кадмия может повысить чувствительность некоторых штаммов к антибиотикам соответственно КАН, ЛИН, НК, ТС и КАН. Устойчивость стрептомицетов исследуемой выборки в отношении ТЕТ под влиянием ионов меди и кадмия не изменилась.

**Библиографический список**

1. Багаева Т. В., Ионова Н. Э., Надеева Г. В. Микробиологическая ремедиация природных систем от тяжелых металлов : учеб.-метод. пособие. Казань : Казанский университет, 2013. 56 с.
2. Лелевич В. В. Биологическая химия. Гродно : ГрГМУ, 2009. 316 с.

3. Химические основы токсического действия тяжелых металлов (обзор) / С. Г. Скугорева, Т. Я. Ашихмина, А. И. Фокина, Е. И. Лялина // Теоретическая и прикладная экология. 2016. № 1. С. 4–13. doi: 10.25750/1995-4301-2016-1-014-019

4. Кожевин П. А., Виноградова К. А., Булгакова В. Г. Почвенная антибиотическая резистомы // Вестник Московского университета. Серия 17. Почвоведение. 2013. № 2. С. 3–10.

5. Практикум по микробиологии : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / А. И. Нетрусов, М. А. Егорова, Л. М. Захарчук и др.; под ред. А. И. Нетрусова. М. : Издательский центр «Академия», 2005. 608 с.

6. Valdivia L., Rice L. B. Target-Mediated Antibacterial Resistance // Antimicrobial Drug Resistance. Springer-er, Cham, 2017. P. 89–95.

## ИЗУЧЕНИЕ СВЯЗИ МЕЖДУ ЦЕЛЛЮЛАЗНОЙ АКТИВНОСТЬЮ ШТАММОВ СТРЕПТОМИЦЕТОВ И ИХ ГЕОГРАФИЧЕСКИМ ПРОИСХОЖДЕНИЕМ

*Н. А. Боков<sup>1</sup>, Я. И. Назарова<sup>2</sup>, И. Г. Широких<sup>2,3</sup>*

<sup>1</sup> *Вятский государственный университет, nikita-bokov@mail.ru*

<sup>2</sup> *ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», irgenal@mail.ru*

<sup>3</sup> *Институт биологии Коми НЦ УрО РАН*

Сравнивали целлюлазную активность и накопление биомассы у стрептомицетов различного географического происхождения при росте на фильтровальной бумаге и соломе в качестве источников углерода. Целлюлазная активность достоверно определялась географическим происхождением штаммов, а продукция биомассы различными штаммами зависела как от их географического происхождения, так от природы углеродного субстрата.

Ключевые слова: целлюлоза, стрептомицеты, природные изоляты, целлюлазная активность

Актиномицеты являются грамположительными бактериями, широко распространёнными в разнообразных почвах по всему миру. Долевой вклад актиномицетов в прокариотное сообщество варьирует в зависимости от типа почвы: в серой лесной это 5,7%, в дерново-подзолистой – 13,8% от биомассы бактерий [1], по другим данным, доля актиномицетов колеблется в пределах от 1 до 20% от всей микробиоты почвы [2]. Изучение распределения актиномицетов в биосфере важно как для понимания их экологической роли, так и для определения мест, откуда в дальнейшем можно будет выделить новые биотехнологически перспективные штаммы.

Часто актиномицеты в почве связаны с ризосферой растений или грибами и играют важную роль в деградации растительной подстилки. Распространение и целлюлазная активность стрептомицетов варьируют в зависимости от климатической зоны. В качестве продуцентов целлюлаз изучались штаммы как из почв тропической и субтропической зоны [3–5], так и изоляты из почв умеренной климатической зоны [6–8].

Цель работы – сравнительный анализ целлюлазной активности у различных представителей рода *Streptomyces*, выделенных из почв различных природно-климатических зон.

Объектами исследования являлись природные изоляты стрептомицетов из почв подзоны южной тайги на территории Кировской области: подзол песчаный мелкий на древнеаллювиальных песках (1 штамм), подзол на моренных и покровных суглинках (2 штамма), выработанный торфяник низинного типа (3 штамма), дерново-подзолистая почва из ризосферы *Nicotiana tabacum*, выращенного в условиях искусственного климата (1 штамм), а также из почв субтропической зоны: серая карбонатная и рендзины (4 штамма) на территории Израиля, бурая лесная (2 штамма) на территории Турции.

Целлюлазную активность и накопление биомассы определяли при стационарном выращивании штаммов в 50 мл жидкой минеральной среды в колбах, объемом 250 мл. В каждую колбу в качестве единственного источника углерода вносили фильтровальную бумагу или солому в количестве 500 мг. Инокулят в колбы вносили на агаровых блоках, вырезанных из газона стрептомицетов. Культивирование проводили в течение 15 суток при 28 °С. Биомассу бактерий отделяли центрифугированием (10 мин, 7000 об./мин), высушивали при 105°С и взвешивали. Целлюлазную активность определяли в надосадочной жидкости с реактивом на основе динитросалициловой кислоты (DNC). Активность фермента выражали в усл. ед. /10 мин / г биомассы бактерий [9]. Все эксперименты проведены в трехкратной повторности

Статистическая обработка результатов выполнена с использованием программ Microsoft Excel и Statgraphics.

В ходе работы установлено, что большинство стрептомицетов лучше утилизирует фильтровальную бумагу, чем солому, в составе которой аморфная целлюлоза связана с ксиланом и лигнином. Это относится как к местным изолятам (в среднем по выборке  $0,548 \pm 0,017$  г), так и к изолятам из почв субтропиков (в среднем по выборке  $0,569 \pm 0,016$  г), разница в накоплении биомассы, между которыми, при утилизации фильтровальной бумаги, недостоверна. Выделился субтропический штамм *Streptomyces* 3т-12 (рис. 1 А) с уровнем накопления биомассы  $0,593 \pm 0,006$  г, что значительно превосходит другие штаммы. Среди местных изолятов высокий уровень накопления биомассы показали *Streptomyces* sp. К 7.5. и *Streptomyces* sp. Мб 2-3 ( $0,570$  г) (рис. 1 Б).

По утилизации соломы в процессе роста лидировал *Streptomyces* sp. 2из – 4 ( $0,5199 \pm 0,0124$  г). Средняя по выборкам разница между местными ( $0,456 \pm 0,014$  г) и субтропическими ( $0,512 \pm 0,007$  г) изолятами по накоплению биомассы на соломе, в отличие от роста на фильтровальной бумаге, достоверна.

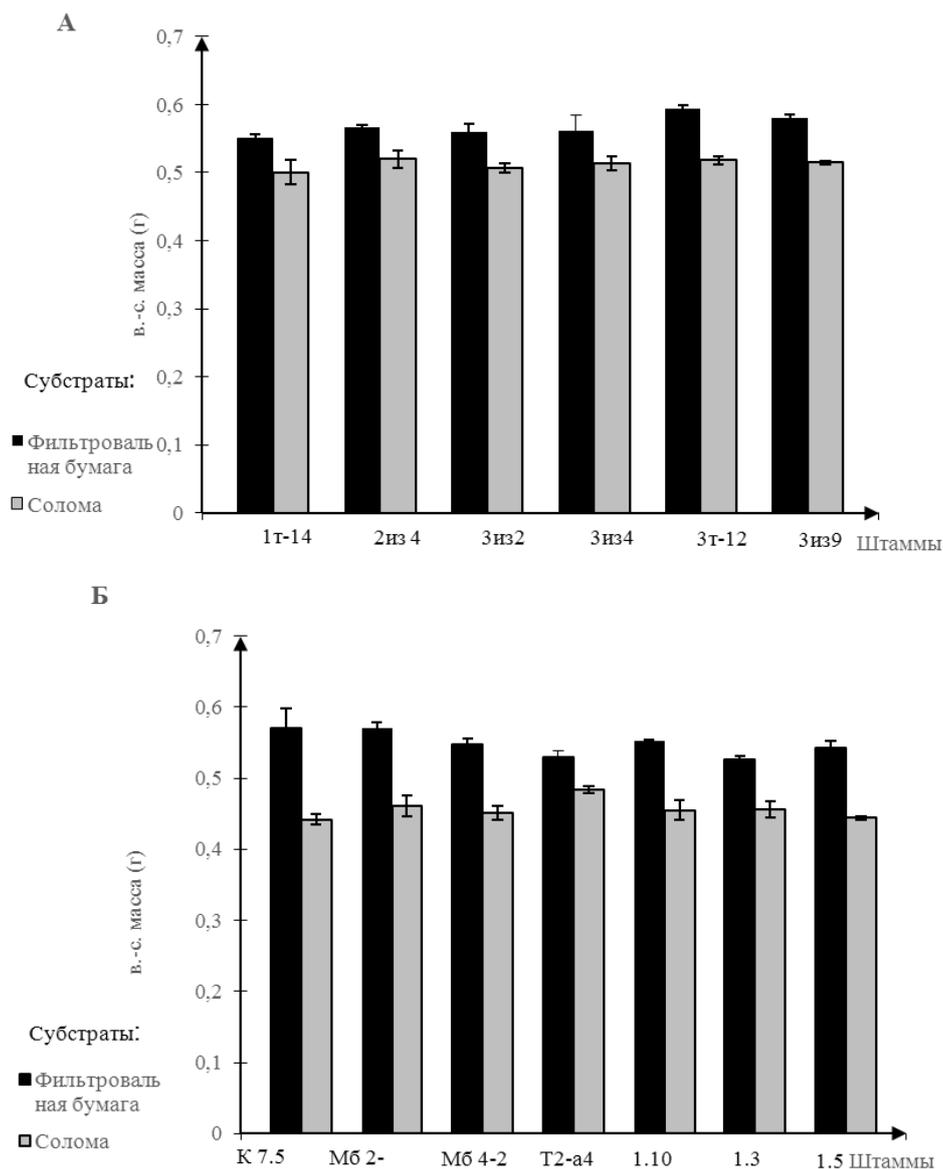


Рис. 1. Накопление биомассы субтропическими (А) и местными изолятами (Б) на разных субстратах

При многофакторном дисперсионном анализе полученных данных выяснилось, что уровень накопления биомассы зависит как от типа субстрата ( $F= 384,01$ ;  $p=0,00$ ), так и от географического происхождения штамма ( $F= 102,79$ ;  $p=0,00$ ).

Во второй части работы определяли степень варьирования показателя целлюлазной активности в зависимости от углеродного субстрата и места выделения штамма. На соломе в качестве единственного источника углерода повышенной целлюлазной активностью характеризовались штаммы *Streptomyces* sp. 1.3 ( $531,37 \pm 27,25$  ед./10 мин /г) и *Streptomyces* sp. Мб 4-2 ( $577,53 \pm 14,39$  ед./10 мин /г) (рис 2. Б). При утилизации фильтровальной бумаги максимальную целлюлазную активность продемонстрировали штаммы *Streptomyces* sp. 1.3 ( $322,80 \pm 2,79$  ед./10 мин /г), *Streptomyces* sp. 1.5 ( $330,09 \pm 8,93$  ед./10 мин /г), *Streptomyces* sp. К 7.5 ( $313,42 \pm 78,09$  ед./10 мин /г).

Среди перечисленных штаммов нет ни одного изолята из почв субтропической зоны.

В выборке штаммов из субтропических почв лидировал как на соломе ( $266,03 \pm 44,89$  ед./10 мин /г), так и на бумаге ( $206,36 \pm 1,81$  ед./10 мин /г) штамм *Streptomyces* sp. 1Т-14 (рис. 2 А).

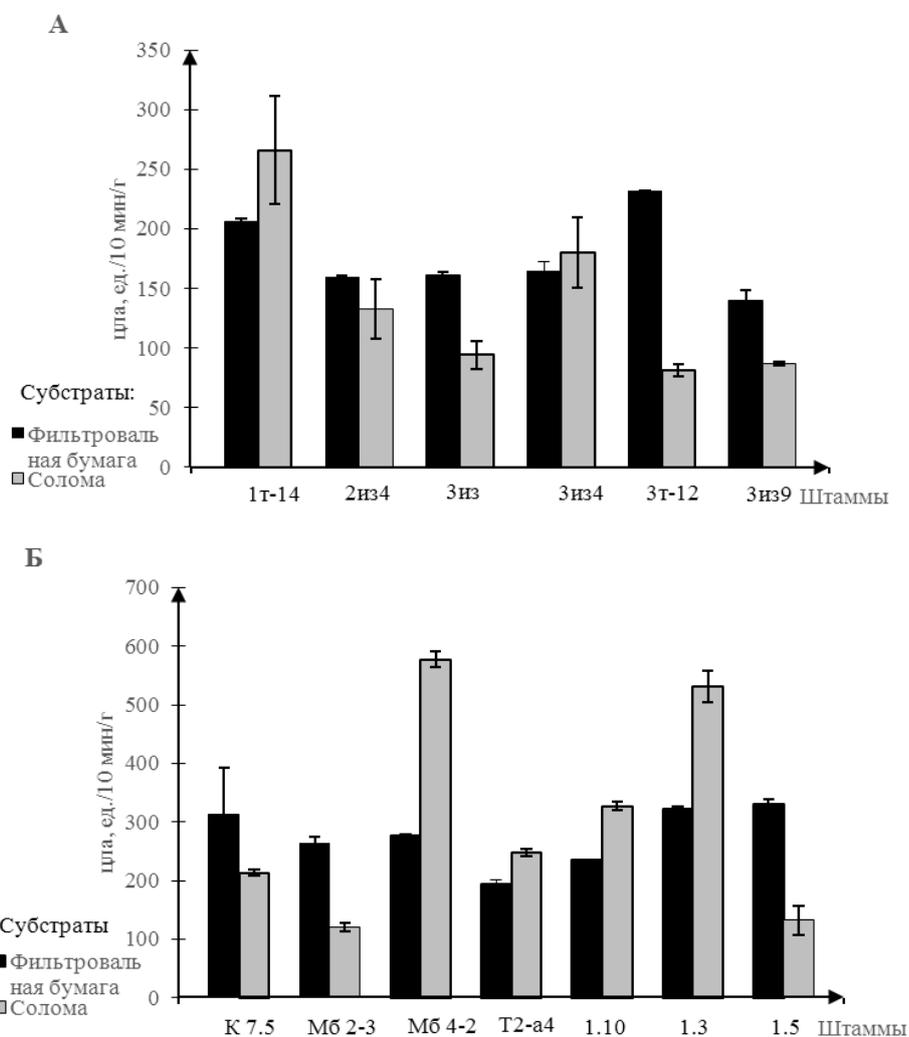


Рис. 2. Целлюлазная активность субтропических (А) и местных изолятов (Б) на разных субстратах

Однако его ферментативная активность в 1,6–2,17 раза была ниже, чем активность местных изолятов.

По результатам дисперсионного анализа, географическое происхождение изолятов достоверно ( $F = 32,81$ ;  $p = 0,00$ ) определяло варьирование целлюлазной активности у стрептомицетных культур. Как достоверное ( $F=68,21$ ,  $p = 0,00$ ), оценивалось также взаимодействие факторов «субстрат» и «штамм», что может указывать на выраженную приуроченность штаммов к конкретному субстрату, в данном случае: фильтровальной бумаге или соломе.

Анализ полученных в работе результатов позволяет считать, что по скорости накопления биомассы субтропические изоляты, в заданных нами условиях культивирования, превосходят местные штаммы стрептомицетов.

Целлюлазная же активность при утилизации испытанных углеродных субстратов (фильтровальная бумага, солома) значимо выше у местных изолятов. Возможно, они компенсируют низкую скорость роста более высокими показателями ферментативной активности, что позволяет им в природе конкурировать с другими почвенными микроорганизмами-деструкторами целлюлозы, такими как грибы и немиецелиальные бактерии.

С практической точки зрения особый интерес среди исследованных представляют штаммы *Streptomyces* sp. 1.3, *Streptomyces* sp. Мб 4-2, продемонстрировавшие высокий уровень целлюлазной активности при деградации соломы.

#### Библиографический список

1. Распределение численности и биомассы микроорганизмов по профилям зональных типов почв / Л. М. Полянская, В. В. Гейдебрехт, А. Л. Степанов, Д. Г. Звягинцев // Почвоведение. 1995. № 3. С. 322–328.
2. Bawazir, A. M. A., Shantaram M. Ecology and distribution of actinomycetes in nature // International Journal of Current Research. 2018. Vol. 10. No. 7. P. 71664–71668.
3. Putri, A. L., Setiawan R. Isolation and screening of actinomycetes producing cellulase and xylanase from Mamasa soil, West Sulawesi // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2019. Vol. 308. P. 1–6.
4. *Nocardiosis halotolerans* sp. nov., isolated from salt march soil in Kuwait / S. S. Al-Zarban, I. Abbas, A. A. Al-Musallam, U. Steiner // Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 2002. Vol. 52. P. 525–529. doi.org/10.1099/00207713-52-2-525
5. Endocellulase and exocellulase activities of two *Streptomyces* strains isolated from a forest soil / L. T. A. S. Semêdo, R. C. Gomes, E. P. S. Bon, R. M. A. Soares // Applied Biochemistry and Biotechnology. 2000. Vol. 86. P. 267–276.
6. Панкратов, Т. А., Дедыш, С. Н. Целлюлозолитические стрептомицеты из сфагновых болот и факторы, определяющие их активность // Микробиология. 2009. Т. 78. № 2. С. 261–267.
7. *Microbispora cellulosisiformans* sp. nov., a novel actinomycete with cellulase activity isolated from soil in the cold region / X. Gong, W. Xiang, X. Cao, Y. Yu // Antonie van Leeuwenhoek. 2020. Vol. 113. P. 2053–2062. doi.org/10.1007/s10482-020-01477-4
8. *Modestobacter multiseptatus* gen. nov., sp. nov., a budding actinomycete from soils of the Asgard Range (Transantarctic Mountains) / U. Mevs, E. Stackebrandt, P. Schumann, C. A. Gallikowski // Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 2000. Vol. 50. P. 337–346. doi.org/10.1099/00207713-50-1-337
9. Ghose T. K., Bisaria V. S. Measurement of hemicellulase activities: Part I Xylanases Vol. // Pure & Appl. Chem. 1987. Vol. 59 P. 1739–1752. doi.org/10.1351/pac198759121739

## ИЗУЧЕНИЕ БИОФУНГИЦИДНОГО ДЕЙСТВИЯ ШТАММА *STREPTOMYCES ANTIMYCOTICUS* 8A13 НА ВОЗБУДИТЕЛЯ СЕПТОРИОЗА ПШЕНИЦЫ

*А. В. Бакулина, Я. И. Назарова, А. В. Харина, И. Г. Широких*  
Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока  
имени Н. В. Рудницкого, *mol-biol@fanc-sv.ru*

Приведены результаты лабораторной и полевой оценки антифунгального действия природного изолята *Streptomyces antimycoticus* 8A13 в отношении фитопатогенного гриба *Parastagonospora nodorum* – возбудителя септориоза пшеницы (*Triticum aestivum* L.). В условиях *in vitro* выявлен высокий уровень антагонизма *S. antimycoticus* 8A13 к коллекционным штаммам и местным изолятам *P. nodorum*. В полевых условиях обработка семян и посевов суспензией стрептомицета способствовала снижению степени поражения пшеницы сорта Награда септориозом до 21,7–25,0% в сравнении с поражением этим заболеванием в контроле (47,5%).

Ключевые слова: *Streptomyces antimycoticus*, антифунгальная активность, септориоз пшеницы, *Parastagonospora nodorum*.

Длительное использование химических пестицидов для борьбы с патогенами растений – важная экологическая проблема, имеющая далеко идущие негативные последствия. Альтернативой использованию химических фунгицидов является применение биопрепаратов на основе бактерий, обладающих антифунгальными свойствами. Известно, что актинобактерии рода *Streptomyces* продуцируют целый ряд вторичных метаболитов, которые способны подавлять рост фитопатогенов. При этом, стрептомицеты повсеместно распространены в почве и обнаруживаются в микробиоме корней различных видов растений, включая зерновые культуры [1], следовательно, эволюционно приспособлены к сосуществованию с этими растениями. В работе был использован ризосферный штамм *Streptomyces antimycoticus* 8A13 из рабочей коллекции лаборатории биотехнологии растений и микроорганизмов. Ранее установлено наличие антагонизма *S. antimycoticus* 8A13 в отношении следующих тест-культур фитопатогенных грибов: *Bipolaris sorokiniana*, *Fusarium proliferatum*, *F. culmorum*, *F. avenaceum*, *F. oxysporum*, *Alternaria alternata* [2].

Целью данной работы явилось изучение биофунгицидного действия культуры *S. antimycoticus* 8A13 на грибы-возбудители септориоза колоса пшеницы *Parastagonospora nodorum* (Berk).

Антифунгальную активность стрептомицета в отношении гриба *P. nodorum* оценивали методом диффузии в агар. В качестве тест культур использовали местные изоляты фитопатогена (*P. nodorum* TR-1, TR-2, P-12, H-7, H-9, KR, SB, TC), а также культуры (*P. nodorum* NB/1-1, NB/1-6, NB/2-5,

NB/2-6), полученные из Государственной коллекции фитопатогенных микроорганизмов ФГБНУ ВНИИФ (Большие Вяземы, Московская область).

Для оценки возможности использования *S. antimycoticus* 8A13 для защиты растений от септориоза в условиях *in vivo* проводили обработку семян и посевов яровой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) на полях лаборатории селекции яровой мягкой пшеницы ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока. В работе использовали сорт Награда. Опыт проводили в трех повторностях. Размер делянки 4,5 м<sup>2</sup>. Лабораторный образец биофунгицидного препарата получали, выращивая стрептомицет в жидкой овсяной среде на качалке (120 об./мин) до концентрации 10<sup>5</sup> КОЕ/мл. В качестве препарата сравнения использовали Псевдобактерин-2 (ПБ-2), изготовленный на основе штамма *Pseudomonas auerofaciens* BS 1393. Для обработки семян биопрепараты использовали из расчета 0,5 л/т, для опрыскивания растений – 1,0 л/га. Сравнивали следующие схемы обработок: 1) предпосевная обработка семян, 2) опрыскивание растений в фазу «кущение»; 3) двукратное опрыскивание растений в фазы «кущение» и «колошение»; 4) предпосевная обработка семян + двукратное опрыскивание в фазы «кущение» и «колошение». В контрольном варианте обработка биопрепаратами не проводилась. В каждом варианте учитывали следующие показатели: степень поражения растений (%) септориозом в фазу «колошение», урожайность (ц/га), массу 1000 зерен (г). Полученные данные обрабатывали стандартными статистическими методами в программе Microsoft Office Excel 2007.

В ходе изучения антагонистических свойств *S. antimycoticus* 8A13 в отношении гриба *P. nodorum* в условиях *in vitro* (рис. 1) выявлен высокий уровень антагонистической активности исследуемого штамма стрептомицета ко всем изученным штаммам *P. nodorum* (8 местных изолятов и 4 коллекционных штамма).

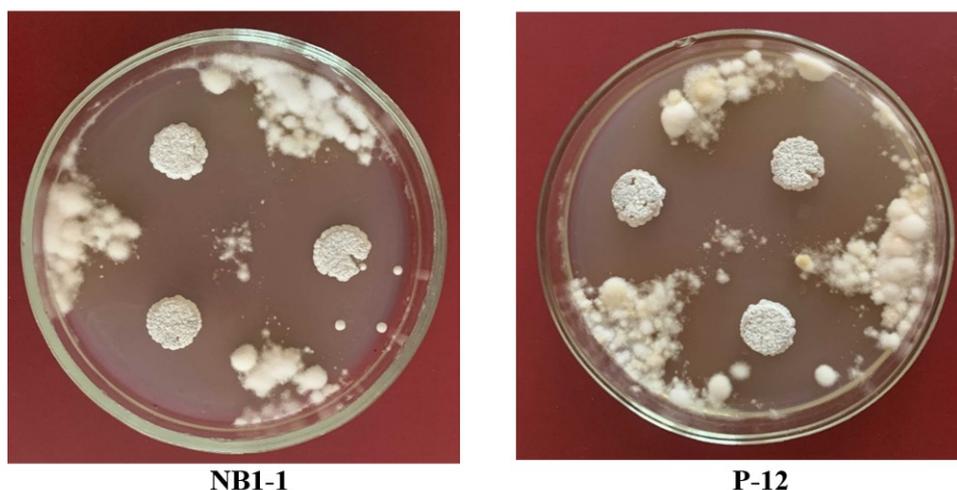


Рис. 1. Ингибирование роста грибов *P. nodorum* NB/1-1 и P-12 культурой *S. antimycoticus* 8A13 в условиях *in vitro*

Диаметр зон ингибирования роста гриба *P. nodorum* варьировал от 38 до 54 мм в зависимости от штамма фитопатогена (табл. 1).

**Антагонистическая активность *S. antimycoticus* 8A13 к штаммам *P. nodorum***

Штаммы <i>P. nodorum</i>		Зона ингибирования, мм
Местные	P-12	42 ± 1,5
	TR-1	42 ± 2,0
	TR-2	47 ± 4,2
	H-7	53 ± 3,5
	H-9	50 ± 0
	KR	54 ± 1,7
	TC	52 ± 1,5
	SB	53 ± 2,5
Коллекционные	NB/1-1	43 ± 4,6
	NB/1-6	38 ± 2,5
	NB/2-5	53 ± 1,5
	NB/2-6	43 ± 1,7

Оценка влияния обработки культурой *S. antimycoticus* 8A13 в полевых условиях выявила достоверное снижение степени поражения растений септориозом (рис. 2).

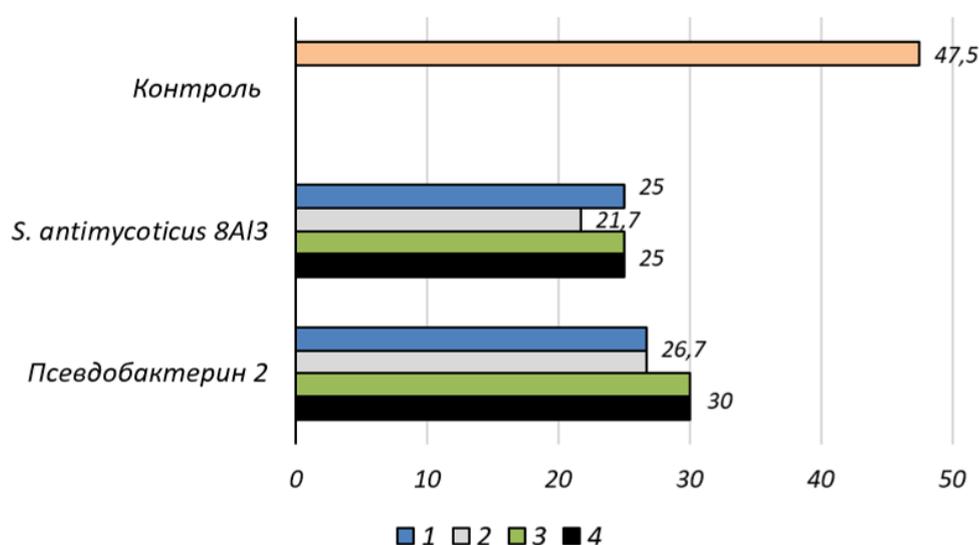


Рис. 2. Степень поражения (%) растений пшеницы септориозом в зависимости от варианта обработки биопрепаратами:

- 1) предпосевная обработка семян; 2) опрыскивание растений в фазу «кущение»; 3) двукратное опрыскивание растений в фазы «кущение» и «колошение»; 4) предпосевная обработка семян + двукратное опрыскивание в фазы «кущение» и «колошение»

Наибольшему снижению поражения растений септориозом (до 21,7%) по сравнению с необработанным контролем (47,5%) способствовала обработка биопрепаратом на основе *S. antimycoticus* 8A13 в фазу «кущение». Остальные варианты обработок между собой значимо не различались, но их различие с контролем оценивалось как достоверное ( $P \geq 0,95$ ).

При обработке пшеницы ПБ-2 также выявлено существенное снижение степени поражения растений септориозом по сравнению с контролем. Между собой исследуемые биопрепараты достоверно не различались ( $НСР_{05} = 12,7\%$ ).

Обработка биопрепаратами не способствовала увеличению урожайности пшеницы исследуемого сорта. Положительный эффект от обработки *S. antimycoticus* 8A13 проявился в тенденции к увеличению показателя массы 1000 зерен, что отмечено во всех вариантах обработки (табл. 2).

Таблица 2

**Влияние биопрепаратов на хозяйственно-ценные признаки пшеницы сорта Награда**

Вариант	Урожайность, ц/га	Масса 1000 зёрен, г
<i>Контроль</i> (без обработки)	40,9	34,8
<i>Обработка ПБ-2</i>		
Предпосевная обработка семян	41,2	34,0
Опрыскивание в фазу «кущение»	40,1	36,0
Двукратное опрыскивание в фазы «кущение» и «колошение»	41,5	<b>37,0</b>
Предпосевная обработка семян + двукратное опрыскивание в фазы «кущение» и «колошение»	<b>39,4</b>	32,8
<i>Обработка S. antimycoticus 8A13</i>		
Предпосевная обработка семян	41,3	36,6
Опрыскивание в фазу «кущение»	<b>39,7</b>	36,4
Двукратное опрыскивание в фазы «кущение» и «колошение»	41,8	35,8
Предпосевная обработка семян + двукратное опрыскивание в фазы «кущение» и «колошение»	41,7	36,0
$НСР_{05}$	1,08	2,1

Достоверное увеличение этого показателя отмечали при двукратном опрыскивании растений ПБ-2 в фазы «кущение» и «колошение».

Таким образом, выявленная *in vitro* антагонистическая активность штамма *S. antimycoticus* 8A13 к фитопатогенному грибу *P. nodorum* подтвердилась данными первого года полевых исследований. Защитное действие *S. antimycoticus* 8A13 в отношении возбудителя септориоза пшеницы проявилось на уровне коммерческого биопрепарата Псевдобактерин 2.

**Библиографический список**

1. Biocontrol of cereal crop diseases using streptomycetes / J. T. Newitt, S. M. Prudence, M. I. Hutchings, S. F. Worsley // Pathogens. 2019. Vol. 8(2). 78. doi:10.3390/pathogens8020078
2. Новые штаммы стрептомицетов как перспективные биофунгициды / И. Г. Широких, Я. И. Назарова, А. В. Бакулина, Р. И. Абубакирова // Теоретическая и прикладная экология. 2021. № 1. С. 172–180. doi: 10.25750/1995-4301-2021-1-172-180

## БАКТЕРИИ р. *BACILLUS* КАК АНТАГОНИСТЫ ФИТОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ

*А. И. Коротких*<sup>1</sup>, *Ю. С. Забубенина*<sup>1</sup>, *Л. И. Домрачева*<sup>1,2</sup>, *Т. К. Шешегова*<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Вятский государственный агротехнологический университет,  
*anastasi0301@yandex.ru*

<sup>2</sup> Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,

<sup>3</sup> ФАНЦ Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого

В данной работе приведены результаты экспериментальных исследований по изучению антагонистической активности двух штаммов бактерий р. *Bacillus*, выделенных в чистую культуру с поверхности кустистого лишайника и из почвы парковой зоны г. Кирова, против наиболее распространенных в Кировской области фитопатогенных микромицетов.

Ключевые слова: *Bacillus*, антагонистическая активность, фитопатогены, фузариозы, альтернариозы.

Микроорганизмы, вызывающие болезни растений, становятся причиной существенных потерь урожая сельскохозяйственных культур. Среди них лидирующее место занимают фитопатогенные грибы, к числу которых относятся представители родов *Fusarium* и *Alternaria*. Так, фузариозы являются возбудителями заболеваний более 200 видов культурных растений, вызывающими их увядание и гибель [1, 2]. География распространения видов данного рода довольно широка: они встречаются в различных географических зонах, экологических условиях, используют различные субстраты [3–5]. Альтернариозы, вызываемые грибами р. *Alternaria*, встречаются на многих растениях семейства пасленовые, в том числе являются вредоносными для таких культур, как картофель, баклажаны, томаты, перец и табак, поражая листья, стебли, клубни и плоды [6, 7]. Альтернариозы проявляются в виде пятнистостей, гнилей, налетов и т. д. Вредоносность этих заболеваний обусловлена снижением фотосинтетической поверхности листьев, вследствие этого, снижением урожая, поражением плодов и семян. И фузариозы, и альтернариозы являются также продуцентами микотоксинов, представляющих большую опасность для человека и животных при попадании в продукты питания и корма [7].

Важным мероприятием, проводимым на практике для оценки и прогноза фитосанитарной обстановки является фитосанитарный мониторинг распространения грибных заболеваний сельскохозяйственных культур, куда входит определение видового состава, развития, распространения и активности вредных микроорганизмов. В частности, сотрудниками лаборатории иммунитета и защиты растений ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока было выделено 4 штамма фитопатогенных грибов: *Fusarium culmorum* (W.G.Sm.) Sacc. шт. Пш-19/л, *F. sporotrichoides* Sherb. шт. Т-07/з, *F. oxysporum* Schlecht. шт. Я-к/20, *Alternaria* ssp. шт. Р-з/21 [8, 9].

В настоящее время активно идет поиск методов защиты от данных фитопатогенов с использованием биологических и химических препаратов. Биологический метод защиты растений от патогенов предполагает, в частности, культивирование микробов-антагонистов в лабораторных условиях с последующей их интродукцией в агроценозы. Скрининг микробов-антагонистов показывает, что среди них высоко агрессивными штаммами по отношению к грибам-фитопатогенам являются бактерии р. *Bacillus*, на основе которых широко используются такие биопрепараты, как Фитоспорин (на основе *B. subtilis*, 26Д), Экстрасол (на основе *B. subtilis*, штамм Ч-13), Гамаир (на основе *B. subtilis* шт. М-22 ВИЗР) и др. штаммы *B. subtilis*, вырабатывая антибиотические вещества, не только подавляют развитие фитопатогенов, но также повышают иммунитет растения. Зарегистрированные препараты на основе *B. subtilis* разрешены к применению в сельском и личном подсобных хозяйствах против широкого круга болезней сельскохозяйственных культур (ризоктониоз, фитофтороз, «черная ножка», бактериоз) [10]. Перспективным направлением биологической защиты растений на сегодняшний день по-прежнему остается поиск новых источников микробов-антагонистов с антифунгальными свойствами.

Целью наших исследований является изучение антагонистической активности 2-х штаммов бацилл: *B. polymyxa* А-24 и *B. mycooides* Ю-15 против 4-х видов фитопатогенных грибов.

Объектами исследования стали бактерии *B. polymyxa* А-24, выделенная с поверхности таллома кустистого лишайника *Cladonia rangiferina* (L.) и *B. mycooides* Ю-15, выделенная из почвы парковой зоны г. Кирова (парк им. С. М. Кирова), и 4 вида фитопатогенных грибов: *Fusarium culmorum* (W.G.Sm.) Sacc. шт. Пш-19/л, выделенный из листьев яровой пшеницы (2019 г.), *F. sporotrichoides* Sherb. шт. Т-07/з, выделенный из зерна тритикале (2007 г.), *F. oxysporum* Schlecht. шт. Я-к/20, выделенный из корней ячменя (2020 г.), *Alternaria* sp. шт. Р-з/21, выделенный из зерна озимой ржи (2019 г.).

Культуры микробов-антагонистов получали путем смыва стерильной дистиллированной водой колоний, растущих на плотной питательной среде ГРМ-агар. Титр бактерий в полученных суспензиях перед опытом определяли с использованием оптического стандарта мутности для определения концентрации микробов 5МЕ и 10МЕ титров, которые составили  $0,45 \cdot 10^9$  для *B. polymyxa* А-24 и  $0,93 \cdot 10^9$  КОЕ/мл для *B. mycooides* Ю-15.

Титры грибных пропагул определяли в камере Горяева. Эти показатели составили в КОЕ/мл:  $9 \cdot 10^{-3}$  (*F. culmorum*),  $14 \cdot 10^{-3}$  (*F. sporotrichoides*),  $26 \cdot 10^{-3}$  (*F. oxysporum*),  $16 \cdot 10^{-3}$  (*Alternaria* sp.).

Исследования состояли из двух серий опытов. Первая серия опытов заключалась в капельном нанесении суспензии бактерий на выращенные газоны гриба. При снятии опыта определяли диаметр зон лизиса в местах нанесения бациллярной суспензии в миллиметрах. Во второй серии опытов использовали метод одновременного глубинного посева суспензий грибов и бацилл в чашки Петри с плотной питательной средой Чапека, селективной для гри-

бов, но не подходящей для роста бацилл. Контролем служили глубинные посе­вы монокультур на плотную питательную среду Чапека. При снятии опыта определяли степень зарастания поверхности питательной среды грибным мицелием в процентах и площадь зарастания.

При поверхностном нанесении суспензии бацилл на 5-ти суточный га­зон фитопатогенных грибов антагонистический эффект не наблюдался. Дан­ный опыт показал, что при мощном разрастании фитопатогенов тестируемые виды бактерий не способны подавить их развитие.

Иная картина наблюдается при одновременном внесении суспензий грибов и бактерий и их последующем росте и развитии. На 7-е сутки в кон­трольном варианте исследуемые фитопатогенные грибы полностью покрыли поверхность агаризованной среды Чапека мощными разрастаниями, занимая 100% питательной среды в чашке Петри, имеющей площадь 63,6 см<sup>2</sup>. Однако в вариантах с бациллами наблюдали зоны лизиса, процент которых варьиро­вал от 10 до 80 % (табл.). Оба штамма бацилл по-разному воздействовали на грибные культуры, образуя зоны лизиса: *B. polymyxa* А-24 подавлял рост *F. culmorum*, *F. sporotrichoides*, *Alternaria* ssp. в 1,6, 1,2 и 5 раз соответствен­но, *B. mycoides* Ю-15 проявлял антагонистическую активность против *F. sporotrichoides* в 1,1 раза, *Alternaria* ssp. в 1,6 раз. Примечательно, что оба штамма бацилл не оказали влияние на рост *F. oxysporum*.

По определителю Берджи было установлено, что *B. polymyxa* – типовой вид рода *Paenibacillus*, грамположительная спорообразующая палочковидная бактерия. Данный вид обитает в ризосфере растений, образуя биоплёнки и принимает участие в биозащите растений. Являясь продуцентом антибиотика полимиксина *B. polymyxa* защищает растение от фитопатогенных микроорга­низмов, а так же продуцирует и некоторые другие антибиотики, обладающие бактерицидной и фунгицидной активностью, что объясняет антагонистиче­ское действие данного вида против использованных фитопатогенных грибов.

Бактерия *B. mycoides* является аэробной грамположительной, палочко­видной бациллой, образующими споры. *B. mycoides* отличается от других ви­дов *Bacillus* своим необычным ростом на плотной питательной среде, где он образует обширные колонии с характерными завитками [11].

Таблица

**Влияние *Bacillus polymyxa* и *Bacillus mycoides* на степень развития фитопатогенных грибов (на поверхности питательной среды)**

Вариант	Площадь зарастания грибом (см) / Зоны лизиса (%)			
	<i>Fusarium culmorum</i>	<i>Fusarium oxysporum</i>	<i>Fusarium sporotrichoides</i>	<i>Alternaria</i> sp.
Контроль	63,6 / 0	63,6 / 0	63,6 / 0	63,6 / 0
<i>Bacillus polymyxa</i>	38,2 / 60,1	63,6 / 0	50,9 / 20,0	12,7 / 80,0
<i>Bacillus mycoides</i>	63,6 / 0	63,6 / 0	57,2 / 10,1	38,2 / 60,0

Таким образом, проведенные исследования показали, что перспектив­ными микробами-антагонистами, можно считать выделенный с поверхности листоватого лишайника *Cladonia rangiferina* (L.) *B. polymyxa* и *B. mycoides*,

выделенный из парковой зоны г. Кирова. Следующим этапом исследований станет изучение антагонистической активности выделенных бактерий р. *Bacillus* в модельных опытах одновременным инфицированием растений фитопатогенными грибами и бактериями.

#### Библиографический список

1. Платонова Ю. В., Сурин Н. А. География грибов рода *Fusarium* (литературный обзор) // *Фундаментальные исследования*. 2004. № 4. С. 95–97.
2. Домрачева Л. И., Кантор Г. Я. Фузариозы: распространение, опасность, биологический контроль // *Вестник ИБ*. 2004. № 11. С. 2–4.
3. Чулкина В. А. Борьба с болезнями сельскохозяйственных культур в Сибири. М. : Россельхозиздат, 1987. 252 с.
4. Шералиев А. Ш., Бухаров К. В. Видовой состав грибов рода *Fusarium*, поражающих культурные и сорные растения Узбекистана // *Микология и фитопатология*. 2001. Т. 35, вып. 2. С. 44–47.
5. Иващенко В. Г., Назаровская Л. А. Географическое распространение и особенности биоэкологии *Fusarium graminearum* Schwabe // *Микология и фитопатология*. 1998. Т. 32, вып. 5. С. 1–10.
6. Шешегова Т. К., Харина А. В. Вредоносность фузариозов пшеницы в Кировской области // *Защита и карантин растений*. 2008. № 2. С. 29–30.
7. Ганибал Ф. Б., Орина А. С., Левитин М. М. Альтерналиозы сельскохозяйственных культур на территории России // *Защита и карантин растений*. 2008. № 2.
8. Шешегова Т. К. Фузариоз колоса и зерна озимой ржи // *Защита и карантин растений*. 2003. № 4. С. 50–51.
9. Дудникова О. Ю., Шешегова Т. К. Оценка коллекционных образцов яровой мягкой пшеницы на устойчивость к болезням в условиях Кировской области // *Инновационные технологии – в практику сельского хозяйства : материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящённой 75-летию со дня образования агрономического факультета*. Киров : ФГБОУ ВО Вятская ГСХА, 2019. С. 176–179.
10. Биопрепараты на основе бактерий рода *Bacillus* для управления здоровьем растений / М. В. Штерншис, А. А. Беляев, В. П. Цветкова и др. Новосибирск : Изд-во Сибирского отделения РАН, 2016. 233 с.
11. Краткий определитель бактерий Берги / под ред. Дж. Хоулта. М. : Мир, 1980. 495 с.

#### ФУЗАРИОТОКСИНЫ И ИХ РОЛЬ В ЖИЗНИ РАСТЕНИЙ, ЖИВОТНЫХ И ЧЕЛОВЕКА (ОБЗОР)

Л. И. Домрачева<sup>1,2</sup>, С. Г. Скугорева<sup>2</sup>, А. И. Фокина<sup>3</sup>, Т. Я. Ашихмина<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Вятский государственный агротехнологический университет,  
dli-alga@mail.ru

<sup>2</sup> Институт биологии Коми НЦ РАН, skugoreva@mail.ru

<sup>3</sup> Вятский государственный университет, annushka-fokina@mail.ru

В литературном обзоре приведены сведения о роли грибов рода *Fusarium* как продуцентов широкого круга органических соединений, обладающих токсическим действием на растения, животных и человека. Показа-

но, что фузариотоксины являются причиной необратимых изменений в функционировании и биохимическом статусе эу- и прокариотных клеток.

Ключевые слова: *Fusarium*, фузариотоксины, патологические изменения, антагонистическое воздействие, антиканцерогенез.

Фузарии – это обширная группа факультативно-паразитических, токсигенных организмов, обитающих как в почве, так и в других средах, включая жилые помещения [1, 2]. Плавно переходя от паразитического к сапрофитному типу питания в отсутствие подходящего хозяина, они, тем не менее, сохраняют свою способность к синтезу токсинов.

Выработка токсинов является одной из защитных реакций на действие неблагоприятных факторов внешней среды. Грибы рода *Fusarium* относятся к числу наиболее известных токсинообразователей, способных синтезировать более 150 подобных соединений [2–4]. Контаминация продуктов питания и кормов фузариотоксинами (ФТ) представляет собой существенный риск для человека и животных, так как, по оценкам специалистов, более 25% зерна и более 20% другой растительной продукции заражены ими [5–8].

Фузариотоксины по своей химической природе относятся к различным классам органических соединений. К числу ФТ, наиболее опасных и распространенных, принадлежат трихоцетеновые микотоксины (ТТМТ), дезоксиниваленол (ДОН), Т-2 токсин (Т-2), зеараленон (ЗЕН), фумонизимы (ФУМ), ниваленол (НИВ) и другие [4, 5].

Разнообразие и интенсивность биосинтеза ФТ в грибных клетках определяются как этапами жизненного цикла фузариума, включая его циркадные ритмы [9], так и комплексом внешних факторов (температура, влажность, pH, сезон, особенности экотопа, наличие партнеров и т. д.) [10].

Потенциальную и реальную опасность представляет способность ФТ модифицировать свою химическую структуру под влиянием различных факторов [11]. Пути появления таких «модифицированных» («замаскированных») ФТ многочисленны и разнообразны, в частности, это происходит в ходе химических и биохимических реакций, катализируемых растительными, грибными или бактериальными ферментами, а также ферментами желудочно-кишечного тракта человека [12–15].

Больше всего исследований связано с превращениями трихоцетенов и зеараленона и потенциальной токсичности их метаболитов [11]. При этом степень токсичности подобных «модифицированных» ФТ может существенно увеличиваться. К сожалению, поскольку наличие таких ФТ практически не выявляется традиционными методами, их влияние на организм, в который они попадают с пищей или кормом, может быть даже сильнее, чем до модификации. Поэтому считают, что токсичности данных соединений надо уделять особое внимание. Наиболее детально процесс биотрансформации ФТ, в котором выделяют 3 фазы, изучен у растений [11, 15, 16]. На 1-й фазе в молекулу токсина встраиваются определенные реактивные группировки, в первую

очередь, под влиянием ферментов оксидоредуктаз зараженного растения. Во 2-й фазе ксенобиотик конъюгирует с полярными соединениями, например, глюкозой, сульфатами, глутатионом или продуктами их расщепления. Конъюгация известна как детоксикационная стратегия пораженного организма. Данная фаза также катализируется растительными ферментами, превращая ФТ в более растворимое состояние. На 3-й фазе такие соединения перемещаются в вакуоли для хранения или аккумуляции апопластом [17, 18].

Мишенями воздействия ФТ становятся клетки, органы, физиологические процессы эукариотных организмов [19–21], а также имеются сведения о воздействии ФТ на прокариоты [22].

В частности, в растениях зарегистрированы следующие патологические изменения под влиянием ФТ: изменение интенсивности фотосинтеза и других процессов метаболизма в листьях, а также гибель растения в целом. Установлено наличие экспрессии синтеза белка. Может изменяться химический состав пораженных растений. В частности, для фузариопоражаемых сортов пшеницы показана существенная связь между содержанием общего глютенина, высокомолекулярных глютениновых единиц и глиадин/глютениновым соотношением, с одной стороны, и содержанием образуемого фузариумом ДОН в муке, – с другой. При этом фракция запасных белков уменьшалась до 50% [23].

На уровне животных клеток и органов воздействия ФТ проявляются в изменении систем репарации и активации молекул, ответственных за воспаление и апоптоз, индуцированных активными формами кислорода, образующимися после интоксикации клеток [20]. В целом ФТ вызывают в организме ряд вредных эффектов, таких как окислительный стресс, повреждение ДНК, блокаду клеточного цикла, ингибирование синтеза белка, некроз [24]. В определенных случаях ФТ вступают в прямую реакцию с ферментативными белками или коферментами, вызывая воспалительную реакцию, влияя на клеточный цикл и приводя к апоптозу [25]. Фузариотоксины дифференцированно экспрессируют гены, относящиеся к различным функциональным категориям, включая гены, участвующие в метаболическом процессе, клеточном цикле, окислительно-восстановительном процессе и апоптозе [26]. В основном влияние на различные метаболические процессы обусловлено изменением функционирования ферментов. Апоптоз, вызванный нарушением клеточного баланса и митоза, приводит к канцерогенезу. Влияние этих микотоксинов на пути синтеза сфинголипидов вызывает также лейкоэнцефаломалицию (у лошадей), отек легких (скопление жидкости в легких), гидроторакс (скопление жидкости в плевральной полости) [27]. Кроме того, ФТ в организме животных усугубляют протекание таких инфекционных процессов, вызванных бактериями, вирусами, грибами и простейшими, как сальмонеллез у свиней и мышей, колибациллез и некротический энтерит у свиней; вирусные инфекции у мышей и свиней, аспергиллез у мышей и кроликов, кокцидиоз у домашней птицы [28].

Отрицательное воздействие ФТ на здоровье человека включает эффекты канцерогенности, мутагенности, генотоксичности, иммунотоксичности, нейротоксичности, гепатотоксичности, нефротоксичности и другие негативные реакции [23, 27]. Большинство заболеваний возникает в результате изменения систем репарации и активации молекул, ответственных за воспаление и апоптоз, индуцированных активными формами кислорода, образующимися после интоксикации клеток [20]. Иммунная система человека является одной из основных мишеней ФТ, которые снижают устойчивость к инфекционным заболеваниям [29, 30].

Таким образом, краткий обзор влияния ФТ и их модифицированных форм на растения, животных и человека показывает чрезвычайно высокую опасность данной группы биологических поллютантов. Требуется более интенсивный поиск путей ограничения размножения грибов р. *Fusarium* в агроценозах не только для защиты от инфекций и спасения урожая от гибели, но и для предотвращения загрязнения пищи и кормов токсичными продуктами их метаболизма.

#### Библиографический список

1. Огарков В. Н., Огаркова Г. Р., Самусенок Л. В. Грибы – защитники, целители и разрушители. Иркутск : ГУ НЦ РВХ ВСНЦ СО РАМН, 2008. 248 с.
2. Билай В. И., Пидопличко Н. М. Токсинообразующие микроскопические грибы и вызываемые ими заболевания человека и животных. Киев : Наукова думка, 1970. 289 с.
3. Домрачева Л., Трефилова Л., Фокина А. Фузариоз: биологический контроль, сорбционные возможности. LAP Lambert Academic Publishing, 2013. 182 p.
4. Охапкина В. Ю., Ханжин А. А. Эколого-эпидемиологическое значение микромицетов рода *Fusarium* // Теоретическая и прикладная экология. 2012. № 2. С. 5–14. doi: 10.25750/1995-4301-2012-2-005-014
5. Biocontrol of mycotoxins: Dynamics and mechanisms of action / A. Medina, S. Mohale, N. I. P. Samsudin, A. Rodriguez, N. Magan // Curr. Opin. Food Sci. 2017. No. 17. P. 41–48.
6. Occurrence of *Fusarium* mycotoxins in wheat from Europe – a review / O. Stanciu, R. Banc A. , Cozma, L. Filip, D. Miere, J. Manes, F. Loghin // Acta Univ. Cibiniensis Ser. E Food Technol. 2015. No. 19. P. 35–60.
7. Climate change, food security and mycotoxins: Do we know enough? / A. Medina, A. Akbar, A. Baazeem, A. Rodriguez, M. Magan // Fungal Biol. Rev. 2017. Vol. 31. P. 143–154.
8. Co-occurrence of type-A and type-B trichothecenes in barley from a northern region of Spain M. / Ibanez-Vea, E. Lizarraga, E. Gonzalez-Penas, A. Lopez de Cerain // Food Control. 2012. Vol. 25. P. 81–88.
9. Монастырский О. А., Свирелис Л. В. Циркадные ритмы токсинообразования грибов рода *Fusarium* // Агрехитмия. 2004. № 8. С 54–60.
10. The influence of growth conditions on biomass, toxins and pathogenicity of *Fusarium oxysporum* f. sp. *orthoceras*, a potential agent for broomrape biocontrol / E. Dor, A. Evidente, C. Amalfitano, C. Agrelli, J. Hershenhorn // Weed Research. 2007. Vol. 47. No 4. P. 345–352.
11. Modified *Fusarium* mycotoxins in cereals and their products – metabolism, occurrence, and toxicity: an updated review / M. Bryla, A. Waskiewicz, E. Ksieniewicz-Wozniak, K. Szymczyk, R. Jedrzejczak // Molecules. 2018. Vol. 23. No. 963. doi: 10.3390/molecules-23040963
12. Proposal of a comprehensive definition of modified and other forms of mycotoxins including «masked» mycotoxins / M. Rychlik, H. U. Humpf, D. Marko, S. Danicke, A. Mally, F. Berthiller, H. Klaffke, N. Lorenz // Mycotoxin Res. 2014. Vol. 30. P. 197–205.

13. Deoxynivalenol and its masked forms: Characteristics, incidence, control and fate during wheat and wheat based products processing – A review / M. Khaneghah, L. M. Martins, A. M. von Hertwig, R. Bertoldo, A. S. Sant Ana // Trends Food Sci. Technol. 2018. Vol. 71. P. 13–24.
14. Cleavage of zearalenon-glycoside, a «masked» mycotoxin, during digestion in swine / M. Gareis, J. Bauer, J. Thiem, G. Plank, S. Grabley, B. Gedek // J. Vet. Med. B. 1990. Vol. 37. P. 236–240.
15. Masked mycotoxins: A review / F. Berthiller, C. Crews, C. Dall Asta, S. D. Saeger, G. Haesaert, P. Karlovskyy, I. P. Oswald, W. Seefelder, G. Speijers, J. Stroka // Mol Nutr. Food Res. 2013. Vol. 57. P. 165–186.
16. Modified *Fusarium* mycotoxins unmasked: From occurrence in cereals to animal and human excretion / N. Broekaert, M. Devreese, S. de Baere, P. de Backer, S. Croubels // Food Chem. Toxicol. 2015. Vol. 80. P. 17–31.
17. Coleman J. O. D., Blake-Kalff M. M. A., Davies T. G. E. Detoxification of xenobiotics by plants: Chemical modification and vacuolar compartmentation // Trends Plant Sci. 1997. No. 2. P. 144–151.
18. Biotic stresses in the anthropogenic hybrid triticale: Current knowledge and breeding challenges / K. Audenaert, V. Troch, S. Landschoot, G. Haesaert // Eur. J. Plant Pathol. 2014. Vol. 140. P. 615–630.
19. Wen J., Mu P., Deng Y. Mycotoxins: Cytotoxicity and biotransformation in animal cells. Toxicology Research. 2016. Vol. 5. No. 2. P. 377–387. doi: 10.1039/c5tx00293a
20. Mycotoxin-induced toxicities and diseases / M. A. Gacem, H. Gacem, A. Telli, A. Ould El Hadj Khelil Mycotoxin-induced toxicities and diseases // Nanomycotoxicology. Treating Mycotoxins in the Nano Way. 2020. Chapter 6. P. 117–154. doi: 10.1016/B978-0-12-817998-7.00006-9
21. Deoxynivalenol induces oxidative stress, inflammatory response and apoptosis in bovine mammary epithelial cells / J. Wang, Y. Jin, S. Wu, H. Yu, Y. Zhao, H. Fang, J. Shen, C. Zhou, Y. Fu, R. Li, R. Wang, J. Wang, K. Zheng, Q. Fan, B. Chen, J. Zhang // J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 2019. Vol. 103. P. 1663–1674. doi: 10.1111/jpn.13180
22. Antibacterial activity of the enniatin B, produced by *Fusarium tricinctum* in liquid culture, and cytotoxic effects of Caco-2 cells / G. Meca, I. Sospedra, M. F. Valero, J. Manes, G. Font, M. Ruiz // Toxicol. Mech. and Meth. 2011. Vol. 21. No. 7. P. 503–512. doi: 10.3109/15376516.2011.556202
23. Почвенные грибы рода *Fusarium* и их метаболиты: опасность для биоты, возможность использования в биотехнологии (обзор) / Л. И. Домрачева, А. И. Фокина, С. Г. Скугорева, Т. Я. Ашихмина // Теоретическая и прикладная экология, 2021. № 1. С. 6–15. doi: 10.25750/1995-4301-2021-1-006-015
24. Wen J., Mu P., Deng Y. Mycotoxins: Cytotoxicity and biotransformation in animal cells. Toxicology Research. 2016. Vol. 5. No. 2. P. 377–387. doi: 10.1039/c5tx00293a
25. Deoxynivalenol induces oxidative stress, inflammatory response and apoptosis in bovine mammary epithelial cells / J. Wang, Y. Jin, S. Wu, H. Yu, Y. Zhao, H. Fang, J. Shen, C. Zhou, Y. Fu, R. Li, R. Wang, J. Wang, K. Zheng, Q. Fan, B. Chen, J. Zhang // J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 2019. Vol. 103. P. 1663–1674. doi: 10.1111/jpn.13180
26. Gene expression profiling analysis of deoxynivalenol-induced inhibition of mouse thymic epithelial cell proliferation / D. Li, Y. Ye, L. Deng, H. Ma, X. Fan, Y. Zhang, H. Yan, X. Deng, Y. Li, Y. Ma // Environmental Toxicology and Pharmacology, 2013. Vol. 36. No. 2. P. 557–566. doi: 10.1016/j.etap.2013.06.002
27. *Fusarium* mycotoxins in food and feed / J. Pleadin, J. Frece, V. Vasilj, K. Markov // Croatian Journal of Food Technology, Biotechnology and Nutrition. 2015. Vol. 10 (1–2). P. 6–13 (in Bosnian).

28. The impact of *Fusarium* mycotoxins on human and animal host susceptibility to infectious diseases / G. Antonissen, A. Martel, F. Pasmans, R. Ducafelle, E. Verbrugghe, V. Vandebroucke, S. Li, F. Haesebrouck, F.V. Immerseel, S. Croubels // *Toxins*. 2014. Vol. 6. P. 430–452. Doi 10.3390/toxins6020430

29. Development of apoptosis and changes in lymphocyte subsets in thymus, mesenteric lymph nodes and Peyer's patches of mice orally inoculated with T-2 toxin / T. Nagata, H. Suzuki, N. Ishigami, J. Shinozuka, K. Uetsuka, H. Nakayama, K. Doi // *Exp. Toxicol. Pathol.* 2001. Vol. 53. P. 309–315. doi: 10.1078/0940-2993-00196

30. Torp M., Langseth W. Production of T-2 toxin by *Fusarium* resembling *Fusarium poae* // *Mycopathologia*. 1999. Vol. 147. P. 89–96. doi: 10.1023/a:1007060108935

## ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКОЕ ДЕРЕВО *ASPERGILLUS NIGER* AM1

*А. З. Миндубаев*<sup>1</sup>, *Э. В. Бабынин*<sup>2</sup>, *Й. А. Акосах*<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Институт энергетики и перспективных технологий ФИЦ КазНЦ РАН,*

<sup>2</sup> *ГАОУ ВПО Казанский (Приволжский) федеральный университет,  
mindubaev@iopc.ru, mindubaev-az@yandex.ru, a.mindubaev@knc.ru*

Проведено исследование филогенетического родства *Aspergillus niger* AM1 со способными к биодegradации штаммами *A. niger* и *A. fumigatus* из базы NCBI. Выяснилось, что его ближайшими родственниками оказались штаммы из Китая, извлекающие фосфаты из минералов.

Ключевые слова: биодegradация, белый фосфор, *Aspergillus niger*, филогенетическое дерево.

Одним из важнейших методов обезвреживания промышленных стоков, территорий и акваторий, загрязненных разнообразными неприродными веществами, в том числе самыми токсичными, является биодegradация [1]. Ее главное преимущество, по сравнению с существующими альтернативными методами обезвреживания, заключается в том, что при использовании биодegradации в окружающую среду не вносятся новые химические загрязнители. Почерпнутая из литературных источников схема метаболизма токсичного вещества метанол, изображенная на рисунке 1 [2], указывает на совершенство биохимии микроорганизмов, позволяющее обезвреживать вещества любых классов. Даже такие, как белый фосфор.

В литературных источниках, изданных до начала наших исследований [3, 4], не представлены сведения о доказанных примерах биологической дegradации белого фосфора.

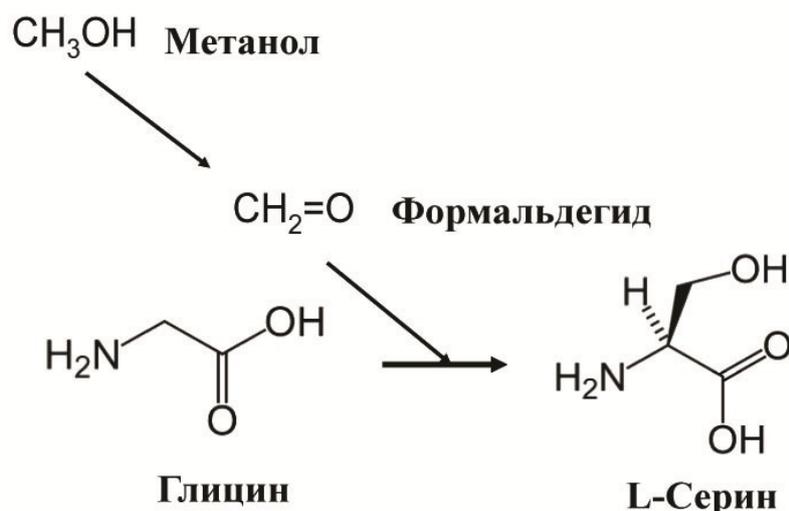


Рис. 1. Включение метанола и его метаболита формальдегида в состав аминокислоты в одну стадию – убедительный пример биодegradации (рисунок А. З. Миндубаева)

Эволюционная история выделенного из технического белого фосфора штамма *Aspergillus niger* воспроизведена с использованием метода UPGMA. Показано наиболее достоверное филогенетическое дерево с суммой длин ветвей = 0.11183919. Длины ветвей соответствуют количеству замен на 100 пар нуклеотидов. Процент повторов на дереве, в котором ассоциированные таксоны сгруппированы вместе с помощью теста строгой выборки (1000 повторов), показан рядом с ветвями. Эволюционные расстояния (степени родства) были рассчитаны с использованием метода максимальной вероятности и выражены в единицах количества замен оснований на участке. Этот анализ включал 26 нуклеотидных последовательностей. Все неоднозначные позиции удалены (опция парного удаления) для каждой пары последовательностей. Всего в итоговом наборе данных содержится 475 позиций. Эволюционный анализ был проведен в MEGA 7.

Результаты филогенетического анализа *A. niger* AM1 по секвенсам области ITS представлены на рисунке 2. Для сравнения использовались представленные в базе штаммы *A. niger*, для которых известна способность к биодegradации. На рисунке 2 показаны штаммы и вещества, которые они разлагают. Как видно, в наибольшем родстве со штаммом AM1 состоят штаммы из Китая, которые способны к растворению фосфатных минералов [5]. Они имеют 64% сходства по гену ITS. Вдобавок, осуществлен анализ 2 основных кластеров. Каждый кластер указывает на вероятного общего предка. Из этого следует предположение, что штаммы из одного кластера могут быть сходны по характеристикам. Внешняя группа («Outgroup») – штаммы другого вида *Aspergillus fumigatus* (они выполняют роль контролей). Чем больше мы знаем о веществах, которые разлагают эти микромицеты, тем лучше будем понимать результаты данного анализа. Однако, следует иметь в виду, что сравнительный анализ по областям ITS не достаточен для понимания полной картины родственных связей и свойств штамма. Для полного подтвержде-

ния нужно секвенировать полный геном штамма AM1. Это исследование нами запланировано.

Таким образом, можно предполагать, что штамм AM1 относится к кластеру, эволюционно возникшему на территории Китая и специализировавшемуся на биодеструкции фосфорных соединений. Возможно, белый фосфор, из которого он выделен, был доставлен в нашу страну из Китая, и штамм завезен вместе с ним.

На рисунке 2 представлены штаммы, выделенные в разных странах мира. Чем больше мы знаем о свойствах этих микромицетов, тем лучше будем понимать результаты данного анализа. Например, такое свойство черных аспергиллов, как патогенность, четко связано с принадлежностью штамма к определенным кластерам. А оно имеет прямое отношение к практическому применению культур микроорганизмов.

Однако, следует иметь в виду, что сравнительный анализ по областям ITS не достаточен для понимания полной картины родственных связей и свойств штамма. Для полного подтверждения нужно секвенировать полный геном штамма AM1. Это исследование нами запланировано.

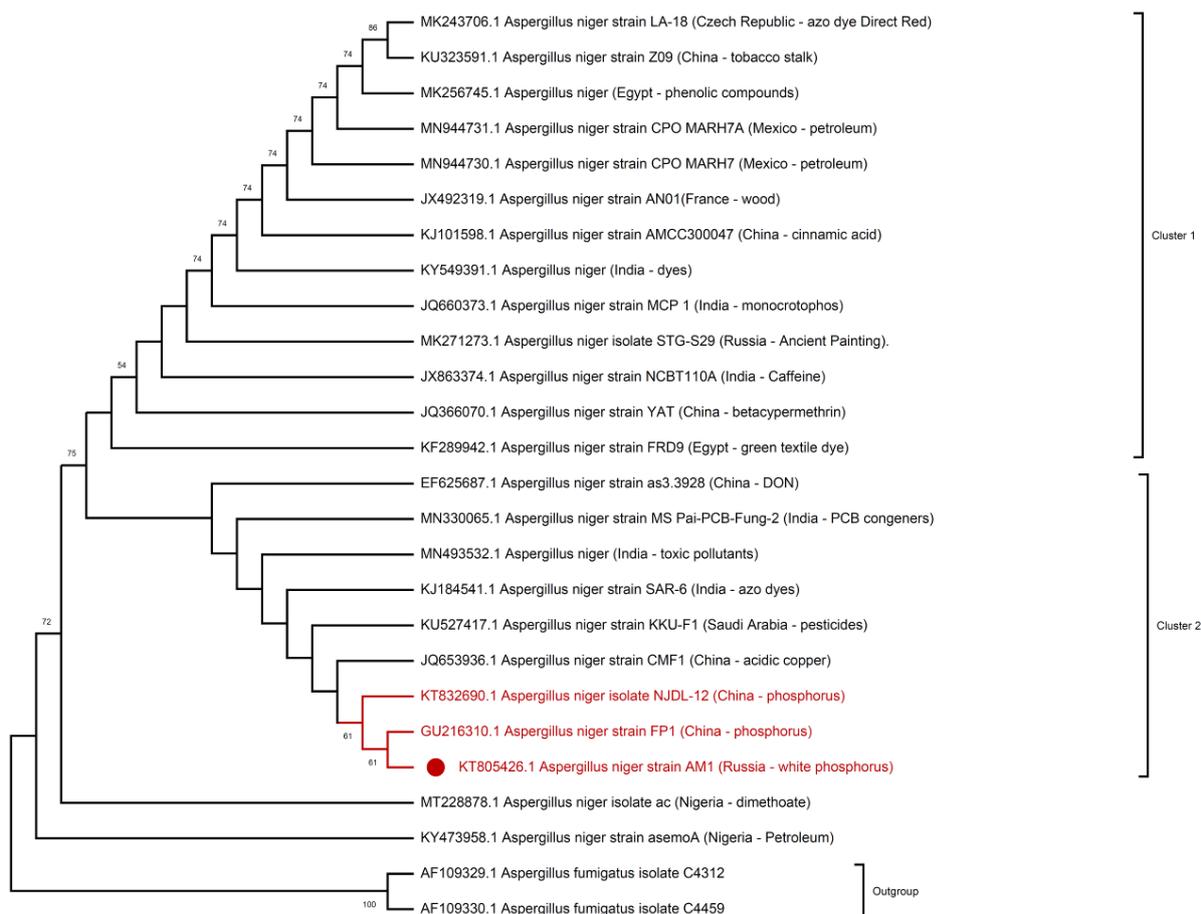


Рис. 2. Филогенетическое дерево *Aspergillus niger*. Представлены штаммы из базы NCBI, способные к биодegradации

### Библиографический список

1. Wackett L. P. The Metabolic Pathways of Biodegradation // The Prokaryotes. 2014. Vol. 2. P. 383–393. doi: 10.1007/978-3-642-31331-8\_76
2. Lidstrom M. Aerobic methylotrophic prokaryotes // The Prokaryotes. 2006. Vol. 2. Chapter 1.20. P. 618–634. doi: 10.1007/0-387-30742-7\_20
3. Биодеструкция соединений фосфора грибом *Aspergillus niger* AM1 / А. З. Миндубаев, Э. В. Бабынин, Е. К. Бадеева, С. Т. Минзанова, И. С. Низамов // Утилизация отходов производства и потребления: инновационные подходы и технологии : материалы II Всерос. науч.-практ. конф. Киров, 2020. С. 357–361.
4. Effect of White Phosphorus on the Survival, Cellular Morphology, and Proteome of *Aspergillus niger* / A. Z. Mindubaev, S. V. Kuznetsova, V. G. Evtyugin, A. G. Daminova, T. V. Grigoryeva, Y. D. Romanova, V. A. Romanova, V. M. Babaev, D. N. Buzyurova, E. V. Babynin, E. K. Badeeva, S. T. Minzanova, L. G. Mironova // Applied Biochemistry and Microbiology. 2020. Vol. 56. No. 2. P. 194–201. doi: 10.1134/S0003683820020118
5. A study of organic acid production in contrasts between two phosphate solubilizing fungi: *Penicillium oxalicum* and *Aspergillus niger* / Zh. Li, T. Bai, L. Dai, F. Wang, J. Tao, Sh. Meng, Y. Hu, Sh. Wang, Sh. Hu // Sci.Rep. 2016. Vol. 6. No. 25313. P. 1–8. doi: 10.1038/srep25313

## ВЛИЯНИЕ НОВОГО ИЗОЛЯТА ГРИБА РОДА *TRICHODERMA* НА ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ *FUSARIUM* SPP.

**П. А. Стариков<sup>1</sup>, И. Г. Широких<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Вятский государственный университет, [ya.starikov-pavel@yandex.ru](mailto:ya.starikov-pavel@yandex.ru)

<sup>2</sup> Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока  
имени Н. В. Рудницкого, [irgenal@mail.ru](mailto:irgenal@mail.ru)

Исследовали влияние нового природного изолята триходермы на вегетативный рост грибов рода *Fusarium*. В ходе сравнения линейной скорости роста фитопатогенных грибов в присутствии триходермы и в контроле выявлена высокая степень ингибирования изолятом роста фитопатогенов *Fusarium avenaceum* (46,70%) и *F. proliferatum* (41,59%).

Ключевые слова: *Fusarium*, *Trichoderma*, антагонизм, биологический контроль, скорость роста, метаболиты.

Среди грибов рода *Fusarium* существует довольно много фитопатогенных штаммов, отвечающих за развитие корневых и стеблевых гнилей у различных видов растений [1]. Фузариумы имеют также большое практическое значение, являясь возбудителями фузариоза зерна [2]. Целый комплекс представителей рода *Fusarium*, вовлеченных в инфекционный процесс, продуцируют микотоксины, которые делают зерно непригодным для использования в пищевых и кормовых целях [3].

Основными направлениями контроля распространения грибов рода *Fusarium* являются превентивные мероприятия, а именно: повышение супрессивности почвы, протравливание посевного и дезинфекция посадочного материала, а также возделывание сортов с селекционированной устойчивостью

[4]. В то же время, использование биологического контроля является многообещающей альтернативой применению химических фунгицидов, загрязняющих окружающую среду.

Среди потенциальных антагонистов по отношению к представителям *Fusarium* spp. можно выделить грибы рода *Trichoderma* [5]. Последние обладают ярко выраженной способностью конкурировать с другими микроорганизмами за субстрат, продуцировать гидролазы, антибиотики и токсины, а также проявлять прямой паразитизм по отношению к фитопатогенам [6]. Грибы рода *Trichoderma* широко используются для защиты от фузариоза ячменя, пшеницы и других культур [7]. Но в связи с большим биологическим разнообразием возбудителей фузариоза и быстрым формированием в их популяциях устойчивости к биофунгицидам, необходимо более детальное исследование межорганизменных взаимодействий для разработки эффективных методов биологического контроля распространения фитопатогенных грибов рода *Fusarium*.

Цель работы – изучение влияния нового природного изолята триходермы и его метаболитов на вегетативный рост 4 фитопатогенных видов грибов рода *Fusarium*.

Объектом исследования являлся природный изолят №КГ54-43 (далее – изолят), выделенный из селитебной зоны города Кирова (географические координаты отбора образца – 58.592223° с.ш., 49.647400° в.д.), по культуральным и морфологическим свойствам соответствующий роду *Trichoderma* [8]. Тест-культурами служили фитопатогенные грибы *Fusarium avenaceum*, *F. culmorum* P-3/16, *F. oxysporum*, *F. proliferatum* из рабочей коллекции лаборатории биотехнологии растений и микроорганизмов ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока. Активность изолята сравнивали с эталонным штаммом *Trichoderma viride*, выделенным из коммерческого биопрепарата «Споробактерин-рассада» (ООО «ОРТОН»).

Для выделения и культивирования триходермы использовали сусло-агар и картофельный агар [9]. Для выяснения способности изолята ингибировать скорость линейного роста тест-культур рода *Fusarium* штаммы совместно культивировали на картофельном агаре. Посев микромицетов проводили уколом, триходерму высевали в центр, а тест-культуры – по периферии чашки Петри (в 3 повторностях). В контроле тест-организмы выращивали отдельно от триходермы. Инкубацию проводили при 28°C. Измеряли диаметры колоний изолята, эталонного штамма и тест-культур через 1, 2 и 3 суток роста.

Линейную скорость роста триходермы вычисляли по формуле

$$V = \frac{(D2 - D1)}{\Delta T}, \quad (1)$$

где  $V$  – линейная скорость роста, мм/сутки;

$D1$  – диаметр колонии спустя сутки с момента посева, мм;

$D2$  – диаметр колонии спустя 2 суток с момента посева, мм;

$\Delta T$  – промежуток времени между измерением  $D1$  и  $D2$ , суток ( $\Delta T = 1$ ).

Линейную скорость роста тест-культур в присутствии изолята и в контроле определяли по формуле

$$V = \frac{(D3 - D1)}{\Delta T}, \quad (2)$$

где  $V$  – линейная скорость роста, мм/сутки;

$D1$  – диаметр колонии спустя сутки с момента посева, мм;

$D3$  – диаметр колонии спустя 3 суток с момента посева, мм;

$\Delta T$  – промежуток времени между измерением  $D1$  и  $D3$ , суток ( $\Delta T = 2$ ).

Степень ингибирования вегетативного роста колоний тест-культур в присутствии триходермы вычисляли по формуле [10]

$$I = \frac{X - Y}{X} * 100, \quad (3)$$

где  $I$  – степень ингибирования вегетативного роста колоний *Fusarium* spp. в присутствии триходермы в сравнении с контролем, %;

$X$  – диаметр колонии тест-культуры контроле спустя 3 суток с момента засева, мм;

$Y$  – диаметр колонии тест-культуры в присутствии триходермы спустя 3 суток с момента засева, мм.

С целью изучения токсического действия метаболитов триходермы на тест-культуры грибов использовали метод диффузии в агар. Для этого агаровые блоки диаметром 17 мм с трёхсуточной культурой триходермы помещали в центр чашек Петри с картофельным агаром на свежезасеянные тест-культурами фузариумов газоны. Инкубировали в течение 4 суток при комнатной температуре. Измеряли зоны задержки роста тест-культур.

Статистическую обработку проводили с использованием пакета программы Excel.

При исследовании влияния природного изолята *Trichoderma* sp. №КГ54-43 на вегетативный рост фузариумов установили его ингибирующее действие на скорость линейного роста всех исследуемых тест-грибов, но максимальный ингибирующий эффект выявлен в отношении культур *F. avenaceum* (46,7%) и *F. proliferatum* (41,6%) (табл. 1).

Таблица 1

**Изменение скорости линейного роста фитопатогенных тест-культур под влиянием триходермы**

Тест-культура	Контроль	В присутствии			
		изолята №КГ54-43		<i>Trichoderma viride</i>	
	Скорость роста, мм/сутки	Скорость роста, мм/сутки	Ингибирование роста, %	Скорость роста, мм/сутки	Ингибирование роста, %
<i>F. avenaceum</i>	5,00±0,50	2,50±1,80	46,70	4,75±0,43	0,00
<i>F. culmorum</i> P-3/16	18,17±2,08	10,17±1,26	32,40	13,67±0,29	28,97
<i>F. oxysporum</i>	13,00±0,87	8,33±1,15	6,26	9,00±0	8,77
<i>F. proliferatum</i>	12,33±0,29	4,83±0,29	41,59	9,17±1,04	16,89

Ингибирующий эффект *T. viride*, взятого в качестве эталона, не превышал в опыте 28,97%.

В ходе выяснения возможного токсического влияния метаболитов изолята на рост грибов рода *Fusarium* методом диффузии в агар определили диаметр зон задержки роста тест-культур в присутствии триходермы (табл. 2).

Таблица 2

**Величина зон задержки роста фитопатогенных тест-культур под влиянием триходермы**

Тест-культура	Диаметр зоны отсутствия роста (мм) под влиянием	
	изолята №КГ54-43	<i>Trichoderma viride</i>
<i>F. avenaceum</i>	0	45,00±5,00
<i>F. culmorum</i> P-3/16	0	0
<i>F. oxysporum</i>	0	24,33±0,58
<i>F. proliferatum</i>	0	0

По результатам опыта антифунгальная метаболическая активность природного изолята по отношению к исследуемым грибам рода *Fusarium* не выявлена. В то же время, показано влияние метаболитов эталонного штамма *Trichoderma viride* по отношению к тест-культурам в виде зоны задержки роста на картофельном агаре в отношении *F. avenaceum* (45,00±5,00 мм) и *F. oxysporum* (24,33±0,58 мм).

Таким образом, результаты сравнительного изучения действия нового природного изолята *Trichoderma* sp. №КГ54-43 и *T. viride* из коммерческого биопрепарата «Споробактерин-рассада» в отношении тест-культур грибов рода *Fusarium* показали, что природный изолят триходермы имеет скорость линейного роста (33,50±3,39 мм/сутки), сопоставимую с коммерческим штаммом (40,43±0,79 мм/сутки), но не обладает, в отличие от него, способностью подавлять рост исследованных культур фузариумов за счет продукции водорастворимых метаболитов.

**Библиографический список**

1. Arie T. *Fusarium* diseases of cultivated plants, control, diagnosis, and molecular and genetic studies // Journal of Pesticide Science. 2019. Vol. 44. No. 4. P. 275–281. doi: 10.1584/jpestics.J19-03
2. Гагкаева Т. Ю., Гаврилова О. П. Фузариоз зерновых культур // Защита и карантин растений. 2009. № 12. С. 13–15.
3. Гагкаева Т. Ю., Гаврилова О. П., Левитин М. М. Биоразнообразие и ареалы основных токсинопродуцирующих грибов рода *Fusarium* // Биосфера. 2014. Т. 6. № 1. С. 36–45.
4. Perveen K., Bokhari N. A. Antagonistic activity of *Trichoderma harzianum* and *Trichoderma viride* isolated from soil of date palm field against *Fusarium oxysporum* // African Journal of Microbiology Research. 2012. Vol. 6. No. 13. P. 3348–3353. doi: 10.5897/AJMR12.247
5. *Trichoderma harzianum* improves defense against *Fusarium oxysporum* by regulating ROS and RNS metabolism, redox balance, and energy flow in cucumber roots / S.-C. Chen, J. J. Ren, H.-J. Zhao, X.-L. Wang, T.-H. Wang, S.-D. Jin, Z.-H. Wang, C.-Y. Li, A.-R. Liu,

X.-M. Lin, G. J. Ahammed // *Phytopathology*. 2019. Vol. 109. No. 6. P. 972–982. doi: 10.1094/PHYTO-09-18-0342-R

6. Литовка Ю. А. Эколого-биологические особенности и биоконтроль грибов рода *Fusarium*, распространенных в наземных экосистемах Средней Сибири : дис. ... д-ра биол. наук. Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, 2019.

7. Dendouga W., Boureghda H. and Belhamra M. Biocontrol of wheat *Fusarium* crown and root rot by *Trichoderma* spp. and evaluation of their cell wall degrading enzymes activities // *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*. 2016. Vol. 51. No. 1. P. 1–12. doi:10.1556/038.51.2016.1.1

8. Определитель патогенных и условно патогенных грибов / Д. Саттон, А. Фотергилл, М. Ринальди; Пер. с англ. К. Л. Тарасова и Ю. Н. Ковалева; под ред. И. Р. Дорожковой. М. : Мир, 2001. 468 с.

9. Нетрусов А. И., Егоров М. А., Захарчук Л. М. Практикум по микробиологии. М. : Академия, 2005, 608 с.

10. *Trichoderma* counteracts the challenge of *Phytophthora nicotianae* infections on tomato by modulating plant defense mechanisms and the expression of crinkler, necrosis-inducing *Phytophthora* protein 1, and cellulose-binding elicitor lectin pathogenic effectors / F. L. Spada, C. Stracquadiano, M. Riolo, A. Pane, S. O. Cacciola // *Frontiers in Plant Science*. 2020. Vol. 11. P. 1–16. doi: 10.3389/fpls.2020.583539

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФЛОР ПОЧВЕННЫХ ВОДОРОСЛЕЙ И ЦИАНОБАКТЕРИЙ

*Г. Н. Перминова*

*Вятский государственный агротехнологический университет*

Выявлены показатели флористического богатства и систематического разнообразия флор водорослей и цианобактерий ряда районов тундры и прилегающих территорий. Главенствующее значение имеют порядки Осциллато-риевые и Хлорококковые. Сопоставление коэффициентов флористического сходства и ранговой корреляции при значительном своеобразии альгофлор позволило заключить, что по видовому составу и систематической структуре более родственны флоры близко расположенных районов. Наиболее типичной среди изученных флор является флора южной тундры Ямала.

Ключевые слова: почвенные водоросли, цианобактерии, флористическое богатство, систематическое разнообразие

Изучение состава и распространения водорослей и цианобактерий в почвах России является основой многих почвенно-альгологических исследований.

Оценивая это как определенный этап в развитии почвенной альгологии, М. М. Голлербах [1] отметил недостаточность использования в альгофлористических работах принципов и методов, разработанных во флористике высших растений и «позволяющих резко повысить объективность и вырази-

тельность флористических характеристик отдельных районов, точность и обоснованность сравнительного анализа и сопоставления их».

Элементы ботанико-географического анализа применены в ряде работ [2, 3], хотя на пути альголога в этом направлении большие затруднения вызывает специфика объекта и далеко не полная инвентаризация флоры почвенных водорослей, недостаточная разработанность систематики некоторых групп.

Опираясь на теоретические положения и методы сравнительной флористики высших растений [4] в данной работе проведен анализ видовых списков почвенных водорослей ряда районов тундры и прилегающих территорий. При этом исходным положением являлось то, что районы имеют незначительные различия в площади и охватывают основные типы естественных местообитаний.

В статье использован материал собственных исследований и литературные данные.

Районы исследований и номера флор:

№ 1 – Земля Франца-Иосифа, о. Земля Александры, полярная пустыня [5];

№ 2 – Большеземельская тундра, пятнистая мохово-мелкокустарничковая [6];

№ 3 – Южная тундра п-ва Ямал кустарниково-моховая, пятнисто-моховая, луговинная;

№ 4 – п-ов Таймыр, р-н Тарей, типичная тундра дриадово-осоково-моховая и осоково-моховое болото [7];

№ 5 – Восточно-Сибирская типичная тундра щепнисто-дриадово-осоковая и кустарничко-моховая;

№ 6 – Магаданская обл., мохово-кустарничковые, травяно-кустарничковые, лишайниково-кустарничковое листовенничное редколесье;

№ 7 – Командорские острова, тундра мохово-травянисто-кустарничковая, щепнистая лишайниково-кустарничковая и луговинная;

№ 8 – горная тундра хребта Хамар-Дабан, дриадово-щепнистая, мохово-кустарничковая, луговинная.

По результатам исследований выявлены показатели флористического богатства и систематического разнообразия флор (табл. 1), установлено распределение видов по отделам, порядкам, семействам и родам (рис. 1), определены коэффициенты ранговой корреляции ( $r$  Кендела) и флористического сходства ( $K_{sc}$  Серенсена-Чекановского) – (табл. 2), построены дендриты систематической структуры и видового состава (рис. 2).

**Показатели флористического богатства  
и систематического разнообразия альгофлор**

География флор	Земля Франца-Иосифа	Большеземельская тундра	Южная тундра п-о Ямал	П-ов Таймыр	Восточно-сибирская тундра	Магаданская область	Командорские острова	Горная тундра Хамар-Дабана
Номера флор	1	2	3	4	5	6	7	8
Число семейств	24	32	33	28	17	23	29	21
Число родов	39	61	52	64	32	45	55	38
Число видов	82	122	99	155	58	84	107	79
% видов в составе ведущих семейств (рис.1)	56	57	62	70	83	82	62	73
Пропорции флоры в/с	3,4	3,8	3,0	5,5	3,4	3,6	3,6	3,8
р/с	1,6	1,8	1,6	2,2	1,8	1,9	1,8	1,8
в/р	2,1	2,1	1,9	2,4	1,8	1,8	1,9	2,0

Анализ полученных данных говорит о значительном флористическом богатстве и видовом разнообразии изучаемых альгофлор. Судя по пропорциям флоры, несколько разнообразнее других альгофлоры Таймыра, горных и островных районов. Общей чертой флор является почти равное представительство синезеленых (цианобактерий) и зеленых водорослей (рис. 1). Соотношение числа видов этих отделов лежит в пределах 1:0,7–1:1,5. Доля зеленых водорослей больше в двух флорах – № 5 и № 8 (индексы 1,5 и 1,4 соответственно). Интересно наличие евгленовых в шести флорах из восьми.

Распределение видов основных порядков выявляет восемь ведущих: Оспиллаториевые, Ностоковые, Хроококковые, Вольвоксовые, Хлорококковые, Улотриксые, Плеврококковые, Трибонемовые. Они составляют 75–96% видового состава флор, но представлены в них неравнозначно (рис. 1, гистограммы).

Главенствующее значение имеют порядки Оспиллаториевые и Хлорококковые. Наряду с ними первые пять мест занимают Ностоковые, Вольваксовые, Улотриксые, а в Большеземельской, Ямальской и Таймырской тундрах – Плеврококковые.

Ведущими по числу видов, охватывающими 55–83% видового состава, являются соответствующие ведущим порядкам семейства: Оспиллаториевые, Хлорококковые, Хлорелловые, Хламидомонадовые, Улотриксые, Ностоковые, Плеврококковые, Гетеротриховые.

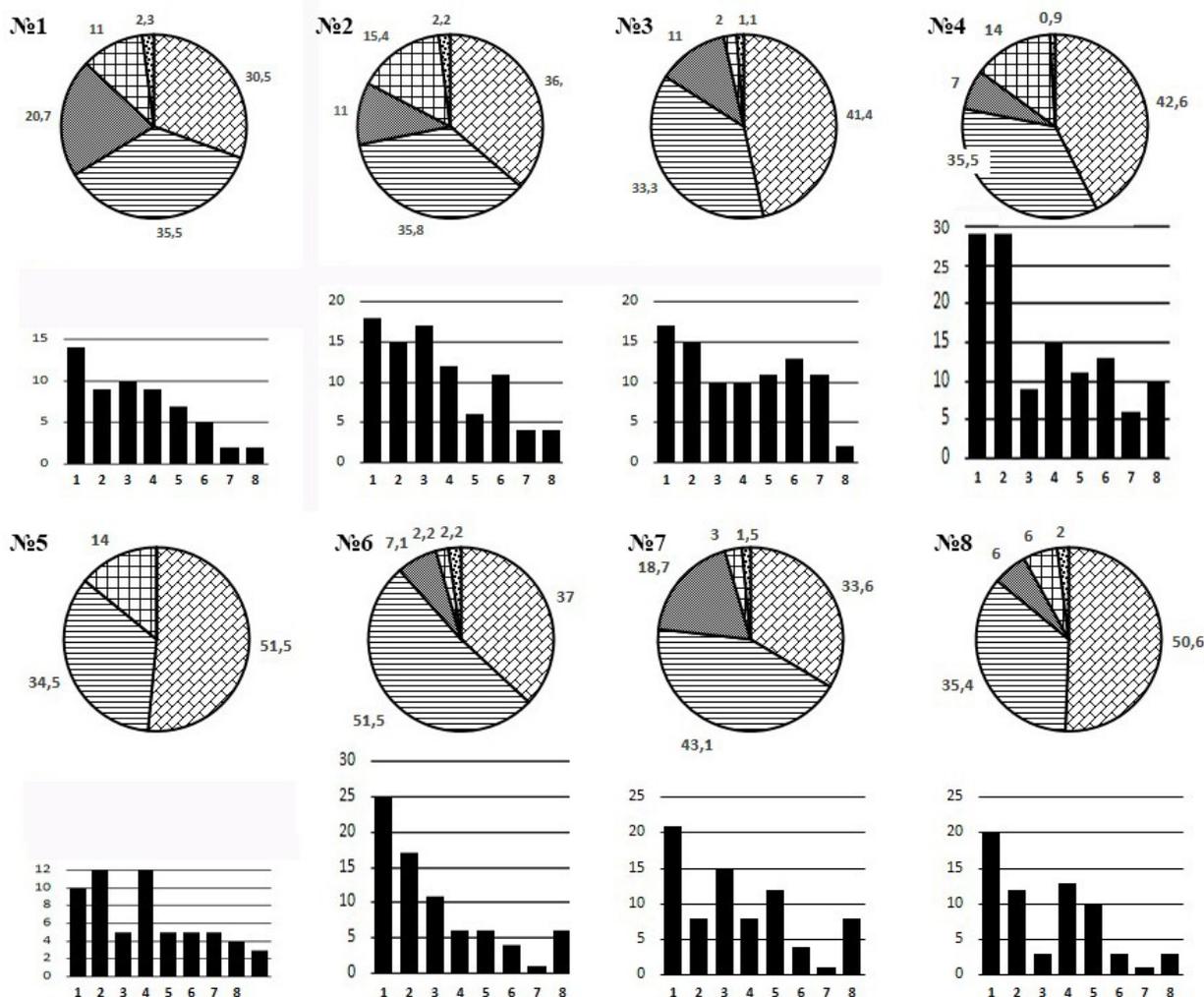


Рис. 1. Доля отделов (круговые диаграммы) и число видов в порядках (гистограммы) во флорах

Примечание: условные обозначения для круговых диаграмм:

	Зеленые		Желтозеленые
	Синезеленые		Прочие
	Диатомовые		

для гистограмм: 1 – Осцилляториевые, 2 – Хлорококковые, 3 – Ностоковые, 4 – Хламидомонадовые, 5 – Улотриковые, 6 – Плеврококковые, 7 – Трибонемовые, 8 – Хроококковые.

Следует отметить значение некоторых семейств, не вошедших в число ведущих, т.к. они не представлены в отдельных флорах. Это сем. Стигонемовые, Схизотриковые и Глеокапсовые, дающие 72–86% численности и биомассы водорослей в альгосинузиях щелочистых и пятнистых тундр. Сем. Навикуловые представлено очень неоднородно: в большинстве флор 1–2 вида, но в двух островных флорах (№ 1 и № 7) имеет все основания быть включенным в число ведущих (14 видов).

Сопоставление коэффициентов флористического сходства и ранговой корреляции (табл. 2) при значительном своеобразии альгофлор позволяет заключить, что по видовому составу и систематической структуре более родственны флоры близко расположенных районов. Наиболее типичной среди изу-

ченный флор, судя по среднему значению коэффициента корреляции, является флора южной тундры Ямала ( $r = 0,67$ ). Она же обладает несколько большим средним коэффициентом сходства видового состава.

Таблица 2

**Показатели степени сходства систематической структуры  
и видового состава флор**

Номера флор		Ksc							
		№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8
r	№1	-	0,32	0,31	0,25	0,24	0,24	0,18	0,27
	№2	0,46	-	0,42	0,35	0,32	0,36	0,24	0,32
	№3	0,62	0,86	-	0,36	0,30	0,16	0,30	0,44
	№4	0,37	0,80	0,73	-	0,34	0,26	0,21	0,23
	№5	0,51	0,64	0,60	0,68	-	0,25	0,22	0,16
	№6	0,55	0,46	0,60	0,55	0,60	-	0,41	0,31
	№7	0,60	0,42	0,70	0,60	0,71	0,60	-	0,28
	№8	0,60	0,53	0,60	0,55	0,55	0,48	0,73	-
r ср.		0,53	0,59	0,67	0,61	0,61	0,54	0,62	0,58
Ksc ср.		0,25	0,33	0,33	0,28	0,26	0,28	0,26	0,29

Коэффициенты ранговой корреляции и флористического сходства использованы для составления алгоритма по способу «максимального корреляционного пути» (4) и построения дендрита связывающего флоры (рис. 2).

Применение сравнительных методов флористики высших растений для альгофлор дает интересные результаты и позволяет с большей полнотой оценивать их роль в растительных сообществах. При этом сходство обитаний скорее желательно, чем обязательно. Более значим уровень выявления видового состава, что подтверждает сопоставление данных таблицы 1 и рисунка 2.

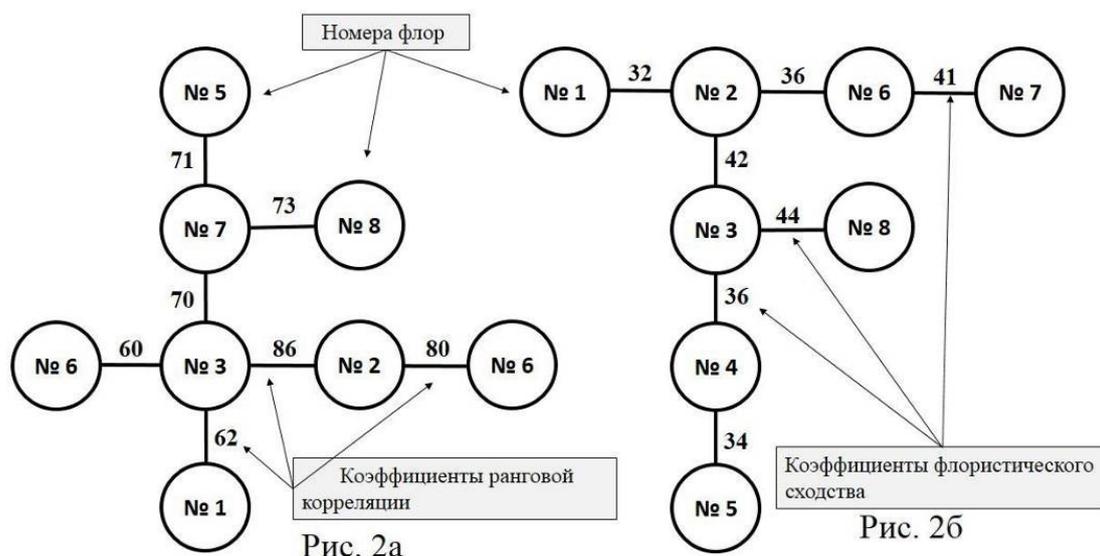


Рис. 2. Дендриты, связывающие альгофлоры на основании наибольшего сходства

Примечание: в числовых значениях ноль целых отброшен.

Анализ некоторых флор ранее обсуждался [8, 9] в связи с принадлежностью видов к «жизненным формам» [2] и данными о численности и биомассе, указывающими на участие фототрофных микроорганизмов в создании органического почвы и обогащенного азотом при наличии азотфиксирующих цианобактерий, которые ранее и в данной статье рассматриваются как «сине-зеленые» в составе водорослей.

#### Библиографический список

1. Голлербах М. М. Итоги и перспективы флористических исследований в почвенной альгологии // Развитие и значение водорослей в почвах Нечерноземной зоны : материалы межвуз. конф. (Киров, 24–27 мая 1977г.) Пермь, 1977. С. 12–13.
2. Штина Э. А. Почвенные водоросли Крайнего Севера СССР и значение их изучения для оценки антропогенных изменений тундровых биоценозов // Споры растений тундровых биоценозов. Сыктывкар, 1982.
3. Алексахина Т. Н. Штина Э. А. Почвенные водоросли лесных биоценозов. М. : Наука, 1984. 148 с.
4. Шмидт В. М. Математические методы в ботанике. Л. : Изд-во ЛГУ, 1984. 288 с.
5. Новичкова-Иванова Л. Н. О почвенных водорослях Земли Франца-Иосифа // Проблемы Севера. М; Л., 1964. Вып. 8. С. 247–253.
6. Перминова Г. Н., Гецен М. В. Состав альгофлоры целинных и подвергшихся освоению почв // Биогенетические исследования на сеянных лугах в Восточно-Европейской тундре. Л., 1979. С. 54–78.
7. Доргостайская Е. В., Сдобникова Н. В. Почвенные водоросли тундр Западного Таймыра // Биогенезы таймырской тундры их продуктивность. Л. : Наука, 1973. Вып. 2. С. 128–138.
8. Перминова Г. Н. Географический анализ структуры группировок почвенных водорослей некоторых районов Арктики и Субарктики // Современные проблемы географии экосистем : тезисы доклада Всесоюзного совещания. М., 1984.
9. Перминова Г. Н. Почвенные водоросли некоторых районов Севера Евразии и Дальнего Востока. ВИНТИ № 4471-В90; 2-37 УДК 631.466.3 (582.26/27). Киров, 1990.

### ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ АЛЬГОФЛОРЫ ПЛАНКТОНА КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОЕМА

Л. В. Кондакова<sup>1,2</sup>, Е. В. Дабах<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Вятский государственный университет, ecolab2@gmail.com

<sup>2</sup> Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

Видовое разнообразие альгофлоры пойменного водоема на территории, испытывающей техногенную нагрузку, зависит от интенсивности весеннего паводка. Мощность смытого слоя и минерализация воды, нарастающая в послепаводковый период, обуславливают дифференциацию видового состава альгофлоры по глубине. Выявлено, что чувствительность к повышенной минерализации воды проявляли зеленые водоросли *Crucigenia tetrapedia*, *Pediastrum boryanum* и *Lagerheimia ciliate*, толерантность – диатомовые водоросли.

Ключевые слова: пойменное озеро, фитопланктон, видовое разнообразие, водоросли, цианобактерии.

Видовое разнообразие альгофлоры – биоиндикационный показатель, используемый для оценки степени нарушения водных и почвенных ценозов [1]. Водорослями населены все водоёмы. Видовой состав фитопланктона зависит от концентрации и качественного состава веществ, поступающих в водоемы. Пойменные озера в районе городов Киров и Кирово-Чепецк в паводок промываются водами р. Вятки, их альгофлора связана с альгофлорой реки. Э. А. Штиной [2] были выявлены основные черты фитопланктона р. Вятки в 1936 г. и в 1990-х гг. Было отмечено, что за 60 лет в результате антропогенной нагрузки состав фитопланктона реки Вятки резко изменился. В прошлом в фитопланктоне доминировали диатомовые водоросли, представленные шестью массовыми видами, а в конце 90-х годов состав доминантов фитопланктона из диатомового стал зелёным с преобладанием разнообразных одноклеточных и колониальных зелёных водорослей. Было отмечено, что в фитопланктоне увеличилось число альфа- и бета-мезосапробных видов – индикаторов слабого загрязнения вод, уменьшилось число олигосапробов – показателей чистоты водоема. Таким образом, мониторинг альгофлоры пойменных водоемов дает возможность выявить неблагоприятные тенденции в изменении качества воды водных объектов.

В настоящей работе показатель видового разнообразия альгофлоры планктона использовался для гидробиологического мониторинга состояния пойменного озера Березового, расположенного в долине р. Вятка в окрестностях г. Кирово-Чепецка. Высокая минерализация воды в озере обусловлена поступлением загрязненных подземных вод [3]. В 2012 г. было ликвидировано одно из находящихся вблизи озера хранилищ жидких отходов. С тех пор электропроводность воды в озере начала снижаться. Поскольку основной вклад в высокую минерализацию раствора вносят ионы нитрата и аммония, содержащие биогенный элемент азот, действие солей на микрофлору неоднозначно. Важнейшим фактором, определяющим видовое разнообразие фитопланктона озера, является весенний паводок, во время которого смывается слой воды, а иногда озеро промывается до дна. За время наблюдений с 2014 г. водоем полностью промывался только в 2016 г., после паводка формирование альгоценоза происходило при постепенном росте минерализации воды и адаптации организмов к меняющимся условиям среды (рис.).

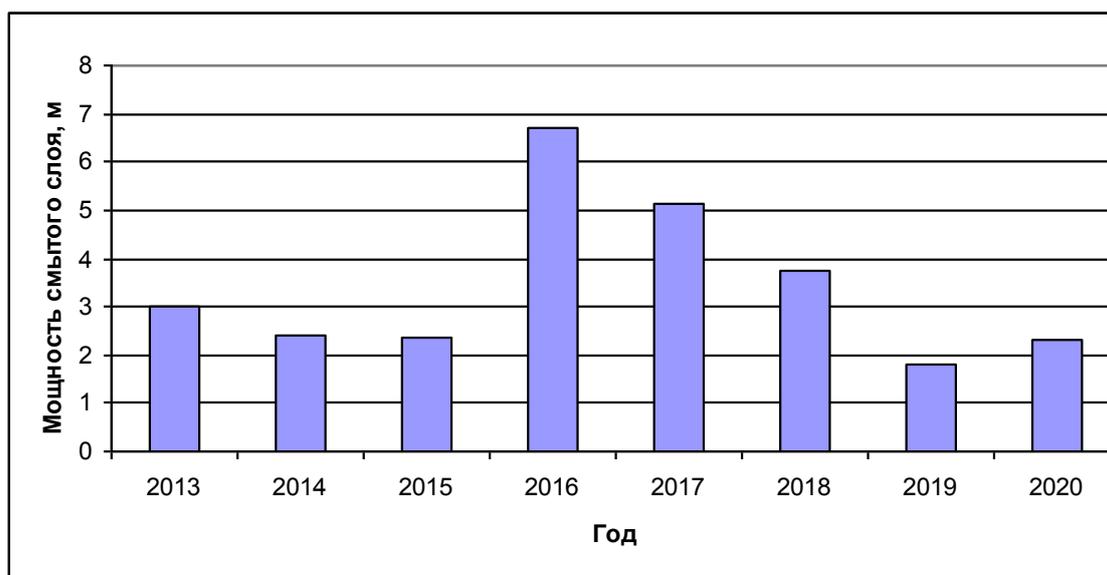


Рис. Мощность смываемого слоя воды в озере во время паводка в 2013–2020 гг.

Таблица 1

**Сравнительная характеристика видового разнообразия водорослей  
в озере в 2014–2020 гг.**

Глубина отбора проб, м	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
0,05	0	9	9	14	15	9	10
2,5	–	9	7	14	14	7	6
5	13	13	8	11	12	18	13

Анализ альгофлоры планктона показывает, что под влиянием паводка изменяется соотношение видового разнообразия фототрофов в поверхностных и глубинных пробах (табл. 1). Если в 2014 и 2015 гг. видовое разнообразие альгофлоры увеличивалось с глубиной, после полного смыва озерной воды в 2016 г. отмечено примерно равное число видов водорослей планктона по всей глубине озера. Это влияние проявилось в незначительном уменьшении числа видов в глубинных слоях и в последующих 2017–2018 гг. [4]. В 2017 г. в глубинной пробе озера в числе доминирующих видов была выявлена диатомовая водоросль *Asterionella formosa* – индикатор чистых вод (табл. 2). В 2019–2020 гг. в условиях смыва только верхнего двухметрового слоя воды в придонных пробах отмечалось более богатое видовое разнообразие альгофлоры, причем максимальное количество видов выявлено в условиях минимального влияния паводка в 2019 г.

Таблица 2

## Доминирующие виды водорослей в озере в 2014–2020 гг.

Глубина отбора проб, м	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
0,05	<i>Chlorella vulgaris</i>	<i>Ankistrodesmus</i> sp., <i>Chlorella vulgaris</i> , <i>Crucigenia tetrapedia</i> , <i>Coelastrum microporum</i>	<i>Pediastrum boryanum</i> , <i>Crucigenia tetrapedia</i> , <i>Scenedesmus quadricauda</i> , <i>Nitzschia</i> sp.	<i>Crucigenia tetrapedia</i> , <i>Scenedesmus quadricauda</i> , <i>Lagerheimia ciliata</i> , <i>Coelastrum microporum</i>	<i>Scenedesmus quadricauda</i> , <i>Lagerheimia ciliata</i> , <i>Crucigenia tetrapedia</i> , <i>Pediastrum boryanum</i> , <i>Nitzschia</i> sp.	<i>Ankistrodesmus</i> sp., <i>Scenedesmus quadricauda</i> , <i>Lagerheimia ciliata</i> , <i>Coelastrum microporum</i> , <i>Navicula</i> sp.	<i>Chlorella vulgaris</i> , <i>Scenedesmus quadricauda</i> , <i>Lagerheimia ciliata</i> , <i>Ankistrodesmus</i> sp.
2,5-3	<i>Ankistrodesmus</i> sp., <i>Scenedesmus quadricauda</i> , <i>Chlorella vulgaris</i>	<i>Ankistrodesmus</i> sp., <i>Chlorella vulgaris</i> , <i>Crucigenia tetrapedia</i> , <i>Pediastrum boryanum</i>	<i>Crucigenia tetrapedia</i> , <i>Lagerheimia ciliata</i> , <i>Scenedesmus quadricauda</i> , <i>Gloeocystis planctonica</i>	<i>Crucigenia tetrapedia</i> , <i>Scenedesmus quadricauda</i> , <i>Lagerheimia ciliata</i>	<i>Scenedesmus quadricauda</i> , <i>Lagerheimia ciliata</i> , <i>Crucigenia tetrapedia</i>	<i>Ankistrodesmus</i> sp., <i>Scenedesmus quadricauda</i> , <i>Lagerheimia ciliata</i> , <i>Coelastrum microporum</i> , <i>Chlorella vulgaris</i>	<i>Ankistrodesmus</i> sp., <i>Chlorella vulgaris</i> , <i>Scenedesmus bijugatus</i>
5-6	<i>Scenedesmus quadricauda</i> , <i>Chlorella vulgaris</i> , <i>Coelastrum microporum</i>	<i>Scenedesmus quadricauda</i> , <i>Pediastrum boryanum</i> , <i>Chlorella vulgaris</i>	<i>Crucigenia tetrapedia</i> , <i>Scenedesmus quadricauda</i>	<i>Scenedesmus quadricauda</i> , <i>Lagerheimia ciliata</i> , <i>Asterionella formosa</i>	<i>Lagerheimia ciliata</i> , <i>Chlorella vulgaris</i> , <i>Scenedesmus quadricauda</i>	<i>Lagerheimia ciliata</i> , <i>Ankistrodesmus</i> sp., <i>Chlorella vulgaris</i> , <i>Nitzschia</i> sp.	<i>Ankistrodesmus</i> sp., <i>Chlorella vulgaris</i> , <i>Scenedesmus quadricauda</i> , <i>Nitzschia</i> sp.

Были отмечены представители отделов: Cyanobacteria – 5 видов, Chlorophyta – 22, Bacillariophyta – 8, Euglenophyta – 1, Dinophyta – 1. В течение всего периода наблюдений зеленые водоросли являлись доминантами фитопланктона и их видовой состав изменялся со временем незначительно. Зеленые водоросли, как и другие фототрофные микроорганизмы, играют большую роль в самоочищении воды посредством выделения кислорода в процессе фотосинтеза и создания органического вещества.

В видовом составе альгофлоры планктона преобладали мелкоклеточные зеленые водоросли, индицирующие слабое загрязнение водоема и наличие азотного загрязнения: *Chlorella vulgaris* (поли-альфамезосапробионт), *Lagerheimia ciliate* (бетамезосапробионт), *Scenedesmus quadricauda* (бетамезосапробионт), *Sc. bijugatus* (бетамезосапробионт), *Sc. acuminatus* (бетамезосапробионт), *Ankistrodesmus* sp. (бетамезосапробионт), *Coelastrum microporum* (бетамезосапробионт), *Crucigenia tetrapedia* (олиго-бетамезосапробионт), *Tetraedron minimum* (бетамезосапробионт) и др. Были выявлены следующие закономерности: зеленая водоросль *Crucigenia tetrapedia* была отмечена в 2015 г. только в верхнем слое воды, в 2016 г. являлась доминантой фитопланктона по всей глубине озера, в 2017–2019 гг. – в верхнем и среднем слоях воды, в 2020 г. не была отмечена среди доминирующих видов планктона; зеленая водоросль *Pediastrum boryanum* (бетамезосапробионт), отмеченная в числе доминантов в 2015, 2016 и 2018 гг., была приурочена к верхним слабо-минерализованным слоям воды. *Lagerheimia ciliate* – доминирующий в 2016–2020 гг. вид отдела Chlorophyta, после полной промывки водоема в 2016 г. и значительной – в 2017 г. встречался в числе доминантов по всей глубине озера, а в 2018–2020 гг. – только в поверхностном и срединном слое воды, что свидетельствует о чувствительности вида к высокой минерализации воды. Диатомовые водоросли, доминирующие виды которых отмечены в 2017 и 2020 гг., напротив, характерны для глубинных слоев, что подтверждает их толерантность к повышенному содержанию солей в воде.

Таким образом, в планктоне пойменного водоема на техногенной территории доминируют мелкоклеточные зелёные водоросли, что является признаком эвтрофикации. Зелёные водоросли отзывчивы на высокое содержание азота в воде. Влияние паводка проявляется в изменении соотношения видового разнообразия фототрофов в поверхностных и глубинных пробах озера. Мониторинговые исследования пойменных водоемов дают возможность оценить антропогенное воздействие на водные объекты.

*Работа выполнена в рамках государственного задания Института биологии Коми НЦ УрО РАН по теме «Оценка и прогноз отсроченного техногенного воздействия на природные и трансформированные экосистемы подзоны южной тайги» № 0414-2018-0003.*

#### **Библиографический список**

1. Биоиндикаторы и биотестсистемы в оценке окружающей среды техногенных территорий / под ред. Т. Я. Ашихминой, Н. М. Алалыкиной. Киров : О-Краткое, 2008. С. 72–74.

2. Штина Э. А. Флора водорослей бассейна реки Вятки. Киров, 1997. 91 с.

3 Изучение состояния природного комплекса в зоне влияния Кирово-Чепецкого химического комбината / Т. Я. Ашихмина, Е. В. Дабах, Г. Я. Кантор, А. П. Лемешко, С. Г. Скугорева, Т. А. Адамович // Теоретическая и прикладная экология. 2010. № 3. С. 18–26. doi: 10.25750/1995-4301-2010-3-018-026

4. Кондакова Л. В., Дабах Е. В., Кантор Г. Я. Динамика видового разнообразия альгофлоры пойменного водоема // Экология родного края: проблемы и пути их решения : материалы XIII Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Кн. 2. Киров, 2018. С. 41–43.

## **ВИДОВОЙ СОСТАВ АЛЬГОФЛОРЫ В ПЛЕНКАХ «ЦВЕТЕНИЯ» ПАХОТНЫХ ПОЧВ ПОД ЛЯДВЕНЦЕ-ТИМОФЕЕЧНЫМИ ТРАВСТОЯМИ**

*Л. В. Кондакова<sup>1,2</sup>, А. П. Кислицына<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> *Вятский государственный университет, ecolab2@gmail.com*

<sup>2</sup> *Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,*

<sup>3</sup> *Федеральный аграрный центр Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого*

Анализ альгофлоры поверхностных разрастаний водорослей и цианобактерий (ЦБ) в вариантах полевого опыта по выращиванию лядвенце-тимофеечной травосмеси на делянках с известкованием и внесением удобрений на 3 и 4 годы последействия показал положительную реакцию ЦБ. Высокий процент представителей Cyanobacteria отмечен в вариантах с внесением фосмуки без удобрений (50%), извести и P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> (50%). В варианте «известь, 3т/га + P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>N<sub>30</sub>» ЦБ составляли 53% видового разнообразия биопленок. В варианте 6 (P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>N<sub>30</sub>), где была внесена полная минеральная смесь, ЦБ и зеленые водоросли представляли 37 и 31% видового разнообразия. На участке без внесения удобрений (контроль) в поверхностных разрастаниях доминируют зеленые водоросли (50–57,9%).

Ключевые слова: водоросли, цианобактерии, «цветение» почв, биопленки

Массовое размножение водорослей и цианобактерий (ЦБ) на поверхности пахотных почв можно наблюдать в конце вегетационного периода. Видовой состав поверхностных разрастаний микрофототрофов является индикаторным признаком [1, 2].

Целью данной работы было изучение видового разнообразия почвенных водорослей и цианобактерий под лядвенце-тимофеечной травосмесью 3–4 года жизни.

Пробы почв для исследования альгофлоры отбирались в августе 2020 г. в полевом опыте отдела агрохимии и кормопроизводства ФАНЦ НИИСХ Северо-Востока (с. Красное, Кировская область). Опыт заложен в 2017 г. по следующей схеме: 1. Контроль. 2. Известь-3т/га 3. Фосфоритная мука – 1т/га 4. P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> 5. Известь 3т/га + P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> 6. P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> + N<sub>30</sub> 7. Известь 3т/га + P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> + N<sub>30</sub>

8. Фосфоритная мука 1т/га + К<sub>60</sub>. Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая на водно-ледниковых отложениях характеризовалась следующими показателями пахотного слоя: 1,9% гумуса, Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub> – 68 мг/кг, К<sub>2</sub>О – 107 мг/кг почвы, рН<sub>сол</sub> – 4,35, гидролитическая кислотность – 5,08 мг-экв./100г почвы, сумма поглощенных оснований – 10,65 мг-экв./100г почвы, степень насыщенности основаниями – 69,3%, содержание подвижного алюминия от 4,23 до 5,24 мг/кг почвы. Удобрения и известь были внесены под предпосевную культивацию по схеме, представленной в таблице 1 в виде простого суперфосфата (26% д.в.), хлористого калия (60% д.в.), аммиачной селитры (34% д. в.), фосфоритной муки (Р<sub>2</sub> О<sub>5</sub> – 19% и Са – 50%), извести (85%).

Посев был проведён рано весной по чистому пару.

Определение видового состава альгофлоры осуществляли методом прямого микроскопирования отобранных образцов [3].

Реакция водорослей и ЦБ на минеральные удобрения многообразна в зависимости от плодородия почвы, дозы и формы удобрений. Производственные дозы минеральных удобрений, как правило, не изменяют видовой состав водорослей [4]. В наземных поверхностных разрастаниях водорослей и ЦБ принимают участие от 5 до 27 популяций фототрофных микроорганизмов. Видовое богатство фототрофного комплекса может возрастать при благоприятных условиях влажности и наличия биогенных элементов [1].

Через три года возделывания лядвенце-тимофеечной травосмеси было отмечено подкисление верхнего слоя почвы в вариантах опыта без внесения извести и снижение содержания подвижного калия, что обусловлено выносом кальция и калия с урожаем многолетних трав. Наблюдается сохранение повышенного содержания подвижного фосфора в почве по сравнению с исходным уровнем при внесении фосфоритной муки. В вариантах опыта с внесением минеральных удобрений, в контроле и варианте с внесением извести различия с исходным содержанием данных элементов незначительны (табл. 1).

*Таблица 1*

**Агрохимические показатели верхнего (0-10 см) слоя почвы осень 2019 г.**

№ варианта	Удобрения	рН <sub>сол</sub>	Р <sub>2</sub> О <sub>5</sub>	К <sub>2</sub> О
1	Без удобрений	4,37	59,05	104,17
2	Известь, 3т\га	4,44	67,76	116,96
3	Фосмука, 1 т\га	4,40	143,20	111,84
4	Р <sub>60</sub> К <sub>60</sub>	4,36	79,40	110,55
5	Известь, 3т\га + Р <sub>60</sub> К <sub>60</sub>	4,33	83,47	104,17
6	Р <sub>60</sub> К <sub>60</sub> + N <sub>30</sub>	4,31	77,97	106,73
7	Известь, 3т\га+Р <sub>60</sub> К <sub>60</sub> N <sub>30</sub>	4,28	78,64	104,17
8	Фосмука, 1т\га +К <sub>60</sub>	4,37	137,75	104,18

Последствия внесения минеральных удобрений проявляются и на третий год жизни трав. Урожайность зелёной массы за два укоса достоверно выше в вариантах с внесением минеральных удобрений и известкованием: 6,34–5,93 т/га сухого вещества против 4,85 т/га в контрольном варианте.

В остальных вариантах опыта различия с контрольным вариантом статистически не достоверны.

Благоприятные погодные условия вегетационного периода 2020 г. способствовали хорошему развитию трав. Плотность травостоев 4 года жизни составляла в первом укосе от 868 до 922 стеблей лядвенца рогатого и 100–286 стеблей тимopheевки луговой, во втором укосе от 717 до 813 стеблей /м<sup>2</sup> лядвенца рогатого и 119–219 стеблей тимopheевки луговой (табл. 2). Продуктивность травостоев лядвенца рогатого с тимopheевкой луговой 4 года жизни была высокой, особенно второй укос, который составил от 41,8 до 49,8% от первого укоса. В сумме за два укоса сбор сухого вещества в контроле составил 5,97 т/га, и уступал всего 0,35–0,45 т/га вариантам опыта с внесением извести, извести с минеральными удобрениями и фосфоритной муки. Достоверных различий между вариантами опыта не было.

Таблица 2

**Плотность травостоев лядвенце-тимopheевочной травосмеси 4 года жизни, шт./м<sup>2</sup>**

№	Варианты	1 укос		2 укос	
		лядвенец	тимopheевка	лядвенец	тимopheевка
1	Без удобрений	868	115	794	153
2	Известь, 3т/га	887	103	748	120
3	Фосмука, 1 т/га	848	188	717	159
4	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	745	133	813	167
5	Известь, 3т/га + P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	750	228	741	150
6	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> + N <sub>30</sub>	922	161	731	133
7	Известь, 3т/га + P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> + N <sub>30</sub>	712	286	769	219
8	Фосмука, 1т/га + K <sub>60</sub>	910	182	813	119

В пленках «цветения» почв изучаемых вариантов опыта было выявлено 49 видов водорослей и ЦБ, в том числе: ЦБ – 20 видов, Chlorophyta – 20, Ochrophyta – 4, Bacillariophyta – 5 (табл. 3)

Таблица 3

**Количество видов микрфототрофов в пленках «цветения» почв (1 – число видов; 2 – процент)**

№	Удобрения	Год	Виды микрфототрофов								Всего видов	
			Cyanobacteria		Chlorophyta		Ochrophyta		Bacillariophyta			
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Контроль (без удобрений)	2019	4	21,1	11	57,9	1	5,2	3	15,8	19	100
		2020	7	35	10	50	0	0	3	15	20	100
2	Известь, 3т/га	2019	6	40,0	8	53,3	0	0	1	6,7	15	100
		2020	7	31	10	45	1	5	4	18	22	100
3	Фосмука, 1т/га	2019	3	21,4	9	64,3	0	0	2	14,3	14	100
		2020	11	50	7	31	0	0	4	18	22	100
4	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	2019	3	25,0	7	58,4	1	8,3	1	8,3	12	100
		2020	6	37	6	37	1	6	3	18	16	100

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
5	Известь, 3т/га+ P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	2019	3	30,0	5	50,0	1	10,0	1	10,0	10	100
		2020	8	50	4	25	0	0	4	25	16	100
6	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> N <sub>30</sub>	2019	7	31,8		36,4	4	18,2	3	13,6	22	100
		2020	6	37	5	31	1	6	4	25	16	100
7	Известь, 3т/га + P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> N <sub>30</sub>	2019	11	61,1	3	16,7	1	5,5	3	16,7	18	100
		2020	8	53	4	26	0	6	3	20	15	100
8	Фосмука, 1т/га + K <sub>60</sub>	2019	7	36,8	8	42,1	0	0	4	21,1	19	100
		2020	7	50	5	35	0	0	2	14	14	100
	Всего видов	2019	18	43,0	16	37,0	4	9,0	5	11,0	43	100
		2020	15	41	14	38	2	5	5	13	36	100

На участке без внесения удобрений (1 – контроль) поверхностные разрастания образуют зеленые водоросли-убиквисты (50–57,9%). В вариантах с внесением извести (вар. 2), фосмуки (вар. 3), извести и фосфорно-калийных удобрений (вар. 5) увеличивается видовое разнообразие микрофототрофов и особенно ЦБ, чувствительных к известкованию почв. В пленках «цветения» доминируют представители ЦБ в вариантах 3(50%), 5(50%), 7(53%). Положительную реакцию на известкование почв в данных вариантах ЦБ проявляют на четвертый год. В варианте 6 (P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>N<sub>30</sub>), где была внесена полная минеральная смесь, ЦБ и зеленые водоросли составляли 37 и 31% соответственно. В целом, в поверхностных разрастаниях доминируют ЦБ и зеленые водоросли (табл. 3). Общий видовой состав биопленок на третий и четвертый годы после закладки опыта сохраняет высокое сходство. Практически во всех вариантах опыта в пленках «цветения» отмечены следующие микрофототрофы: безгетероцистные ЦБ *Leptolyngbya angustissima*, *L. foveolarum*, *L. henningsii*, *Phormidium autumnale*, *Ph. boryanum*, гетероцистные ЦБ *Nostoc punctiforme*, *N. linckia f muscorum*, *N. paludosum*, зеленые водоросли: *Chlamydomonas gloeogama*, *Chlorella vulgaris*, *Cylindrocystis crassa*, *C. brebissonii*, *Klebsormidium flaccidum*, *Stichococcus minor*, диатомовая водоросль *Hantzschia amphioxys* и желтозеленая нитчатая водоросль *Xanthonema exile*. Видовой состав микрофототрофов пленок «цветения» характерен для дерново-подзолистых почв региона.

Таким образом, фототрофные микроорганизмы могут быть использованы в качестве дополнительного критерия в оценке агротехнических мероприятий для повышения плодородия почв. В проводимых опытах реакция высших растений и микрофототрофов на известкование почв и внесение минеральных удобрений была сходной.

#### Библиографический список

1. Домрачева Л. И. «Цветение» почвы и закономерности его развития. Сыктывкар, 2005. 336 с.

2. Kondakova L. V., Domracheva L. I., Kondakova I. A. Specific character of soil 'blooming' in agricultural and urbanized territories // Теоретическая и прикладная экология. 2018. № 3. С. 78–85. doi: 10.25750/1995-4301-2018-3-078-085

3. Штина Э. А., Голлербах М. М. Экология почвенных водорослей. М. : Наука, 1976. 146 с.

4. Третьякова А. Н., Некрасова К. А. Реакция водорослей на формы и дозы минеральных удобрений // Труды Кировского сельхозинститута. 1971. Т. 23. Вып. 55. С. 214–220.

## **ВЛИЯНИЕ ОСТАТОЧНОГО СОДЕРЖАНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ НА СОСТАВ ПОЧВЕННОГО МИКРОБОЦЕНОЗА АЛЛЮВИАЛЬНОЙ ДЕРНОВОЙ ПОЧВЫ**

*Т. В. Кузнецова, А. М. Петров, Ю. А. Игнатьев, А. А. Утомбаева*  
*Институт проблем экологии и недропользования АН РТ,*  
*kuznetsovatatyana@mail.ru*

Изучено влияние различных уровней остаточного содержания нефтепродуктов на микробоценозы аллювиальной дерновой легкосуглинистой и тяжелосуглинистой почвы. Показано, что для большинства групп микроорганизмов характерно сохранение или увеличение их численности, что подтверждает способность аллювиальных дерновых почв самостоятельно, без серьезных рекультивационных мероприятий восстановить свои свойства.

Ключевые слова: нефть, нефтепродукты, аллювиальная дерновая почва, почвенный микробоценоз.

Необходимость оперативного восстановления экологического состояния и свойств загрязненных нефтью и нефтепродуктами почв, повышает актуальность проведения исследовательских работ, направленных на увеличение эффективности рекультивационных мероприятий на техногенно загрязненных почвах. Независимо от уровня и возраста загрязнения почв эффективность проведения рекультивационных мероприятий определяется составом и активностью микробных почвенных сообществ, их способностью к перестройке своих функций в условиях поступления тех или иных концентраций нефтяных углеводородов. При этом ответная реакция почвенных микроорганизмов на присутствие поллютанта определяется типом почвы, содержанием нефти и характеристиками разных групп почвенных микроорганизмов [1–3].

Структурно почвы включают различные эколого-трофические группы микроорганизмов [4, 5], изучение динамики численности которых является важным инструментом, позволяющим объяснить происходящие в загрязненных почвах метаболические процессы. Сопоставление экспериментально полученных микробиологических параметров позволяет спрогнозировать способность почв к самоочищению, сделать выводы о влиянии поллютантов на

почвенные сообщества, предложить более эффективные пути восстановления их свойств и плодородия.

Цель исследований – изучение влияния остаточного содержания нефтепродуктов в условно рекультивированной аллювиальной дерновой почве на качественный и количественный состав микробиоценоза.

Исследования проводились на чистой и нефтезагрязненной условно рекультивированной аллювиальной дерновой легкосуглинистой (АДлс) и тяжелосуглинистой (АДтс) почве Республики Татарстан. Горизонт А1.

Остаточное содержание нефтепродуктов (НП) определенное сопоставлением потерь при прокаливании массы образцов чистых и загрязненных нефтью почв [6] в исследуемых образцах условно рекультивированных почв, составляло: АДлс – 5,4; 9,7; 11,7 и 21,8 г/кг; АДтс – 4,5; 8,1; 11,8 и 16,9 г/кг. Контролем (К) служила чистая почва.

После пятимесячной условной рекультивации, включающей еженедельное рыхление и увлажнение опытных и контрольных образцов, в них определяли численность основных физиологических групп микроорганизмов [7–9]. Определяли общую численность микроорганизмов (ОМЧ), численность спорообразующих (СО), углеводородокисляющих (УОМ), целлюлозоразрушающих (ЦРМ) микроорганизмов, нитрификаторов (НФ), актиномицетов (АМ) и микромицетов (ММ), бактерий усваивающих минеральный азот (БУМА) и азотфиксаторов (АФ) в чистой почве и при различных уровнях загрязнения почв НП. Численность исследуемых групп выражали в КОЕ/г абсолютно-сухой почвы.

Микробиологический анализ показал, что в чистой легкосуглинистой аллювиальной дерновой почве, относительно тяжелосуглинистой преобладают только 2 группы микроорганизмов – УОМ и актиномицеты (таблица). Количество представителей остальных исследованных групп микроорганизмов в АДтс почве было или значительно выше, или на уровне их содержания в АДлс почве.

*Таблица*

**Состав микробных сообществ чистых аллювиальных дерновых почв**

Группа микроорганизмов	Почва		Отношение численности, раз
	АДлс	АДтс	АДлс/АДтс
ОМЧ *10 <sup>7</sup>	1,4	8,7	0,2
Спорообразующие *10 <sup>5</sup>	11,6	31,2	0,4
УОМ *10 <sup>6</sup>	0,9	0,3	3,0
Актиномицеты *10 <sup>5</sup>	36,9	23,6	1,6
Микромицеты *10 <sup>4</sup>	1,7	1,7	1,0
БУМА*10 <sup>6</sup>	7,4	9,4	0,8
Целлюлозоразрушающие *10 <sup>4</sup>	6,4	14,6	0,4
Нитрификаторы*10 <sup>2</sup>	7,1	18,0	0,4
Азотфиксаторы, %	76	70	1,1

Проведение рекультивационных мероприятий в присутствии техногенного загрязнения в АДлс почве привело к увеличению численности практически всех исследованных групп микроорганизмов (рис. 1). Остаточное содержание НП 11,7 г/кг и выше приводило к 4,7–10-кратному снижению численности нитрифицирующих микроорганизмов.

В отличие от легкосуглинистой почвы, в тяжелосуглинистой наблюдалось значительное увеличение численности двух групп микроорганизмов УОМ и БУМА, содержание которых в опытных вариантах было в 3,3–8,0 раз и 1,9–6,1 раза выше, чем в контроле (рис. 2).

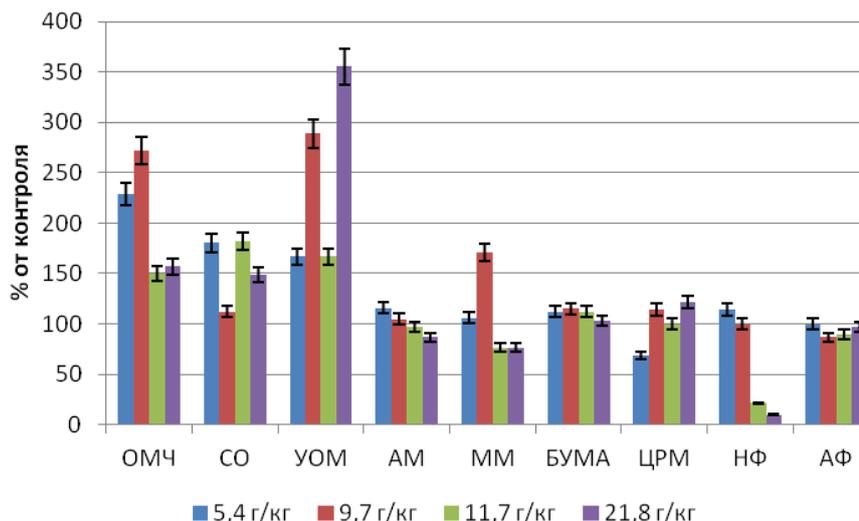


Рис. 1. Численность микроорганизмов при различном содержании нефтепродуктов в аллювиальной дерновой легкосуглинистой почве

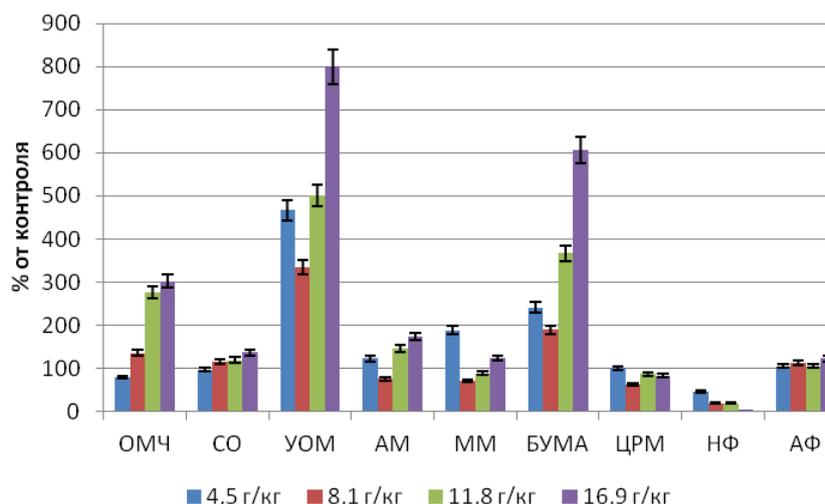


Рис. 2. Численность микроорганизмов при различном содержании нефтепродуктов в аллювиальной дерновой тяжелосуглинистой почве

Численность сапрофитных микроорганизмов (ОМЧ) росла по мере увеличения остаточного содержания НП в почве. Численность актиномицетов в варианте с остаточным содержанием НП 16,9 г/кг, была в 1,7 раза выше, чем в контроле. Ингибирующее действие поллютанта привело снижению численно-

сти нитрифицирующих микроорганизмов во всех опытных вариантах, целлюлозоразрушающих при содержании НП 8,1 г/кг и более.

Обращает на себя внимание факт более низкого остаточного содержания НП в рекультивированной АДтс почве, при их равном исходном содержании в исследуемых почвах, что, вероятно, связано с более активным развитием углеводородокисляющих микроорганизмов в последней.

Полученные исследования показали, что:

– присутствие нефтепродуктов в АДлс почве приводит к увеличению численности всех исследованных групп микроорганизмов;

– присутствие поллютанта в более тяжелой АДтс почве стимулирует развитие сапрофитной микрофлоры, УОМ и БУМА, при выраженном ингибировании развития нитрифицирующих микроорганизмов;

– полученные результаты показывают, что, несмотря на то, что НП приводят к снижению численности нитрифицирующих микроорганизмов, в почвах не наблюдается деградация основной части микробного сообщества. Для большинства групп микроорганизмов характерно сохранение или увеличение их численности, что подтверждает способность аллювиальных дерновых почв самостоятельно, без серьезных рекультивационных мероприятий восстановить свои свойства.

#### **Библиографический список**

1. Исмаилов Н. М. Микробиология и ферментативная активность нефтезагрязненных почв // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. М. : Наука, 1988. С. 42–56.

2. Состав микробных сообществ при разном содержании нефтепродуктов в серых лесных почвах / Т. В. Кузнецова, А. М. Петров, И. В. Князев, Р. Э. Хабибуллин // Вестник технологического ун-та. 2016. Т. 19, № 14. С. 165–168.

3. Влияние остаточного содержания нефтепродуктов на состав и активность почвенного микробного сообщества / А. М. Петров, Л. К. Каримуллин, Т. В. Кузнецова, А. А. Вершинин, Р. Э. Хабибуллин // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17, № 23. С. 356–359.

4. Киреева Н. А. Микробиологическая оценка почвы, загрязненной нефтяными углеводородами // Башкирский химический журнал. 1995. Т. 2, № 3–4. С. 65–68.

5. Дегтярева И. А., Хидиятуллина А. Я. Оценка влияния природных ассоциаций углеводородокисляющих микроорганизмов на состояние нефтезагрязненной почвы // Ученые записки Казанского университета. Серия: Естественные науки. 2011. Т. 153, № 3. С. 137–143.

6. Игнатъев Ю. А., Зайнулгабидинов Э. Р., Петров А. М. Применение метода прокалывания для определения содержания аллохтонных углеводов нефти в серых лесных почвах // Российский журнал прикладной экологии. 2018. № 3. С. 34–37.

7. Практикум по микробиологии / под ред. проф. Н. С. Егорова М. : Изд-во Московского университета, 1976. 307 с.

8. Кузнецова Т. В., Петров А. М., Хабибуллин Р. Э. Динамика микробного пула дерново-подзолистых почв при разных начальных уровнях нефтяного загрязнения // Вестник технологического университета. 2017. Т. 20, № 17. С. 116–120.

9. Биологическая активность и состав микробного пула серой лесной почвы в условиях длительного воздействия нефтяного загрязнения / А. М. Петров, Л. К. Каримуллин,

## МИКРООРГАНИЗМЫ, ПРЕОБЛАДАЮЩИЕ В ОЗЕРЕ «LA IZVOR»

**Т. Ф. Сырбу, В. А. Сланина, Л. М. Батыр, К. Е. Молдован**  
*Институт микробиологии и биотехнологии, Республика Молдова,*  
*tfsirbu@gmail.com*

В статье представлены результаты исследования микроорганизмов озера «La Izvor» (г. Кишинев). Определены основные виды бактерий и грибов, которые преобладают в водоёме, на основе которых можно оценить качество воды в данном водоёме. Выявлена зависимость между качеством воды и видовым составом микроорганизмов.

Ключевые слова: питательная среда, бактерии, дрожжи, микромицеты, качество воды.

Микроорганизмы играют важную роль в пресноводных экосистемах [1]. Некоторые бактерии способны расщеплять органические вещества на нитраты, фосфаты и другие важные питательные вещества [1]. Разнообразие и обилие микроорганизмов в озерах могут резко изменить качество воды пресноводной системы [2].

Различные виды грибов и бактерий повсеместно распространены в окружающей среде и обычно встречаются в почвенных, морских и пресноводных местообитаниях [3].

Важность органических веществ для качества воды широко признана, но остаются проблемы с количественной оценкой растворенного органического вещества в поверхностных водах и пониманием его состава. В природных водах химический характер растворенного органического вещества зависит от его источников, которые включают деградирующие растения и почвенный материал, доставленный с водосбора, и продукты распада бактерий и водорослей в толще воды. Количество и качество органического вещества в потоках является динамичным [4].

Чтобы понять роль микробов в экосистемах, важно знать структуру микробного сообщества. Но недостаток знаний проистекает из необычайной сложности микробных сообществ и из того факта, что ограниченные группы микробов, присутствующие *in situ*, можно культивировать [5]. Таким образом, интересы пресноводной микробиологии, в первую очередь, связаны с выделением и характеристикой отдельных микроорганизмов с потенциальным промышленным или экологическим применением [6, 7].

Известно, что бактерии являются продуцентами определенных внеклеточных ферментов, таких как протеазы, амилазы, фосфатазы, липазы или эстеразы. Эти ферменты важны в биогеохимических циклах питательных ве-

ществ, а также имеют потенциальное промышленное и биотехнологическое применение. Было высказано предположение, что эндоспорообразующие бактерии могут иметь более высокий биотехнологический потенциал. В частности, способность некоторых видов рода *Bacillus* продуцировать внеклеточные ферменты в водных системах играет важную роль в расщеплении биополимеров, включая белки, целлюлозу и другие сложные углеводы [8].

Штаммы рода *Pseudomonas*, обитающие в пресных водах, могут быть постоянными или эфемерными членами водного сообщества. Распространение псевдомонад из сельскохозяйственной среды в несельскохозяйственную может быть результатом круговорота воды. В целом, в пресноводных средах количество псевдомонад часто невелико. Когда в пресной воде много псевдомонад, их источник обычно связан с ливневыми водами [9].

Грибы адаптированы к разнообразным пресноводным экосистемам. В реках и ручьях обеспечивается механизм распространения их вниз по течению. Доминирующая группа грибов в этих местообитаниях, водные гифомицеты, имеют морфологически адаптированные конидии (четырёхлучевые и сигмовидные) для прикрепления к субстрату в проточной воде. В пресноводных водно-болотных угодьях и прибрежных районах озера появление водных макрофитов часто чрезвычайно высоко, что приводит к обилию растительного материала, который, в конечном итоге, попадает в водоем. Есть ряд других пресноводных экосистем, в которых грибы присутствуют и демонстрируют интересные возможности адаптации, например, воздушно-водные грибы из лесных прудов, зооспорические организмы (*Chytridiomycota* и *Oomycota*) в различных средах обитания. Несмотря на появление этих грибных групп в водных средах обитания, практически ничего не известно об их роли в биогеохимических процессах. В целом, вклад грибов в биогеохимические циклы в большинстве пресноводных экосистем недооценивается [10].

Учитывая вышесказанное, нами были проведены опыты по определению биоразнообразия бактерий, дрожжей и грибов в озере «La Izvor» («У Родника»), города Кишинев.

Из озера «La Izvor» (г. Кишинев) были выделены и изучены бактерии, дрожжи и микромицеты – из проб воды, ила и биоплёнки. Для выделения микроорганизмов использовали агаризованные питательные среды, специфичные для каждой группы. Для выделения бактерий использовали агаризованные питательные среды: питательный агар, агар King A и B, SS, Endo, KIA, TSI. Для выделения дрожжей – сусло-агар и Сабуро, а для выделения микромицетов использовали среды сусло-агар, Чапек, Райстрик, Сабуро, голодный агар.

Были исследованы морфо-культуральные свойства и определены основные роды и виды.

В результате исследований, из 213 бактерий, выделенных из воды, ила и биопленки, 148 штаммов оказались патогенными (представители родов: *Salmonella*, *Klebsiella*, *Staphylococcus*, *Shigella*, *Escherichia*, *Sarcina*) и 65 штаммов (представители: *Bacillus*, *Pseudomonas* и др.) непатогенные.

Большинство из них было выделено из воды (95 патогенных, 25 непатогенных), затем из ила (32 патогенных, 22 непатогенных) и биопленок (21 патогенных, 18 непатогенных). Патогенные штаммы бактерий были исключены, а непатогенные – включены в последующие исследования, связанные с изучением морфологических особенностей колоний, морфологической и тинкториальной характеристики клеток. По морфо-культуральным характеристикам изучаемых колоний можно увидеть большое разнообразие изолированных бактерий, принадлежащих к разным родам и видам, что подтверждается большим разнообразием форм клеток, выявленных в ходе исследования, как морфологически, так и тинкториально. Большинство из них принадлежали к родам *Bacillus* и *Pseudomonas*.

В результате было выявлено, что во всех исследуемых пробах преобладают патогенные бактерии (*Salmonella*, *Klebsiella*, *Staphylococcus*, *Shigella*, *Escherichia*, *Sarcina*), а из непатогенных – штаммы родов *Bacillus* и *Pseudomonas*.

Также в чистые культуры были выделены 7 штаммов дрожжей, 3 из воды и 4 из ила (представители родов *Saccharomyces*, *Schizosaccharomyces* и *Candida*).

Были выделены и изучены 247 штаммов микромицетов – представители разных родов и видов. Исследования показали, что во всех образцах (вода, ил и биопленка) преобладают роды *Aspergillus* и *Penicillium*, в меньшей степени распространены – роды *Trichoderma*, *Alternaria*, *Mucor*, *Rhizopus* и *Fusarium*. Большинство штаммов микромицетов, обнаруженных в воде, были представителями рода *Penicillium*, а в образцах ила и биопленки – рода *Aspergillus*. Самые распространенные виды из рода *Penicillium* были *P. verrucosum* и *P. corylophilum*, из рода *Aspergillus* – *A. niger* и *A. flavus*, а из рода *Fusarium* – *F. oxysporum* и *F. moniliforme*.

Многие из обнаруженных штаммов являются фитопатогенными (представители родов *Aspergillus*, *Alternaria*, *Fusarium* и др.).

Итак, по полученным результатам можно сделать вывод, что в озере «La Izvor» сосуществуют различные микроорганизмы. Было выявлено, что во всех исследуемых пробах преобладают патогенные микроорганизмы, а также непатогенные, которые могут представлять биотехнологический интерес.

*Исследования финансировались в рамках проекта 20.80009.7007.09 (ANCD).*

#### **Библиографический список**

1. A guide to the natural history of freshwater lake bacteria / R. J. Newton, S. E. Jones, A. Eiler, K. D. McMahon // *Microbiology and Molecular Biology Reviews*. 2011. Vol. 75. No. 1. P. 14–49. doi: 10.1128/MMBR.00028-10.
2. Bacterial community composition in the water column of the deepest freshwater Lake Baikal as determined by next-generation sequencing / M. I. Kurilkina, Y. R. Zakharova, Y. P. Galachyants, D. P. Petrova // *FEMS Microbiology Ecology*. 2016. Vol. 92. No. 7. P. fiw094. doi: 10.1093/femsec/fiw094

3. Микробиология с основами вирусологии: методы микроэкологического исследования наземных, водных и воздушных экосистем / С. В. Прудникова, Н. Д. Сорокин, Н. И. Сарматова, Н. Н. Реммель. Красноярск : ИПК СФУ. Сибирский фед. ун-т, 2008. 151 с.
4. Водные ресурсы, качество поверхностных вод и водопотребление в странах «Восточного партнерства». Доклад на основе показателей. Отчёт ЕАОС № 14 / под ред. Н. Зал, Л. Глобевник, К. Остнес, Г. Шубеля. Люксембург: Бюро публикаций Европейского Союза, 2020. 84 с. doi:10.2800/088732
5. Amann R. I., Ludwig W., Schleifer K. H. Phylogenetic identification and *in situ* detection of individual microbial cells without cultivation // Microbiological Reviews. 1995. Vol. 59. No. 1. P. 143–169.
6. Ludemann H., Arth I., Liesack W. Spatial changes in the bacterial community structure along a vertical oxygen gradient in flooded paddy soil cores // Applied and Environmental Microbiology. 2000. Vol. 66. No. 2. P. 754–762. doi: 10.1128/AEM.66.2.754-762.2000
7. Phylogenetic analysis of an anaerobic, trichlorobenzene-transforming microbial consortium / F. von Wintzingerode, B. Selent, W. Hegemann, U. B. Göbel // Applied and Environmental Microbiology. 1999. Vol. 65. No. 1. P. 283–286. doi: 10.1128/AEM.65.1.283-286.1999.
8. Diversity and enzymatic potentialities of *Bacillus* sp. strains isolated from a polluted freshwater ecosystem in Cuba / J. A. Larrea-Murrell, M. M. Rojas-Badia, I. García-Soto, B. Romeu-Alvarez // World Journal of Microbiology and Biotechnology. 2018. Vol. 34. No. 2. P. 28. doi: 10.1007/s11274-018-2411-1.
9. *Pseudomonas* diversity within urban freshwaters / M. Batrich, L. Maskeri, R. Schubert, B. Ho // Frontiers in Microbiology. 2019. No. 10. P. 195. doi: 10.3389/fmicb.2019.00195.
10. Gulis V., Kuehn K., Suberkropp K. The role of fungi in carbon and nitrogen cycles in freshwater ecosystems. In G. Gadd (Ed.), Fungi in Biogeochemical Cycles (British Mycological Society Symposia, P. 404–435). Cambridge : Cambridge University Press, doi:10.1017/CBO9780511550522.018

## **АКТИНОБАКТЕРИИ В МИКРОБНОМ СООБЩЕСТВЕ ОЗЕРНОЙ СИСТЕМЫ «LA IZVOR», г. КИШИНЕВ**

**С. А. Бурцева, М. Н. Бырса, В. И. Чеботарь**

*Институт микробиологии и биотехнологии, Республика Молдова,  
burtseva.svetlana@gmail.com*

В статье представлены результаты изучения наличия в микробном сообществе озерной системы «La Izvor» актинобактерий 8-ми родов, из которых более всего были представлены штаммы р. *Streptomyces* (19 шт.), *Geodermatophilus*, *Micromonospora* (по 10 шт.), *Actinoplanes* (9 шт.) и *Actinomadura* (7 шт.), которые в последующих экспериментах будут проверены на способность синтезировать такие биологически активные вещества, как, например, ферменты или антимикробные агенты.

Ключевые слова: вода, иловые придонные отложения, селективные среды, актинобактерии.

По мнению известного ученого-естествоиспытателя, классика микробиологии, академика Г. А. Заварзина (1911–1933 гг.), сообщество микроорга-

низмов составляет ту пограничную область, где заканчивается общая микробиология и начинается экология. Для понимания функционирования микробного сообщества, прежде всего, нужно знание многообразия микробного мира и только микробиолог может дать материал, для таких дисциплин, как биология моря или биология почвы. Природное сообщество представляет собой важный резервуар потенциальных микробных ресурсов, лишь оно может служить источником микробиологических объектов для разного рода исследований. Микроорганизмы также играют важную роль и в таких естественных процессах, как плодородие почвы, самоочищение воды, формирование микрокомпонентного состава атмосферы [1].

Разнообразие микроорганизмов – это главный источник для создания новых биотехнологических процессов и продуктов. Причем важную роль играет скрининг микроорганизмов на выявление потенциально полезных признаков [2, 3].

Известно, что водные экосистемы в виде озер в различных регионах обеспечивают человеку незаменимые водные ресурсы. Микробиомы из озерных экосистем могут быть изолированы с использованием различных комбинаций питательных веществ и специальных сред для различных групп бактерий. Имеется много сведений о микробном сообществе экосистемы озер. Многие представители микробов были идентифицированы: в основном, определяли цианобактерии и др. [4].

Анализ микрофлоры, присутствующей в водах озер по всему миру показал, что наиболее встречаемыми типами являются: *Proteobacteria*, *Cyanobacteria*, *Verrucomicrobia*, *Actinobacteria*, *Cytophaga*, *Flavobacterium*, *Bacteroidetes*. Считается, что, фактически, бетапротеобактерии являются наиболее изученными и часто наиболее многочисленными (до 60–70% от общего количества) бактериями в пресных водах, что обусловлено высокими концентрациями различных загрязнителей, таких, например, как нитраты [5, 6].

Данные последних лет о составе пресноводных бактериальных сообществ показывают, что, помимо *Proteobacteria*, доминируют актинобактерии [7, 8]. Так, к примеру, как сообщает Kurilkina et al. (2016), в озере Байкал кроме *Proteobacteria*, *Bacteroidetes*, *Chloroflexi*, *Firmicutes*, *Acidobacteria*, *Cyanobacteria*, встречаются и представители *Actinobacteria* [9].

В задачу проводимых исследований входило изучение разнообразия актинобактерий, выделенных из воды, придонных иловых отложений и биопленки озерной системы «La Izvor» («У Родника») г. Кишинева.

Для выявления и количественного учета штаммов актинобактерий использовали метод посева на агаризованные селективные среды разного состава. В качестве селективирующих агентов использовали подавляющие рост других микроорганизмов антибиотики (стрептомицин, нистатин, левомецитин, хлорамфеникол, гентамицин) в различных композициях и количестве, а также соединения, способствующие росту актинобактерий (растворимый крахмал, овсяная мука, пропионовая кислота, экстракт дрожжей и др.). Эти приёмы позволяли выявить новые штаммы актинобактерий – представителей 8 родов,

наиболее часто встречаемых в микробных сообществах почвы и водной среды Молдовы: *Actinomadura*, *Actinoplanes*, *Frankia*, *Geodermatophilus*, *Micromonospora*, *Nocardia*, *Rhodococcus*, *Streptomyces*.

По литературным данным видно, что для изучения пресноводных бактерий было проведено множество исследований в различных уголках Земли, и все же создается мнение, что на сегодня имеется ограниченное представление о том, как бактериальное сообщество связано с параметрами качества воды и условиями окружающей среды в пресных водах, где происходит прямой контакт человека с микробами. Все более становится ясным, что микробы играют центральную роль в глобальных экологических процессах и биогеохимии Земли, причем бактерии являются наиболее важным компонентом микробных сообществ, ответственных в водных экосистемах за процессы минерализации органических веществ и рециркуляции питательных веществ [4, 10, 11].

Исследования, проведенные нами, показали, что в микробном сообществе озерной системы «La Izvor» обнаружены актинобактерии, количество которых и их родовой состав неодинаковы в образцах толщи воды, иловых придонных отложениях или биопленки.

В чашках Петри с селективными средами из образцов воды выросли колонии, принадлежащие актинобактериям в количестве 25 штаммов, из биопленки – всего 9 штаммов, а более всего – из образцов, взятых в иловых придонных отложениях – 36 штаммов.

Проведенный анализ морфокультуральных свойств штаммов, растущих на селективных средах (форма, вид колоний, консистенция, наличие воздушного и субстратного мицелия, цвет, спорообразование и др.) позволил установить, что более всего было штаммов, принадлежащих к р. *Streptomyces* (19 шт.).

Учитывая данные литературы, что более чем 75 % антибиотиков синтезируются актинобактериями, а среди них примерно 80 % – представители р. *Streptomyces* [12], причем они являются продуцентами таких широко известных и используемых антибиотиков – эритромицина, цефалоспорина, хлорамфеникола, хлортетрациклина, нистатина, линкомицина, канамицина и др., выявление новых штаммов стрептомицетов из озерной системы «La Izvor» можно рассматривать как факт, представляющий определенный интерес [13].

Многие исследователи указывают на выраженную активность некоторых метаболитов стрептомицетов против патогенных грибов, а также и *Candida albicans* [14, 15]. Представляют интерес и стрептомицеты, синтезирующие вещества группы авермектинов, которые широко используются в растениеводстве и ветеринарии [16, 17]. Широко известны и противоопухолевые средства (даунорубицин, доксорубицин, блеомицин), синтезируемые также стрептомицетами [18, 19], а также представляют интерес штаммы стрептомицетов, синтезирующие аминокислоты, липиды, ферменты [20]. Нами были получены результаты определения способности новых штаммов синтезировать каталазу, что также представляет определенный интерес.

В литературе имеются данные, что представители р. *Micromonospora*, выделенные из пресноводных озер, способны разрушать целлюлозу в озерной воде без добавления каких-либо питательных веществ [21, 22], а также обладают способностью задерживать рост таких тест-культур как *Candida albicans*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas putidia*, *Escherichia coli* [23].

Немногочисленные сведения встречаются в литературе и о свойствах актинобактерий рода *Geodermatophilus*. Так, например, известно, что они необычайно устойчивы к окислительным стрессам (представители р. *Geodermatophilus* и *Modestobacter*), а также устойчивы к действию тяжелых металлов и некоторых металлоидов [24].

Проведенные исследования показали, что кроме выделенных из образцов озерной системы «La Izvor», штаммов р. *Streptomyces*, *Micromonospora* и *Geodermatophilus* заслуживает внимание факт обнаружения в воде и иловых придонных отложениях штаммов р. *Rhodococcus* (2 шт. и 4 шт., соответственно), так как в литературе имеются сведения об их способности продуцировать биоактивные стероиды, акриламид, акриловую кислоту [25], и инден-основу лекарства от СПИДа инденавира [26].

Кроме того, есть сообщения об их способности задерживать рост некоторых Грам + и Грам - тест-культур [23].

Нами также выявлены в образцах озерной системы и представители р. *Actinomadura* и *Actinoplanes* (7 шт. и 9 шт., соответственно), известные по литературным данным как продуценты белков, кислот, ферментов, антибиотиков и других биологически активных веществ.

Итак, проведенные исследования показали, что для пополнения Национальной коллекции непатогенных микроорганизмов Института микробиологии и биотехнологии Республики Молдова, новыми штаммами актинобактерий вполне рационально использовать озерную систему «La Izvor» г. Кишинева.

Последующие эксперименты позволят выявить новые штаммы, представляющие интерес, как активные продуценты таких биологически активных веществ, как, например, ферменты или вещества с антимикробными свойствами.

*Исследования финансировались в рамках проекта 20.80009.7007.09 (ANCD).*

#### **Библиографический список**

1. Заварзин Г. А. Избранные труды. Макс Пресс, 2015. 512 с.
2. Bull A. T., Goodfellow M., Slater J. H. Biodiversity as a source of innovation in biotechnology // Annual Review of Microbiology. 1992. Vol. 46. No. 1. P. 212–252. doi: 10.1146/annurev.mi.46.100192.001251
3. Fox F. M. The importance of microbial biodiversity to biotechnology // ICCS-Y11-th International Congress Culture Collections. Beijing. 1992. P. 13.
4. Yadav N., Kour D., Yadav A. N. Microbiomes of freshwater lake ecosystems // Journal of Microbiology & Experimentation. 2018. Vol. 6. No. 6. P. 245–248. doi: 10.15406/jmen.2018.06.00223

5. Bacterial community composition in three freshwater reservoirs of different alkalinity and trophic status / M. Lliros, O. Inceoglu, T. Garcia-Armisen, A. Anzil // PLoS ONE. 2014. Vol. 9. No. 12. P. e116145. doi:10.1371/journal.pone.0116145.
6. Microorganisms collected from the surface of freshwater lakes using a drone water sampling system (DOWSE) J. / Benson, R. Hanlon, T. M. Seifried, P. Baloh // Water. 2019. Vol. 11. No. 1. P. 157. doi: 10.3390/w11010157.
7. Abundance, identity and growth state of actinobacteria in mountain lakes of different UV transparency / F. Warnecke, R. Sommaruge, R. Sekar, J. S. Hofer // Applied and Environmental Microbiology. 2005. Vol. 71. No. 9. P. 5551–5559. doi: 10.1128/AEM.71.9.5551-5559.2005
8. Eiler A., Bartilsson S. Composition of freshwater bacterial communities associated with cyanobacterial in four Swedish lakes // Environment Microbiology. 2004. Vol. 6. No. 12. P. 1228–1243. doi: 10.1111/j.1462-2920.2004.00657.x
9. Bacterial community composition in the water column of the deepest freshwater Lake Baikal as determined by next-generation sequencing / M. I. Kurilkina, Y. R. Zakharova, Y. P. Galachyants, D. P. Petrova // FEMS Microbiology Ecology. 2016. Vol. 92. No. 7. P. fiw094. doi: 10.1093/femsec/fiw094
10. How many species are there on Earth and in the ocean? / C. Mora, D. P. Tittensor, S. M. Adl, A. Simpson // PLoS Biology. 2011. Vol. 9. No. 8. P. e1001127. doi: 10.1371/journal.pbio.1001127
11. Overview of freshwater microbial eukaryotes diversity: a first analysis of publicly available metabarcoding data / D. Debroas, I. Domaizon, J.-F. Humbert, L. Jardillier // FEMS Microbiology Ecology. 2017. Vol. 93. No. 4. doi: 10.1093/femsec/fix023
12. Tiwari K., Gupta R. K. Rare actinomycetes: a potential storehouse for novel antibiotics // Critical Reviews in Biotechnology. 2012. Vol. 32. No. 2. P. 108–132. doi: 10.3109/07388551.2011.562482.
13. Hasani, A., Kariminik, A., Issazadeh, K. Streptomycetes: characteristics and their antimicrobial activities // International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research. 2014. Vol. 2. No. 1. P. 63–75.
14. Метаболиты морского изолята бактерии *Streptomyces* sp. 6167 / М. П. Соболевская, С. Фотсо, У. Хаваш, В. А. Денисенко // Химия природных соединений. 2004. Т. 40. № 3. С. 237–239.
15. Coronamycins, peptide antibiotics produced by a verticillate *Streptomyces* sp. (MSU-2110) endophytic on *Monstera* sp. / D. Ezra, U. F. Castillo, G. A. Strobel, W. M. Hess // Microbiology. 2004. Vol. 150. P. 785–793. doi: 10.1099/mic.0-26645-0
16. Евтушенко И. А., Соколова И. Е. Авермектины – биологически активные вещества стрептомицетов // Вісник Дніпропетровського університету. 2006. Т. 1. № 14. С. 58–63.
17. Иутинская Г. А., Белявская Г. А. Стратегия создания полифункциональных биопрепаратов нового поколения на основе метаболитов почвенных стрептомицетов // Биотехнология для сельского хозяйства и окружающей среды : материалы XII Междунар. науч.-практ. конф. daRostim. Одесса, 2016. С. 103–104.
18. Identification of Ras farnesyltransferase inhibitors by microbial screening / M. Hara, K. Akasaka, S. Akinaga, M. Okabe // Proceedings of National Academy of Sciences of USA. 1993. Vol. 90. No. 6. P. 2281–2285. doi: 10.1073/pnas.90.6.2281
19. Manumycin A induces apoptosis in malignant pleural mesothelioma through regulation of Sp1 and activation of the mitochondria-related apoptotic pathway / K. H. Kim, J.-I. Chae, H. Oh, J. H. Cho // Oncology Reports. 2016. Vol. 36 No. 1. P. 117–124. <https://doi.org/10.3892/or.2016.4801>

20. Бурцева С. А. Биологически активные вещества стрептомицетов (Биосинтез, свойства, перспективы применения) : автореф. дис. ... д-ра биол. наук : 03.00.23. Кишинев, 2002. 39 с.

21. Зенова Г. М., Звягинцев Д. Г. Экологический статус актиномицетов рода *Micromonospora* // Почвоведение. 1997. № 3. С. 376–383.

22. Microbial diversity associated with algae, ascidians and sponges from the north coast of São Paulo state, Brazil / С. В. А. Menezes, R. C. Bonugli-Santos, P. B. Miqueletto, M. R. Z. Passarini // Microbiological Research. 2010. Vol. 165. No. 6. P. 466–482. doi: 10.1016/j.micres.2009.09.005.

23. Cultivable *Actinobacteria* first found in Baikal endemic algae is a new source of natural products with antibiotic activity / D. V. Axenov-Gribanov, D. V. Kostka, U. A. Vasilieva, Z. M. Shatilina // International Journal of Microbiology. 2020. Vol. 2020. 13 p. <https://doi.org/10.1155/2020/5359816>

24. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. Volume 5: The *Actinobacteria* / W. Whitman, M. Goodfellow, P. Kämpfer, H.-J. Busse. Springer-Verlag New York, 2012. 2083 p. doi: 10.1007/978-0-387-68233-4

25. A review. The genus *Rhodococcus* / K. S. Bell, J. C. Philp, D. W. J. Aw, N. Christofi // Journal of Applied Microbiology. 1998. Vol. 85. No. 2. P. 195–210. doi: 10.1046/j.1365-2672.1998.00525.x.

26. Isolation and characterization of indene bioconversion genes from *Rhodococcus* strain I24 / S. L. Treadway, K. S. Yanagimachi, E. Lanckenau, P. A. Lessard // Applied Microbiology and Biotechnology. 1999. Vol. 51. No. 6. P. 786–793. doi: 10.1007/s002530051463.

## **ФЕРМЕНТЫ ПАТОГЕННОСТИ, ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ К АНТИБИОТИКАМ И КОММЕРЧЕСКИМ ПРЕПАРАТАМ БАКТЕРИОФАГОВ ШТАММОВ *KLEBSIELLA PNEUMONIAE*, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ВОДЫ НИЖНЕГО ДОНА**

**Д. А. Седова<sup>1,2</sup>, Ю. А. Романовская<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> ФБУН РостовНИИ микробиологии и паразитологии Роспотребнадзора,

<sup>2</sup> Южный федеральный университет, [darsedova@srfedu.ru](mailto:darsedova@srfedu.ru)

<sup>3</sup> Донской государственный технический университет,  
[juliet\\_alexandrovna@mail.ru](mailto:juliet_alexandrovna@mail.ru)

В статье приведена характеристика ферментов агрессии бактерий *Klebsiella pneumoniae*, выделенных из проб воды Нижнего Дона в акватории г. Ростова-на-Дону и г. Азова. Также, у выделенных штаммов определялась чувствительность к коммерческим препаратам бактериофагов и антибиотикам, используемым при лечении заболеваний клебсиеллезной этиологии. Исследование показало присутствие в воде бактерий вида *K. pneumoniae*, имеющих гемолитическую и ДНК-азную активности, и обладающих резистентностью к ряду антибактериальных препаратов.

Ключевые слова: клебсиеллы, антибиотикорезистентность, вода реки Дон, фагочувствительность, ферменты патогенности.

Из-за широкой вариабельности биологических свойств и возможности формирования эпидемических вариантов возбудителей условно-патогенные микроорганизмы, которые обнаруживаются в объектах водной среды, оказывают существенное влияние на жизнедеятельность человеческой популяции, что доказывается выявлением у них ряда факторов, способных при определенных условиях оказывать патогенное воздействие на организм человека [1]. К этим факторам относятся: продукция ферментов патогенности (ДНК-аза, гемолизина, лецитиназа); образование биопленок; приобретение устойчивости к антибиотикам и коммерческим препаратам бактериофагов. Кроме того, бактерии вида *Klebsiella pneumoniae* отмечаются как одни из наиболее преуспевающих в приобретении детерминант антибиотикорезистентности и являются членами группы патогенных микроорганизмов ESKAPE (*Enterococcus faecium*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa*, представители семейства *Enterobacteriaceae*), которые признаны причинами серьезных инфекций, связанных с множественной лекарственной устойчивостью [2].

В связи с вышеперечисленным, целью данной работы явилось определение ферментов патогенности, чувствительности к коммерческим препаратам бактериофагов и антибиотикам бактерий вида *Klebsiella pneumoniae*, выделенных из воды Нижнего Дона.

Материалом исследования послужили пробы открытых водоемов на территории г. Ростова-на-Дону (4 биотопа) и г. Азова (3 биотопа). Пробы речной воды отбирали в зонах рекреации, в местах водозаборов, ниже выпуска городских канализаций и селитебных территорий. В исследуемых пробах определяли условно-патогенные микроорганизмы *Klebsiella pneumoniae* путем посева на агар Клебсиелла-АСК. Колонии, подозрительные в отношении клебсиелл, идентифицировали с использованием биохимических СИБ-тестов (системы идентификационные бумажные). Дальнейшая идентификация проводилась при помощи масс-спектрометрического метода MALDI-TOF MS. Гемолитическую активность определяли путем посева суточной культуры штаммов *K. pneumoniae* на 5%-ный кровяной агар. Лецитиназную активность микроорганизмов определяли на желточном агаре Чистовича. ДНК-азную активность определяли с помощью среды с ДНК и толуидиновым синим. Чувствительность к антибактериальным препаратам определялась диско-диффузионным методом на агаре Гивенталья-Ведьминой. Определение чувствительности микроорганизмов к препаратам бактериофагов исследовалось методом «Spot-test» [3]. Статистический анализ проводился в программе Statistica.

Изучение продукции ферментов патогенности у клебсиелл, изолированных из воды Нижнего Дона, проводилось на 50 штаммах. Определялись гемолитическая, лецитиназная и ДНК-азная активности (табл. 1). Доля исследуемых изолятов *K. pneumoniae*, способных к гемолизу эритроцитов, составляла  $4,0 \pm 2,8\%$ , ДНК-азная активность наблюдалась только у  $10 \pm 4,2\%$ , а наличие лецитиназной активности выявлено не было. Хотя, в литературных дан-

ных [1] описаны случаи фенотипических проявлений лецитиназной активности для штаммов клебсиелл, выделенных из р. Дон.

Таблица 1

**Ферменты патогенности штаммов и *Klebsiella pneumoniae*, выделенных из воды Н. Дона**

Биотоп	Число/ процент (M ± m) штаммов с ферментативной активностью (n=50)
Гемолитическая активность	2/ 4,0±2,8
ДНК-азная активность	3/ 10,1±4,2

Исследуемые штаммы бактерий вида *Klebsiella pneumoniae* (n=38) исследовались на чувствительность к Секстафагу ® и Бактериофагу клебсиелл пневмонии, очищенному АО НПО «Микроген» (табл. 2). Учет степени лизиса регистрировался по четырех-крестовой схеме от полного (4х) до отрицательного лизиса (0х).

Таблица 2

**Чувствительность штаммов *Klebsiella pneumoniae*, выделенных из воды Нижнего Дона, к бактериофагам**

Бактериофаг	Число/процент (M ± m) чувствительных штаммов (n=38)		
	3х-4х	2х	0х-1х
Секстафаг	0/ 0	6/ 15,8±6	31/ 84,2±6
Бактериофаг клебсиелл пневмонии	2/ 5,3±3,6	12/ 31,6±7,5	24/ 63,1±7,8

В 84,2±6% и 63,1±7,8 случаев штаммы клебсиелл из воды реки Дон были нечувствительны к секстафагу и клебсиелллёзному бактериофагу, соответственно.

В ходе исследования исследуемые штаммы были протестированы к действию 14 антибиотиков следующих групп: бета-лактамы, макролиды, тетрациклины, аминогликозиды, хлорамфениколы и фторхинолоны. Чувствительность определялась согласно МУК 4.2.1890-04 «Определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам» [4] к тем АБП, которые рекомендованы настоящим руководством, и имеют контрольные значения зон подавления роста.

Исследуемые культуры обладали абсолютной чувствительностью к цефепиму и норфлоксацину. Высокую и среднюю степень чувствительности проявили к карбапенемам 74–92% штаммов, левомецетину – 90% и фторхинолонам 86–100%. Резистентность выявлена к цефалоспорином III поколения (52–66% штаммов), азитромицину – 66%, нитрофуранам (80–100%, к нитрофурантоину абсолютная устойчивость), к аминогликозидам – 30–40%.

Таким образом, настоящее исследование показало, что изученные штаммы *Klebsiella pneumoniae* обладали гемолитической (4,0%) и ДНК-азной (10%) активностью. Устойчивыми к действию коммерческих препаратов бактериофагов оказались: 63,1% – к бактериофагу клебсиелл пневмонии, 84,2% – к бактериофагу Секста. Свою неэффективность в отношении изученных

штаммов клебсиелл показали: фурадонин (81,5–84%), и цефалоспорины III поколения. Изоляты обладали абсолютной устойчивостью к нитрофурантоину – 100% резистентных культур. *Klebsiella pneumoniae* обладали высокой чувствительностью к цефепиму, карбапенемам, фторхинолонам (норфлоксацин – 100%, левофлоксацин – 86–100% сенситивных штаммов) и левомецитину.

#### Библиографический список

1. Журавлев П. В., Алешня В. В., Панасовец О. П. Ферменты патогенности у бактерий, выделенных из воды открытых водоемов // Здор. насел. и среда обит. 2018. № 1. С. 11–14. doi: 10.35627/2219-5238/2018-298-1-11-14
2. Resistance mechanisms and population structure of highly drug resistant *Klebsiella* in Pakistan during the introduction of the carbapenemase NDM-1 / E. Heinz, H. Ejaz, J. Bartholdson Scott et al. // Sci Rep. 2019. Vol. 9. No. 1. P. 2392. doi: 10.1038/s41598-019-38943-7
3. Способ определения чувствительности микроорганизмов к препаратам бактериофагов («Spot-test», метод стерильных пятен): методические рекомендации. М., 1996. 7 с.
4. МУК 4.2.1890-04 «Определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам». М. : Минздрав, 2004. 92 с.

### ГЕНЫ РЕЗИСТЕНТНОСТИ К АНТИБИОТИКАМ В ТВОРОГЕ

*А. Р. Лицевич*<sup>1</sup>, *Е. Р. Чернышенко*<sup>1</sup>, *А. П. Брагинцева*<sup>1</sup>, *В. В. Седова*<sup>1</sup>,  
*В. В. Кан*<sup>1</sup>, *Е. А. Наумова*<sup>1</sup>, *И. С. Алешукина*<sup>2</sup>, *Т. Н. Ажогина*<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Южный федеральный университет,  
<sup>2</sup>Ростовский научно-исследовательский институт  
микробиологии и паразитологии

В статье представлены результаты оценки устойчивости к антибиотическим препаратам у изолятов микроорганизмов, выделенных из творога. Определена таксономическая принадлежность и категория чувствительности исследуемых микроорганизмов к антибиотикам.

Ключевые слова: микроорганизмы, АРГ (антибиотикорезистентные гены), АРБ (антибиотикорезистентные бактерии), творог, антибиотики.

В настоящее время проблема устойчивости микроорганизмов к антибактериальным препаратам весьма актуальна. Появляется все больше и больше резистентных штаммов и изолятов микроорганизмов [1]. Антибиотикостойчивые микроорганизмы обнаруживаются повсеместно. Актуальность работы подтверждается популярностью молочной продукции животного происхождения, творога в частности, которые могут содержать гены резистентности к антибиотикам, что может осложнять использование антибиотиков в терапевтических целях.

В связи с вышесказанным целью работы являлось выявление устойчивости микроорганизмов, содержащихся в твороге к антибиотическим препаратам.

Материалом для исследования послужил творог из цельного молока, приобретенный на рынке в г. Ростов-на-Дону. Объектами исследования являлись микроорганизмы, выделенные из творога.

В ходе работы для выделения и идентификации чистых культур микроорганизмов применялись стандартные микробиологические методы и метод MALDI-TOF.

Для определения чувствительности микроорганизмов к антибиотикам использовался диско-диффузионный метод [2–4]. Помимо микробиологических методов для выявления наличия генов резистентности были использованы методы молекулярной биологии: выделение ДНК с помощью фенол-хлороформной экстракции [5, 6], ПЦР и электрофорез амплификонов в агарозном геле для определения наличия генов устойчивости к сульфаниламидам (*sul2*), тетрациклину (*TetO3*),  $\beta$ -лактамам антибиотикам (*blaKPC* и *CTX-M*), аминогликозидам (*aadA2*) и макролидам (*ermB1*)

В результате проведенных исследований было выделено 5 изолятов.

Использование стандартных микробиологических методов и метода MALDI-TOF позволило определить таксономическую принадлежность выделенных микроорганизмов: 4 изолята, выделенных из творога, принадлежали к виду *Staphylococcus aureus* и один изолят относился к виду *Micrococcus luteus*.

Исследования чувствительности к антибиотикам с использованием диско-диффузионного метода показали, что к антибиотикам, относящимся к классу аминогликозидов, полной резистентностью не обладает ни один из исследуемых изолятов, промежуточную резистентность проявляют 60% по отношению к мономицину и 40% – к стрептомицину. Полной устойчивостью к некоторым антибиотикам из класса макролиды (олеандромицин, эритромицин, азитромицин) обладают 20% изолятов, при этом к олендромицину умеренно устойчивы 80% изолятов, так же, как и к тилозину. К фузидиевой кислоте и фторхинолонам чувствительны все исследуемые микроорганизмы.

По отношению к левомецитину из класса хлорамфениколы 40% культур оказались полностью резистентны и 40% обладают промежуточной резистентностью. К антибиотикам класса полипептидов 100% изолятов обладали устойчивостью в той или иной степени: к полимиксину полностью устойчивы 80% изолятов и 20% умеренно резистентны; к бацитрацину и ристомицину, наоборот, 20% изолятов были полностью резистентны и 80% изолятов обладали промежуточной устойчивостью. К азлоциллину умеренно устойчивы 80% изолятов, в то время как к бензилпенициллину устойчивы 100% исследуемых микроорганизмов.

Из класса цефалоспоринов были использованы цефазолин и цефтриаксон: к цефазолину чувствительны 100% исследуемых изолятов, к цефтриаксону 40% изолятов умеренно устойчивы. К тетрациклину полную устойчивость проявили 60% микроорганизмов и 20% были умеренно резистентны.

К ванкомицину из класса гликопептидов и меропенему из класса карбапенемов были чувствительны 100% исследуемых микроорганизмов [6].

С помощью методов ПЦР и электрофореза были получены следующие результаты. Выявлено наличие генов устойчивости к сульфаниламидам у изолятов № 2, 3 и 4. Гены устойчивости к тетрациклину и  $\beta$ -лактамам антибиотикам не были обнаружены в исследуемых изолятах. Резистентность изолятов к тетрациклину, при отсутствии положительного результата после амплификации и электрофореза, может объясняться существованием по крайней мере около 20 различных генов устойчивости к тетрациклину, по-видимому, изоляты не обладают данным конкретным геном, который был рассмотрен, но вполне могут обладать одним или несколькими другими, что объясняет их фенотипическую устойчивость. Подобным образом можно объяснить высокую фенотипическую устойчивость к пенициллинам у исследуемых изолятов при отсутствии гена *blaKPC*. Однако отсутствие этих генов подтверждает фенотипическую устойчивость к цефалоспорином и карбапенемам. Вероятно, у изолятов, выделенных из творога, присутствуют иные гены, обеспечивающие устойчивость к пенициллинам, однако отсутствуют у всех (как в случае с цефазолином) или у 60% (как в случае с цефтриаксоном) гены, которые могли бы обеспечивать резистентность к цефалоспорином и карбапенемам. Также было выявлено отсутствие у исследуемых изолятов гена *ermB1*, ответственного за устойчивость к макролидам, однако фенотипическая устойчивость наблюдалась, что может объясняться либо присутствием другого гена устойчивости к макролидам у изолятов, выделенных из творога, либо погрешностью диско-диффузионного метода. Устойчивость к аминогликозидам может быть обусловлена присутствием гена *aadA2*, который был обнаружен у одного из изолятов, однако фенотипической устойчивости не было обнаружено у этого изолята, что может, видимо, указывать на погрешность диско-диффузионного метода, так как метод ПЦР является более точным методом.

Результаты проведенного исследования показали важность рутинного скрининга на фенотипическую резистентность. Использование диско-диффузионного метода позволило выявить высокую фенотипическую устойчивость к антибиотикам разных классов у исследуемых изолятов, выделенных из творога. Данный метод позволяет сузить круг антибиотиков, гены устойчивости к которым необходимо исследовать.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания № 0852-2020-0029.*

#### **Библиографический список**

1. Global increase and geographic convergence in antibiotic consumption between 2000 and 2015/ E. Y. Klein, T. P. Van Boeckel, E. M. Martinez, S. Pant, S. Gandra, S. A. Levin, H. Goossens, R. Laxminarayan // Proc Natl Acad Sci USA. 2018. Vol. 115. No.15. p. E3463-E3470. doi: 10.1073/pnas.1717295115
2. Учебно-методическое пособие для лабораторных работ по микробиологии для студентов дневного отделения Академии биологии и биотехнологии им. Д. И. Ивановского

/ А. В. Полякова, Л. Н. Илюшкина, Е. В. Хархун, А. В. Горовцов; Южный федеральный университет. Ростов-на-Дону : Изд-во Южного федерального университета, 2015. 74 с

3. Лавренчук Л. С., Ермошин А. А. Микробиология : практикум. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2019. 107 с.

4. Определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам: Методические указания. М. : Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. 91 с.

5. Патент RU 2 696 052 С1. С12N 15/10 Способ выделения ДНК из почвы / Сазыкина М. А., Сазыкин И. С., Селиверстова Е. Ю., Хмелевцова Л. Е.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет». заявка № 2018140149, заявл. 13.11.2018; опубл. 30.07.2019. Бюл. №22 С. 13: табл. 2

6. Occurrence of antibiotic resistance genes in sewages of Rostov-on-Don and lower Don River / I. S. Sazykin, E. Y. Seliverstova, L. E. Khmelevtsova, T. N. Azhogina, E. M. Kudeevskaya, M. I. Khammami et al. // Theoretical and Applied Ecology. 2019. Vol. 4. P 76–82. doi: 10.25750/1995-4301-2019-4-076-082

## **КИСЛЫЕ И СУЛЬФАТИРОВАННЫЕ ЭНДО- И ЭКЗОПОЛИСАХАРИДЫ ПРИ КУЛЬТИВИРОВАНИИ ЦИАНОБАКТЕРИИ *SPIRULINA PLATENSIS* В ПРИСУТСТВИИ КООРДИНАЦИОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ CU (II)**

**О. П. Цуркан**

*Институт микробиологии и биотехнологии, г. Кишинев  
turcanolga2019@mail.ru*

Полисахариды, особенно сульфатированные, обладают важными биологическими свойствами, такими как: противовирусная, иммуномодулирующая, противовоспалительная и др. Поэтому актуальным становится изучение возможностей увеличения количества сульфатированных полисахаридов при культивировании цианобактерий *Spirulina platensis*. В статье описаны результаты влияния некоторых координационных соединений Cu (II) на синтез кислых эндополисахаридов в биомассе и кислых экзополисахаридов в культуральной жидкости цианобактерии *Spirulina platensis*.

Ключевые слова: *Spirulina platensis*, сульфатированные полисахариды, антивируальная активность, координационные соединения Cu (II).

В настоящее время среди ценных биоактивных веществ, обеспечиваемых микроводорослями, полисахариды привлекают повышенное внимание в связи с их потенциальным применением в пищевой, косметической и фармацевтической промышленности. В частности, сульфатированные полисахариды используются в различных отраслях промышленности из-за их реологических свойств в качестве загустителей и гелеобразующих агентов. Они также используются в медицине благодаря различным биологическим свойствам, таким как: иммуномодулирующие,

антибактериальные, антикоагулянтные, антиоксидантные, противоопухолевые, противовоспалительное и т. д. Многочисленные исследования, проведенные разными авторами, показали, что полисахариды, извлеченные из биомассы спирулины, проявляют явную антивиральную активность, в основном, определяемую комплексом сульфатированных полисахаридов – Ca, NaSpirulan. [1–6].

Актуальным становится изучение возможностей увеличения количества сульфатированных полисахаридов при культивировании цианобактерии *Spirulina platensis*. Цель исследований – изучить влияние некоторых координационных соединений Cu (II) на синтез кислых эндополисахаридов в биомассе и кислых экзополисахаридов в культуральной жидкости цианобактерии *Spirulina platensis*.

Культивирование проводили в колбах Эрленмейера на 250 мл со 100 мл суспензии спирулины в течение 144 часов, соблюдая оптимальные параметры культивирования для обеспечения биосинтеза внутриклеточных компонентов спирулины. В качестве стимулятора синтеза EPZ использовались координационные соединения Cu (II) с продуктами конденсации, полученными из 2-амино-2-метил-1,3-пропандиола и замещенных салициловых альдегидов: 1.  $\text{CuL}(\text{NO}_3)_2$ ; 2.  $\text{CuL}^3_2(\text{NO}_3)_2$ ; 3.  $\text{Cu L}^1(\text{Sfz}) \cdot \text{H}_2\text{O}$ ; 4.  $\text{Cu (L-2H)}$ ; а также неорганической солью  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , вводимых в питательную среду в концентрациях 2, 4, 6 и 8 мг / л. Кислотные и сульфатные полисахариды определяли методом альцианового синего [7].

В результате проведенных нами экспериментов установлено, что исследуемые координационные соединения оказывают положительное влияние на синтез эндополисахаридов. Было замечено, что с увеличением концентрации соединений увеличивается и содержание кислых эндополисахаридов в биомассе, в том числе сульфатированных (рис. 1). Наиболее высокие значения содержания кислотных эндополисахаридов в биомассе спирулины были подтверждены при введении соединений в максимальной концентрации 8 мг / л, что выше контрольного образца на 52–165% для кислых полисахаридов и на 42–111% для сульфатированных. Координационные соединения  $\text{Cu L}^1(\text{Sfz}) \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Cu (L-2H)}$  и  $\text{Cu L}(\text{NO}_3)_2$  показали максимальное влияние на синтез полисахаридов в биомассе, зарегистрировав значения выше эталонного образца на 74%, 122% и 112% для кислых полисахаридов и 85,9%, 111,71% и 73,8% для сульфатированных полисахаридов, соответственно.

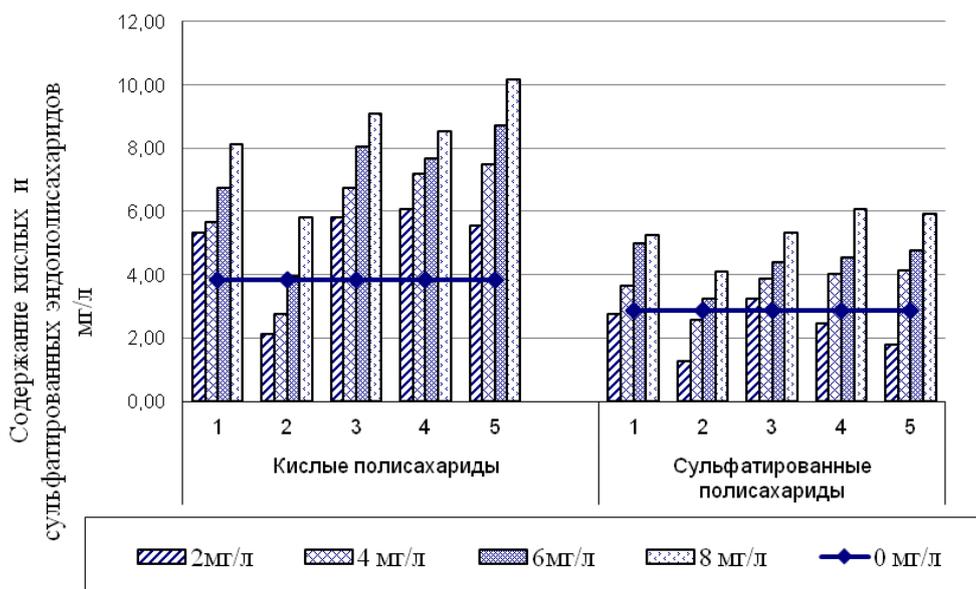


Рис. 1 Содержание кислых и сульфатированных эндополисахаридов при выращивании спирулины в присутствии координационных соединений Cu (II) и  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  1 –  $\text{CuL}(\text{NO}_3)_2$ ; 2 –  $\text{CuL}^3_2(\text{NO}_3)_2$ ; 3 –  $\text{Cu L}^1(\text{Sfz}) \cdot \text{H}_2\text{O}$ ; 4 –  $\text{Cu}(\text{L}-2\text{H})$ ; 5 –  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

Также наблюдалось стимулирующее действие неорганической соли  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  на синтез полисахаридов, регистрируя их довольно высокое содержание, максимальные значения – на 165,13% (105,46% – сульфатированные) больше, чем значения контрольного образца. Самые низкие значения содержания эндополисахаридов наблюдались при введении координационного соединения  $\text{CuL}^3_2(\text{NO}_3)_2$ , регистрируя только в случае концентрации 8 мг / л более высокие значения, чем в контрольном образце. Максимальное содержание кислых эндополисахаридов в биомассе спирулины было подтверждено использованием неорганической соли  $[\text{Cu}(\text{SO}_4) \cdot 5\text{H}_2\text{O}]$ , что, вероятно, можно объяснить более высокой концентрацией иона  $\text{Cu}^{2+}$  (0,032 мМоль) по сравнению с другими соединениями, имеющими более высокую молекулярную массу. Этот фактор стресса при повышенных концентрациях ионов  $\text{Cu}^{2+}$  приводит к синтезу кислых эндополисахаридов, связывающих эти токсичные для культуры ионы.

Очень важным исследованием было изучение действия координационных соединений Cu (II) на синтез экзополисахаридов (рис. 2). Было обнаружено, что с увеличением концентрации координационных соединений, добавленных в культуральную среду спирулины, происходит увеличение содержания экзополисахаридов в культуральной жидкости. Максимальное содержание общих кислотных экзополисахаридов (96,25 мг / л) было зарегистрировано с  $[\text{CuL}(\text{NO}_3)_2]$  при концентрации 8 мг / л, что на 112,22% больше, чем в контрольном образце (45,36 мг / л). Это соединение также проявляет высокий стимулирующий эффект на синтез сульфатированных экзополисахаридов, содержание которых (66,80 мг / л) примерно в 2 раза выше, чем у контрольного образца.

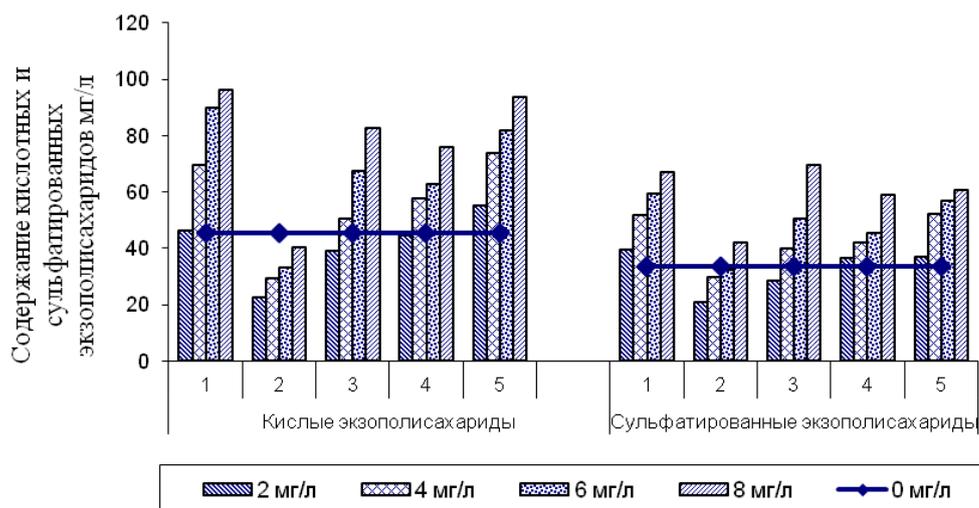


Рис. 2 Содержание кислых и сульфатированных экзополисахаридов при выращивании спирулины в присутствии координационных соединений Cu (II) и  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

1.  $\text{CuL}(\text{NO}_3)_2$
2.  $\text{CuL}^3_2(\text{NO}_3)_2$
3.  $\text{CuL}^1(\text{Sfz}) \cdot \text{H}_2\text{O}$
4.  $\text{Cu}(\text{L-2H})$
5.  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

Высокое содержание кислых и сульфатированных экзополисахаридов было также отмечено при использовании координационных соединений  $[\text{CuL}^1(\text{Sfz}) \cdot \text{H}_2\text{O}]$  и  $[\text{Cu}(\text{L-2H})]$  в концентрациях 8 мг / л, при этом увеличение для кислых экзополисахаридов было 82,70 и 67,46%, соответственно, а для сульфатированных – 106,08 и 75,64%, соответственно по сравнению с контрольным образцом. Так, при использовании контрольного соединения  $[\text{CuL}^1(\text{Sfz}) \cdot \text{H}_2\text{O}]$  в культуральной жидкости спирулины наблюдается максимальное накопление сульфатированных экзополисахаридов. Соединение  $[\text{CuL}^3_2(\text{NO}_3)_2]$  в максимальной использованной концентрации (8 мг / л) показало минимальный стимулирующий эффект на синтез сульфатированных экзополисахаридов (40,64 мг / л), содержание которых на 25,32% выше, чем в контрольном образце. При использовании этого соединения были зафиксированы равные значения содержания общих кислых и сульфатированных экзополисахаридов, что подтверждает, что кислые экзополисахариды состоят только из сульфатированных экзополисахаридов. Это демонстрирует, что соединение Cu (II) с бис- (3-формилпирдин-тиосемикарбазидом) обеспечивает синтез только сульфатированных экзополисахаридов, ингибируя синтез других кислых экзополисахаридов. Этот эффект, вероятно, в первую очередь, связан с природой лиганда. При введении в культуральную среду спирулины неорганической соли –  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  также наблюдалось положительное влияние на процесс синтеза кислых и сульфатных экзополисахаридов, значения которых превышали значение контрольного образца на 106,50% и 80,44%, соответственно.

Литературные данные показывают, что производство цианобактериями и водорослями избыточных EPZ является ответом на стресс, вызванный металлами, что привело к развитию способности микроводорослей создавать стратегии, обеспечивающие их выживание. Эти полимеры из-за их анионной природы обладают большой способностью сильно взаимодействовать с катионами и играют важную роль в захвате или удержании ионов металлов, которые необходимы или опасны для цианобактерий и водорослей [8]. Сингх и др. сообщили о стимуляции биосинтеза экзополисахаридов в *Nostoc spongiaeforme* в присутствии катионов Cu, Ni или Hg в культуральной среде [9].

Считается, что внеклеточные полисахариды водорослей несут ответственность за защиту клеток от стресса тяжелых металлов, связываясь с ними и останавливая их диффузию. Сильная связывающая способность металлов обусловлена карбоксильными группами и уоновыми кислотами [10]. Полученные нами результаты приводят к новым аргументам в подтверждение стратегии защиты цианобактерий от стресса, вызванного токсическим действием некоторых координационных соединений Cu (II), которое проявляется в синтезе эндо- и экзополисахаридов путем изъятия ионов  $Cu^{2+}$  за счет связывания с анионными группами кислых и сульфатированных полисахаридов. Аналогичные результаты были получены другими исследователями в случае воздействия на цианобактерии и штаммы микроводорослей некоторых высоких концентраций тяжелых металлов, включая медь, а также при воздействии на спирулину высоких концентраций NaCl, что привело к увеличению содержания полисахаридов в биомассе [11].

Можно сделать вывод, что действие исследуемых координационных соединений Cu (II) на накопление кислых эндополисахаридов в культивируемой биомассе спирулины и экзополисахаридов в культуральной жидкости в течение 7 суток зависит от природы соединений и концентрации. При использовании координационных соединений Cu (II) в концентрации 8 мг / л при выращивании спирулины, содержание общих кислотных эндополисахаридов, в том числе сульфатных, увеличивается в следующем порядке:  $[CuL^3_2(NO_3)_2] < [CuL(NO_3)_2] < [Cu(L-2H);] < [Cu L^1(Sfz) \cdot H_2O] < [CuSO_4 \cdot 5H_2O]$  и общее количество кислых экзополисахаридов, включая сульфатированные в культуральной жидкости, увеличиваются в следующем порядке  $[CuL^3_2(NO_3)_2] < [Cu(L-2H);] < [Cu L^1(Sfz) \cdot H_2O] < [CuSO_4 \cdot 5H_2O] < [CuL(NO_3)_2]$ .

Таким образом, наши исследования показали, что все координационные соединения Cu (II), вводимые в концентрациях до 8 мг / л, оказывают благотворное влияние на синтез эндо- и экзополисахаридов, в том числе сульфатированных в биомассе и культуральной жидкости, и могут быть использованы в качестве регулятора в биотехнологии выращивания спирулины.

#### Библиографический список

1. Calcium spirulan, an inhibitor of enveloped virus replication, from a blue-green alga *Spirulina platensis* / T. Hayashi, K. Hayashi, M. Maeda, I. Kojima // Journal of Natural Products. 1996. Vol. 59. No. 1. P. 83–87. doi: 10.1021/np960017.

2. Cyanobacteria: an emerging source for drug discovery / R. K. Singh, S. P. Tiwari, A. K. Rai, T. M. Mohapatra // The Journal of Antibiotics (Tokyo). 2011. Vol. 64. No. 6. P. 401–412. doi: 10.1038/ja.2011.21
3. Exopolysaccharides from Cyanobacteria: strategies for bioprocess development / D. Cruz, V. Vasconcelos, G. Pierre, P. Michaud // Applied Sciences. 2020. Vol. 10. No. 11. P. 3763. <https://doi.org/10.3390/app10113763>
4. Health benefits of blue-green algae: prevention of cardiovascular disease and nonalcoholic fatty liver disease / C. S. Ku, Y. Yang, Y. Park, J. Lee // Journal of Medicinal Food. 2013. Vol. 16. No. 2. P. 103–111. doi: 10.1089/jmf.2012.2468
5. Metting F. B. Biodiversity and application of microalgae // Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology. 1996. Vol. 17. No. 5–6. P. 477–489. doi.org/10.1007/BF01574779
6. Raposo M. F. D., Morais R. M. S. C., Morais A. M. M. B. Health applications of bioactive compounds from marine microalgae // Life Sciences. 2013. Vol. 93. No. 15. P. 479–486. Doi 10.1016/j.lfs.2013.08.002
7. Ramus J. Alcian blue: a quantitative aqueous assay for algal acid and sulfated polysaccharides // Journal of Phycology. 1977. Vol. 13. No. 4. P. 345–348. doi.org/10.1111/j.1529-8817.1977.tb02939.x
8. Exopolysaccharide-producing cyanobacteria and their possible exploitation: A review / R. de Philippis, C. Sili, R. Paperi, M. Vincenzini // Journal of Applied Phycology. 2001. No. 13. P. 293–299. doi: 10.1023/A:1017590425924
9. Singh N. Thiol and exopolysaccharide production in a cyanobacterium under heavy metal stress // Process Biochemistry. 1999. Vol. 35. No. 1–2. P. 63–68. [https://doi.org/10.1016/S0032-9592\(99\)00033-3](https://doi.org/10.1016/S0032-9592(99)00033-3)
10. Xue H., Stumm W., Sigg L. The binding of heavy metals to algal surfaces // Water Research. 1988. Vol. 22. No. 7. P. 917–926. [https://doi.org/10.1016/0043-1354\(88\)90029-2](https://doi.org/10.1016/0043-1354(88)90029-2)
11. Phenotypic variation in exopolysaccharide production in the marine, aerobic nitrogen-fixing unicellular cyanobacterium *Cyanothece* sp. / K. J. Reddy, B. W. Soper, J. Tang, R. L. Bradley // World Journal of Microbiology and Biotechnology. 1996. Vol. 12. P. 311–318. doi: 10.1007/BF00340206

## **БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ ПОД РАЗЛИЧНЫМИ БИОЦЕНОЗАМИ**

*Л. Д. Стахурлова<sup>1</sup>, А. А. Челядинова<sup>1</sup>, И. Д. Свистова<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Воронежский государственный университет, [stakhurlova@rambler.ru](mailto:stakhurlova@rambler.ru)

<sup>2</sup> Воронежский государственный педагогический университет,  
[i.svistova@mail.ru](mailto:i.svistova@mail.ru)

Изучена эколого-трофическая структура микробного сообщества дерново-подзолистых почв. Под естественными травянистыми фитоценозами процессы разложения мортмассы не сопровождаются активным связыванием азота в микробной биомассе. На пашне усиливаются процессы минерализации почвенных органических соединений. Под древесными растениями отмечена перегруппировка – возрастает доля актиномицетов и целлюлозолитиков, разлагающих опад с высоким соотношением C:N, азот активно запасается в биомассе микроорганизмов.

Ключевые слова: дерново-подзолистые почвы, биоценозы, плодородие, гумус, кислотность, микробное сообщество.

В настоящее время оценка качества почв основана на способности почвы выполнять присущие ей экологические функции. В каждом почвенном типе развиваются определенные группы микроорганизмов и устанавливается биологическое равновесие, характерное для конкретных условий [1]. Фактором сохранения экологического равновесия биоценозов, является поддержание устойчивости почвенного покрова, его экологическая оценка, включающая в себя данные не только физических, химических, но и биологических свойств.

Целью настоящих исследований было выявление особенностей биологических свойств дерново-подзолистых почв под различными биоценозами на примере УО ПЭЦ МГУ «Чашниково» Московской области.

Объектом исследования служили слабодерновые и дерново-подзолистые почвы разной степени оподзоленности и оглеенности на покровных суглинках и глинах, подстилаемых моренными отложениями под различными биоценозами (хвойный и хвойно-смешанный лес, сенокос, пашня, залежь). Закладку почвенных разрезов и отбор образцов проводили в 2018 и 2019 гг. В исследованиях использовали общепринятые методы: определение гумуса по И. В. Тюрину, обменных оснований комплексометрически,  $pH_{вод}$  потенциометрически, гидролитическую кислотность определяли методом Каппена [2]. Численность групп микроорганизмов определяли методом посева почвы на питательные среды. Структуру микробного сообщества (МСО) рассчитывали по отношению численности микромицетов (среда Чапека) или актиномицетов (КАА) к численности бактерий-аммонификаторов (БПА) [3].

Устойчивость почв к различным факторам воздействия зависит от содержания гумуса и состояния почвенно-поглощающего комплекса (ППК). Дерново-подзолистые почвы характеризуются как малогумусные с низкой емкостью катионного обмена. Содержание гумуса в верхних горизонтах исследуемых образцов варьировало от 2,7% до 3,6%. Промывной тип водного режима приводит к выносу солей из верхней части почвенного профиля, способствует выходу в раствор поглощенных  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$  в обмен на катионы водорода, под различными биоценозами сумма кальция и магния не превышала 15 ммоль (экв)/100 г (табл. 1). Под естественными биоценозами выявлена высокая актуальная и гидролитическая кислотность. В агроценозах вредную кислотность почв устраняют известкованием.

Таблица 1

**Показатели плодородия дерново-подзолистых почв  
под разными биоценозами**

Вариант опыта	Глубина, см	Гумус, %	рНвод.	Ca <sup>2+</sup> + Mg <sup>2+</sup>	Нг	V, %
				ммоль (экв) /100 г		
Хвойный лес	4-15	2,71	4,48	13,3	8,6	60,7
Смешанный лес	6-17	2,69	4,70	13,2	8,3	61,2
Сенокос	3-17	3,57	5,60	14,5	4,4	76,7
Пашня	0-28	3,62	6,33	14,8	3,7	80,0
Залежь	4-16	3,42	6,52	14,0	4,2	76,9

Изменение показателей химических свойств почв сказывается и на их биологической активности. Исследуемые почвы характеризуются низкой биогенностью, о чем свидетельствует численность эколого-трофических групп микроорганизмов (табл. 2).

Таблица 2

**Численность эколого-трофических групп и показатели  
трофической структуры микробного сообщества дерново-подзолистых  
почв, 10<sup>6</sup> /г абсолютно сухой почвы**

Группы микроорганизмов	Залежь	Смешанный лес	Хвойный лес	Сенокос	Пашня
	4–16 см	6–17 см	4–15 см	3–17 см	0–28 см
Аммонификаторы	0,06	0,31	0,07	0,52	0,62
Иммобилизаторы	0,03	0,40	0,42	0,45	0,34
K <sub>имм.</sub>	0,50	1,30	6,00	0,87	0,55
Олиготрофы	0,09	0,07	0,10	0,05	0,23
K <sub>олиг.</sub>	1,50	0,20	1,40	0,10	0,40
Диазотрофы	0,20	0,14	0,20	0,15	0,12
Целлюлозолитики	0,05	0,15	0,21	0,04	0,02
Микромицеты	0,13	0,06	0,09	0,06	0,08
Актиномицеты	0,20	1,60	2,20	0,30	0,20

В почвах под травянистой растительностью выявлена высокая численность аммонификаторов, что указывает на интенсивный распад азоторганических соединений с низким соотношением C:N. Высвободившийся минеральный азот слабо связывается в микробной биомассе (K<sub>имм</sub> азота ниже 1) и может теряться из почвы в результате процессов нитри- и денитрификации (табл. 2).

В пахотных почвах, при усилении аэрации, процессам минерализации подвергаются и гумусовые вещества, на что указывает повышенная численность олиготрофов.

В почве под древесной растительностью, особенно под хвойным лесом, численность аммонификаторов снижалась, что свидетельствует о замедлении разложения растительной мортмассы. В разложении органических остатков дерново-подзолистых почв участвуют преимущественно грибы, имеющие высокоактивный ферментативный аппарат [4]. Численность актиномицетов и целлюлолитиков, разлагающих клетчатку и лигнин с высоким соотношением

C:N, возрастает в 5-10 раз в почвах под лесом. В то же время минеральный азот активно закрепляется в микробной биомассе ( $K_{\text{имм}}$  азота выше 1) и сохраняется в почве.

Таким образом, изучение агрохимических показателей и структуры микробного сообщества дает возможность оценивать состояние экосистем и будет способствовать управлению микробиологическими процессами в почве.

#### **Библиографический список**

1. Звягинцев Д. Г., Бабьева И. П., Зенова Г. М. Биология почв. М. : Академия, 2004. 248 с.
2. Воробьева Л. А. Химический анализ почв. М. : МГУ, 1998. 272 с.
3. Звягинцев Д. Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии. М. : МГУ, 1991. 304 с.
4. Почвоведение с основами растениеводства / А. П. Щербаков, Н. А. Протасова, А. Б. Беляев, Л. Д. Стахурлова. Воронеж : Изд-во Воронежского университета, 1996. 236 с.

### **БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТЕПЕНИ ЕЕ ОКУЛЬТУРИВАНИЯ**

*Е. Е. Гаевский, М. Д. Морозова*

*Белорусский государственный университет, gaevski@rambler.ru*

В статье представлен опыт по определению активности целлюлозоразрушающих микроорганизмов в дерново-подзолистой песчаной почве. Обнаружена корреляция между показателями биологической активности почвы и дозами внесенного в почву суглинка. Полученные результаты свидетельствуют о положительном влиянии окультуривания почвы путем торфования и землевания на ее биологическую активность.

Ключевые слова: биологическая активность, дерново-подзолистая песчаная почва, целлюлозоразрушающие микроорганизмы, оптимизация.

Биологическая активность, регулирующая производство почвенных ферментов, используется для изучения качества почвы. В основном это касается устойчивого использования почвенных ресурсов с точки зрения повышения продуктивности сельского хозяйства, качества окружающей среды и здоровья человека. Деятельность человека, методы ведения сельского хозяйства и загрязнение окружающей среды серьезно влияют на существование и деятельность в почве почвенных ферментов. В настоящее время устойчивое управление сельскохозяйственными почвами требует уделения все большего внимания, поскольку в условиях постоянного их использования продолжается деградация почвенных ресурсов, которая в свою очередь тесно связана с потерей качества почвы [1].

Окультуривание почв с помощью землевания и торфования является довольно значительным в области почвенных исследований, поскольку это представляет собой наиболее выгодный прием для улучшения низкоплодородных почв и повышения урожайности. Изучение биологической активности в настоящее время представляет большой интерес для дерново-подзолистых песчаных почв, так как именно эти почвы занимают больше половины всех сельскохозяйственных угодий Беларуси [2].

Результаты проведенных ранее исследований показали возможность улучшения качества дерново-подзолистой песчаной почвы путем торфования и землевания. Данный способ стимулирует развитие микроорганизмов и повышает активность гидролитических ферментов, тем самым создавая интенсивную минерализацию органических соединений и налаживая высокое почвенное плодородие [3].

Изучение зависимости биологической активности почвы от степени ее окультуривания позволит дать прогноз о ее плодородии в будущем и в дальнейшем разработать способы увеличения активности жизнедеятельности почвенных микроорганизмов и оптимизации роста культурных растений для получения высоких урожаев сельхозпродукции. С учетом вышеизложенных сведений вопросы изучения биологической активности дерново-подзолистой песчаной почвы и влияния на нее окультуривания в настоящее время весьма актуальны.

Цель: изучение биологической активности дерново-подзолистой песчаной почвы разной степени окультуренности.

Установка экспозиции с помощью аппликационных методов проводилась в полевых условиях в период с 08.07.2020 по 11.09.2020 гг. Предварительно подготовленные материалы закладывали в оптимизированной дерново-подзолистой песчаной почве на гречишном поле в районе д. Переседы Борисовского района Минской области. На опытные делянки площадью 50 м<sup>2</sup> в четырехкратной повторности вносился суглинок из расчета 100, 200, 300, 400 т/га, а также торфонавозный компост 200 т/га при соотношении торфа 1:1.

Суглинок вносили с целью изменения гранулометрического состава почвы, повышения содержания в ней физической глины и превращения ее в супесь. Торфонавозный компост применяли не только с целью повышения содержания гумуса в почве, но и для активизации деятельности почвенной микробиоты [4].

Оценка влияния окультуривания дерново-подзолистой песчаной почвы на ее свойства проводилась по следующим вариантам:

1. Контроль (фон)
2. Фон + компост 200 т/га + суглинок 100 т/га;
3. Фон + компост 200 т/га + суглинок 200 т/га;
4. Фон + компост 200 т/га + суглинок 300 т/га;
5. Фон + компост 200 т/га + суглинок 400 т/га.

Для изучения активности целлюлозоразрушающих микроорганизмов дерново-подзолистой песчаной почвы использовали следующие методы: ме-

тод аппликаций по Звягинцеву [5]; метод целлюлозных стандартов, позволяющий оценить биологическую активность почвы по интенсивности процессов разложения в ней органического материала растительного происхождения [6].

В качестве материалов, применяемых для выполнения вышеперечисленных методов, использовали лён, хлопок и целлофан. Перед началом эксперимента все материалы взвешивали.

Предварительно взвешенные полотна льняной ткани размером 10×50 см прикрепляли к пластиковой пластине и накрывали защитной нейлоновой тканью. Для исследования с хлопком использовали хирургическую вату, помещенную в нейлоновые мешочки одинаковой массы – по 5 г. Целлофан брали в небольшом количестве, соответствующем площади поверхности предметных стекол и прикрепляли к ним. Подготовленные материалы погружали в почву прижатыми к поверхности почвенного профиля: пластины с льняной тканью на глубину 50 см, мешочки с ватой – на глубину 15 см, предметные стекла с целлофаном в соответствии с их длиной. Образцы закладывали через каждые 5 метров для разных вариантов опыта. По прошествии периода экспозиции в 60 дней опытные образцы извлекали из почвы. В лаборатории материалы промывали, удаляли частицы почвы и высушивали в термостате. После этого снова взвешивали. По массе органических образцов после откапывания и обработки в лаборатории в сравнении с их исходной массой судили об интенсивности процессов разложения в почве. Разность в весе выражали в граммах, после рассчитывали интенсивность разложения льняной ткани и выражали в процентах. По полученным данным давали характеристику целлюлозоразрушающей способности почвы.

В результате проведенных исследований установлено, что во всех трех опытах (с льняной тканью, хирургической ватой и целлофаном), показатель интенсивности жизнедеятельности целлюлозоразрушающих микроорганизмов находится в положительной корреляции с дозами вносимого в почву суглинка, что отражается в тенденции его нарастания с увеличением дозы вносимого суглинка.

Степень разложения целлюлозы, главным образом определяющая биологическую активность почвы, имеет устойчивую тенденцию возрастания показателей степени разложения от контрольного варианта (без внесения суглинка) к пятому варианту (доза суглинка – 400 т/га) с образованием следующего ряда значений для льняной ткани: 60,30; 74,10; 80,40; 85,90; 91,30%.

В исследовании с хлопком (хирургической ватой) сформировался следующий ряд значений интенсивности разложения от варианта без внесения суглинка до варианта с содержанием суглинка в количестве 400 т/га: 37,70; 52,70; 56,00; 63,35; 65,50 %.

В опыте с целлофаном полученные значения степени его разложения сложились в следующий ряд от контроля к участку с максимальным содержанием суглинка: 0,34; 0,37; 0,39; 0,70; 0,76 %.

Исходя из данного эксперимента, проведен сравнительный анализ полученных результатов биологической активности, используя результаты исследований Е. Е. Гаевского, Я. К. Куликова за 2006–2007 гг. [3–4, 7] и Т. В. Казей за 2017–2018 гг. [8].

В сравнении результатов опыта с льняной тканью обнаружилась устойчивая тенденция к падению биологической активности с течением времени, при этом наибольшая интенсивность разложения наблюдалась в 2006 г. при возделывании картофеля на данном участке. Так, степень разложения от 2006 до 2020 гг. распределена следующим образом: 78,4; 70,4; 50,5; 42,2; 22,2; 43,11%, то есть к настоящему времени она снизилась на 35,3%.

В опыте с хлопком, несмотря на разные используемые материалы (в 2018 г. использовалась хлопчатобумажная ткань), полученные результаты коррелируют с дозами внесенного суглинка на каждом из участков. В пределах своих значений интенсивность разложения ваты, по сравнению с таковой у хлопчатобумажной ткани, оказалась ниже.

Полученные результаты свидетельствуют о снижении интенсивности жизнедеятельности целлюлозоразрушающих микроорганизмов. При этом положительная корреляция между степенью разложения материалов и дозами суглинка позволяет сделать вывод о том, что окультуривание почвы путем землевания и торфования положительно сказывается на биологической активности исследуемой дерново-подзолистой песчаной почвы, определяя в первую очередь высокую активность целлюлозоразрушающих микроорганизмов, а также улучшая физико-химические свойства почвы и повышая ее урожайность.

#### **Библиографический список**

1. Soil enzymes as indication of soil quality / A. Karaca, S. C. Çetin, O. C. Turgay, R. Kizilkaya // Soil enzymology. 2010. Vol. 22. P. 119–148. doi: 10.1007/978-3-642-14225-3\_7
2. Гаевский, Е. Е., Куликов, Я. К. Влияние торфонавозного компоста и суглинка на свойства дерново-подзолистой песчаной почвы и урожайность ячменя // Агрехимия. 2009. № 9. С. 18–23.
3. Гаевский Е. Е., Куликов Я. К. Влияние окультуривания дерново-подзолистой песчаной почвы на ее микробиологическое разнообразие и биологическую активность // Экологический вестник. 2016. № 2 (36). С. 17–25.
4. Гаевский Е. Е. Влияние оптимизации дерново-подзолистой связнопесчаной почвы на продуктивность картофеля // Вестник БГУ. 2007. № 2. С. 25–30.
5. Звягинцев Д. Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии. М. : МГУ, 1991. 448 с.
6. Сэги Й. Методы почвенной микробиологии. М : Колос, 1983. 296 с.
7. Гаевский Е. Е., Куликов Я. К. Оптимизация свойств дерново-подзолистой песчаной почвы при внесении торфонавозного компоста и суглинка // Агрехимия. 2009. № 2. С. 5–10.
8. Гаевский Е. Е, Казей Т. В. Активность целлюлозоразрушающих микроорганизмов дерново-подзолистой песчаной почвы в условиях разной степени ее оптимизации // Здоровые почвы – гарант устойчивого развития : материалы науч.-практ. конф. с междунар. участием. Курск : ФГБОУ ВО «КГУ», 2018. С. 51–55.

## ВЛИЯНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЧВ НА ИХ МИКРОБИОМ

*И. Э. Смирнова, А. К. Саданов, С. Т. Даугалиева*

*ТОО «Научно-производственный центр микробиологии и вирусологии»  
Казахстан, iesmirnova@mail.ru*

Почвы сельскохозяйственного пользования находятся под сильным антропогенным влиянием. Внесение химических агентов (минеральные удобрения, пестициды, гербициды и др.) и агромероприятия (вспашка, мелиорация и др.) существенно влияют на микробное разнообразие почв. Целью настоящего исследования было изучение влияния сельскохозяйственного пользования на численность и таксономический состав микробиома бактериальных сообществ природных и сельскохозяйственных почв. Исследования проводили методом высокопроизводительного секвенирования ампликонов 16S рРНК бактериального гена при помощи прибора Illumina MiSeq (USA). Установлено, что сельскохозяйственное производство приводит к резкому снижению разнообразия бактериального микробиома сельскохозяйственной почвы.

Ключевые слова: микробиом, бактериальное сообщество, разнообразие, почва, соя, высокопроизводительное секвенирование, 16S рРНК.

В настоящее время, наблюдается тенденция перевода природных почв в сельскохозяйственное пользование. Производство сельскохозяйственных культур существенно влияет на биоразнообразие природного микробиома. Это обусловлено как выращиванием монокультур, так и повышенным выносом почвенных элементов с урожаем. Также, на состав микробных сообществ почв оказывает влияние изменение физических и химических показателей почвы, происходящих под влиянием обработки почвы, внесения химических удобрений, мелиорации и загрязнения почвы пестицидами и гербицидами [1, 2]. В тоже время, микробное разнообразие является основным показателем здоровья и качества почв, так как, именно микробные сообщества имеют большое значение для нормального функционирования почв, отвечают за направленность основных почвенных процессов и плодородие, а также являются определяющим фактором устойчивости экосистем [3, 4].

Известно, что сельскохозяйственное производство оказывает влияние на структуру микробных сообществ почв [5–7]. В ряде исследований показано, что обработка почв и изменение ее физико-химических свойств является одними из факторов влияния на бактериальное сообщество почв, и эти изменения могут привести к неблагоприятным процессам в почве, которые прямо или косвенно влияют на почвенные микроорганизмы [8–10]. Однако влияние землепользования на состав таксономических групп микроорганизмов остается мало изученными. Также, на сегодняшний день отсутствуют исследования, которые проводили бы оценку различий в таксономическом составе бактериальных сообществ природных и окультуренных почв Казахстана.

Целью настоящего исследования было изучение влияния сельскохозяйственного пользования на численность и таксономический состав микробиома бактериальных сообществ природной и сельскохозяйственной почвы с использованием технологии высокопроизводительного секвенирования при помощи прибора Illumina MiSeq.

Для проведения опытов по изучению влияния землепользования на микробиом бактериальных сообществ были отобраны два участка в Алматинской области Казахстана: сельскохозяйственное поле, где в течение 5 лет выращивали сою без ротации культур и внесения удобрений, и природная неокультуренная почва. Участки находились на расстоянии 20 км друг от друга и относились к одному типу почв (серозем обыкновенный). Сбор образцов почв был проведен в весенний период года, в апреле 2020 г. в соответствии с ГОСТ 17.4.4.02-84 [11]. В течение 24 часов после отбора проб почвы просеивали через стерильное сито 2 мм, часть почвы для секвенирования замораживали и хранили при  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ , остальную часть использовали для проведения физико-химического анализа почв.

Метагеномный анализ проводили методом NGS-секвенирования (Next Generation Sequencing). Секвенирование V3 и V4 регионов 16S rRNA гена было проведено на приборе MiSeq (Illumina, USA). ДНК выделяли с помощью набора NucleoSpin<sup>®</sup> Soil (Macherey-Nagel GmbH&Co.KG, Duren, Germany) в соответствии с протоколом производителя [12]. Вторичный анализ был проведен на приборе с помощью программы MiSeq Reporter Software (Illumina). Таксономическая классификация была проведена путем сравнения с данными из Международной базы данных *Greengenes database* Национальной лаборатории Lawrence Berkeley (*Greengenes database*, USA). В процессе проведения вторичного анализа на приборе программное обеспечение MiSeq Reporter при генерации файлов FASTQ выполняет качественную обрезку индексов Illumina и данных с низкими показателями качества.

Анализ достоверности статистических различий полученных данных проводили с использованием пакета программ «STATISTICA 10.0» [13]. Разница при  $p < 0,05$  считалась статистически достоверной.

Физико-химический состав и засоленность почвы являются важными факторами, влияющими на микробную популяцию. В этой связи, был изучен агрохимический состав исследуемых почв (табл. 1).

Таблица 1

**Физико-химические характеристики исследуемых почв**

Показатели почвы	Природная почва	Сельскохозяйственная почва
1	2	3
Легкогидролизуемый азот, мг/кг	48,2±0,5*	48,9±0,8
Общий гумус, %	1,3±0,2	1,5±0,1
Подвижный фосфор, мг/кг	58,46±1,4*	56,45±1,7*
Подвижный калий, мг/кг	252±6,2*	234,01±2,9*
pH	8,23±0,02	8,48 ±0,01
Щелочность, HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , М экв./100 г	8,2±0,3	9,9±0,2
Cl <sup>-</sup> , М экв./100 г	3,26±0,2	3,46±0,2

1	2	3
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> , М экв./100 г	10,0±0,2	12,0±0,1
Ca <sup>+2</sup> , М экв./100 г	10,2±0,2	11,5±0,3
Mg <sup>+2</sup> , М экв./100 г	1,5±0,1	1,8±0,1
Na <sup>+</sup> , М экв./100 г	9,51±0,2*	10,83±0,3*
Общая засоленность, %	0,211±0,01*	0,214±0,01*

Примечание:  $p < 0,05$ ;  $*p < 0,01$ .

Установлено, что природная и сельскохозяйственная почвы схожи по своим физическим и химическим показателям. Так, содержание общего гумуса, доступных форм азота, фосфора и калия в исследуемых почвах было практически одинаковым. Существенных различий в составе минеральных солей и общей засоленности почвенного раствора между почвами также не наблюдали. В этой связи, предположили, что различие в разнообразии бактериальных сообществ исследуемых участков обусловлены именно влиянием землепользования.

Проведенный сравнительный анализ секвенирования ампликонов 16S рРНК гена бактериальных сообществ на уровне фил показал, что бактериальные сообщества поля и природной почвы, значительно отличаются по своему составу (рис. 1). В целом, в составе сообществ обеих почв были обнаружены представители 15 фил бактерий, из них девять были доминирующими: *Proteobacteria*, *Firmicutes*, *Actinobacteria*, *Verrucomicrobia*, *Bacteroidetes*, *Chloroflexi*, *Planctomycetes*, *Nitrospirae*, *Chlamydiae*. Относительная численность остальных фил составляла незначительный процент в общем количестве – менее 1% (рис. 1).

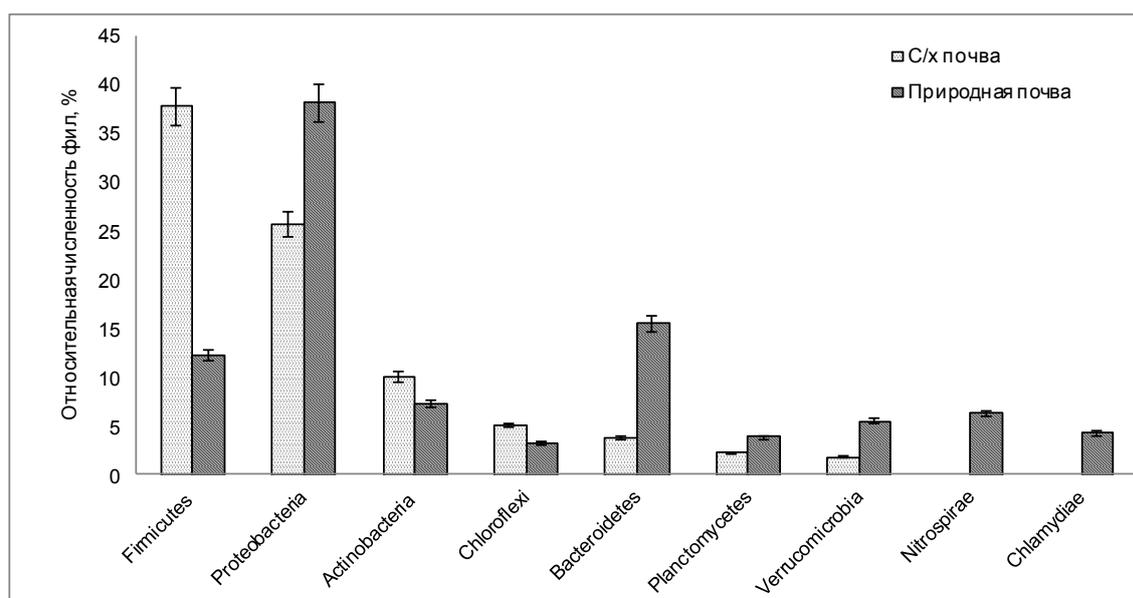


Рис. 1. Микробиом сельскохозяйственной и природной почвы на уровне фил бактерий

В бактериальном сообществе поля доминантными являлись три фила *Firmicutes* – 37,7%, *Proteobacteria* – 25,6%, *Actinobacteria* – 10,1%. Содержание фил *Chloroflexi* и *Bacteroidetes* составляло 5,2 и 3,7%, *Planctomycetes* – 2,2%, *Verrucomicrobia* – 1,7%. Численность остальных фил бактерий была менее 1,0%.

Бактериальный микробиом природной почвы существенно отличался как по структуре, так и по процентному содержанию доминирующих фил от бактериального сообщества поля (рис. 1). Доминирующими в сообществе природной почвы являлись четыре фила бактерий, наиболее широко представлен фил *Proteobacteria* (38,1%), за ним следуют филы *Bacteroidetes* (15,4%), *Firmicutes* (12,2%) и *Actinobacteria* (7,2%). Остальные филы *Nitrospirae* (6,2%), *Verrucomicrobia* (5,4%), *Chlamydiae* (4,2%) и *Planctomycetes* (3,8%) составляют 4–6% от бактериального сообщества почв.

Таким образом, установлено, что исследованные почвы довольно схожи по своим физическим и химическим свойствам. Поэтому предположили, что различия в разнообразии бактериальных сообществ исследуемых почв обусловлены именно влиянием сельскохозяйственного производства. Из полученных результатов следует, что сельскохозяйственное пользование земель существенно снижало биоразнообразие бактериальных сообществ на уровне фил. Наибольшее влияние сельское хозяйство оказывает на филы *Proteobacteria* и *Firmicutes*. Так, в бактериальном сообществе поля под соей доминантными являлись три фила – *Firmicutes*, *Proteobacteria*, *Actinobacteria*. Эти данные хорошо согласуются с результатами других авторов [14]. Сравнительный анализ полученных данных показал, что в сообществе природной почвы доминировали четыре фила бактерий – *Proteobacteria*, *Bacteroidetes*, *Firmicutes*, *Actinobacteria*. Также, о большем разнообразии бактериального сообщества природной почвы свидетельствует присутствие фил *Nitrospirae*, *Chlamydiae*, которые не обнаружены в сельскохозяйственной почве, а численность представителей фила *Verrucomicrobia*, относящихся, в основном, к некультивируемым формам, была в 2,5 раза выше, чем в почве поля. Представители фила *Nitrospirae* играют важную роль в азотном цикле [15], а представители филы *Verrucomicrobia* являются бактериями с разнообразным метаболизмом и функциями, способные деградировать сложные углеводы, в том числе, полисахариды и органические вещества почвы [16–18].

В заключение можно сказать, что при интенсивном сельскохозяйственном на пользовании почв происходит снижение биоразнообразия бактериального микробиома. Наибольшее влияние характер землепользования оказывал на филы *Proteobacteria* и *Firmicutes*.

*Работа выполнена в рамках грантового проекта МОН РК ИРН AP09259080.*

#### **Библиографический список**

1. Drylands soil bacterial community is affected by land use change and different irrigation practices in the Mezquital Valley, Mexico / K. Lüneberg, D. Schneider, C. Siebe, R. Daniel // Scientific reports. 2018. Vol. 8(1413). P. 1–15. doi: 10.1038/S41598-018-19743-x

2. Schmidt J. E., Kent A. D., Brisson V. L. Agricultural management and plant selection interactively affect rhizosphere microbial community structure and nitrogen cycling // *Microbiome*. 2019. Vol. 7. P. 146–151. <https://doi.org/10.1186/s40168-019-0756-9>
3. Lau J. A., Lennon J. T. Rapid responses of soil microorganisms improve plant fitness in novel environments // *Proceedings of the National Academy of Sciences of the*. 2012. Vol. 109. P. 14058–14062.
4. Land-use changes influence soil bacterial communities in a meadow grassland in Northeast China / Ch. Cao, Y. Zhang, W. Qian, C. Liang, C. Wang, Sh. Tao // *Solid Earth*. 2017. Vol. 8. P. 1119–1129. <https://doi.org/10.5194/se-8-1119-2017>
5. Changes of soil bacterial diversity as a consequence of agricultural land use in a semi-arid ecosystem / G.-C. Ding, Y.M. Piceno, H. Heuer, N. Weinert, A.B. Dohrmann, A. Carrillo // *PLoS ONE*. 2013. Vol. 8(3). e59497. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0059497>
6. Effects of salinity on soil bacterial and archaeal community in estuarine wetlands and its implications for carbon sequestration: Verification in the Yellow River Delta / Y. Hu, L. Wang, X. Xi, J. Hu, Y. Hou, Y. Le, X. Fu // *Chemical Ecology*. 2016. Vol. 32. P. 669–683.
7. Влияние ассоциации агрономически ценных микроорганизмов на микрофлору деградированных почв / И. Э. Смирнова, А. К. Саданов, А. М. Нурмуханбетова, А. Ж. Султанова // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2017. № 1. С. 92–96.
8. Influence of irrigated agriculture on soil carbon and microbial community structure / J. A. Entry, J. J. Fuhrmann, R. E. Sojka, G. E Shewmaker // *Environmental Management*. 2004. Vol. 33. P. 363–373.
9. Ramirez K. S., Lauber C. L., Knight R. Consistent effects of nitrogen fertilization on soil bacterial communities in contrasting systems // *Ecology*. 2011. Vol. 92(6). P. 1384–1384. [doi.org/10.1890/10-0426.1](https://doi.org/10.1890/10-0426.1)
10. Корвиго И. О., Першина Е. В., Иванова Е. А. Оценка длительного воздействия агротехнических приемов и сельскохозяйственных культур на почвенные микробные сообщества // *Микробиология*. 2016. Т. 85. № 2. С. 199–210.
11. ГОСТ 17.4.4.02-84 – Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического анализа. М. : Стандаринформ, 2008. 142 с.
12. Illumina sequencing technology. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.illumina.com>. (дата обращения: 25.03.2021).
13. Боровиков В. П. Популярное введение в современный анализ данных в системе STATISTICA. М. : Горячая линия-Телеком, 2016. 288 с.
14. Changes in bacterial and archaeal community structure and functional diversity along a geochemically variable soil profile / C. Hansel, S. Fendorf, P. Jardine, C. Francis // *Applied and Environmental Microbiology*. 2008. Vol. 74. P. 1620–1633. doi: 10.1128/AEM.01787-07.
15. Daims H., Lebedeva E. V., Pjevac P. Complete nitrification by *Nitrospira* bacteria // *Nature*. 2015. Vol. 528. P. 504–509.
16. Firmicutes dominate the bacterial taxa within sugar-cane processing plants / F. Sharmin, S. Wakelin, F. Huygens, M. Hargreaves // *Scientific Reports*. 2013. Vol. 3. P. 3107. doi: 10.1038/srep03107.
17. Cardman Z., Arnosti C., Durbin A. Verrucomicrobia are candidates for polysaccharide-degrading bacterioplankton in an arctic fjord of Svalbard // *Applied and Environmental Microbiology*. 2014. Vol. 80(12). P. 3749–3756. doi: 10.1128/AEM.00899-14.
18. Hermans S. M., Buckley H. L., Case B. S. Bacteria as emerging indicators of soil condition // *Applied and Environmental Microbiology*. 2016. Vol. 83(1). e02826-16. doi: 10.1128/AEM.02826-16

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МУЗЕЯ ЧИСТЫХ КУЛЬТУР МИКРООРГАНИЗМОВ В ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ

*И. Д. Свистова<sup>1</sup>, И. И. Корецкая<sup>1</sup>, Н. Н. Назаренко<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Воронежский государственный педагогический университет

<sup>2</sup> Воронежский государственный аграрный университет, talalajko@mail.ru

На кафедре биологии растений и животных Воронежского государственного педагогического университета создан музей чистых культур мицелиальных почвенных микроорганизмов (микромикетов и актиномицетов). В музее хранятся изоляты, выделенные из природных местообитаний и из почвы, подверженной интенсивному антропогенному воздействию. Музейные культуры используются студентами, магистрантами и аспирантами кафедры для изучения аутоэкологических свойств и синэкологических связей с компонентами биоценоза, для работ по локальному биомониторингу почвы.

Ключевые слова: музей чистых культур, почвенные микромикеты и актиномицеты, научная работа студентов.

В течение двух десятков лет на кафедре биологии растений и животных Воронежского государственного педагогического университета проводятся исследования по теме «Микробное сообщество чернозема в различных экосистемах». По данной теме опубликовано более 200 научных работ, защищена 1 докторская и 5 кандидатских диссертаций. В процессе работы изучается видовой состав мицелиальных почвенных микроорганизмов: микромикетов и актиномицетов. Как известно, для видовой идентификации необходимо выделить изоляты в чистые культуры и поддерживать их.

Микромикеты выделяли из почвы на подкисленной среде Чапека рН 4,5, актиномицеты – на среде крахмало-аммиачный агар (КАА) рН 7,2. Моноклонии получали методом истончающегося штриха. Проверку чистоты культуры проводили путем периодических пересевов на среду мясо-пептонный агар (МПА) или бобово-пептонный агар (БПА) рН 7,2.

После описания культурально-морфологических признаков и идентификации, изоляты хранили в пробирках с соответствующей скошенной агаризованной средой в холодильнике при 4 °С с периодическими пересевами на свежую среду через 3–5 месяцев.

Особенностью собранной коллекции чистых культур почвенных микроорганизмов является тот факт, что она включает ряд изолятов одного вида, выделенных из чернозёма выщелоченного в экосистемах с разными видами и уровнями антропогенной нагрузки.

Контрольные образцы чернозёма отбирали из природных местообитаний, удалённых от населённых пунктов, сельскохозяйственных объектов и автомагистралей. Это почва заповедников и памятников природы: Воронеж-

ского государственного природного биосферного заповедника, почвенно-ландшафтных заповедников Каменная степь и Стрелецкая степь, Ботанических садов Воронежского ГУ им. Б. М. Козо-Полянского и ВГАУ им. Б. А. Келлера.

Образцы почвы, подверженной агрогенной нагрузке, отбирали в стационарных полевых опытах ВГАУ по изучению реакции микробного сообщества на внесение различных форм и доз минеральных и органических удобрений, мелиорантов; на разные способы внесения удобрений и ингибиторов нитрификации; на способы выращивания растений (монокультура, парные чередования, звенья севооборотов) и т. д. [1–3].

Образцы почвы, подверженной техногенной нагрузке, отбирали в зоне влияния аэропорта, автотрассы федерального значения М4 «Дон», на территории г. Воронежа в разных категориях городских зон (рекреации, селитебные, промышленные и транспортные зоны) [4–8].

Список коллекции актиномицетов включает 3 рода, в том числе 13 серий, 6 секций стрептомицетов. Список коллекции микромицетов более обширный и включает 96 видов грибов, 27 родов, 8 семейств, 3 классов. Преобладают виды класса Дейтеромицеты. Из них 17 видов грибов выделены только из почвы с высоким уровнем нагрузки (транспортных зон), их рекомендовано использовать для биотестирования почвы города.

Коллекция культур мицелиальных почвенных микроорганизмов используется в учебном процессе и в исследовательской работе студентов. В курсе «Микробиология» бакалавриата, «Микробиоиндикация среды» магистратуры, «Актуальные проблемы почвенной микробиологии» аспирантуры демонстрируются коллекционные образцы, обучают технике микроскопирования препаратов, стерильного пересева чистых культур микроорганизмов, определения антибиотической активности изолятов методом блочков, наглядно демонстрируют различие экологических стратегий видов. Лабораторные занятия всегда вызывают живой интерес у студентов.

При выполнении выпускных квалификационных работ (ВКР) бакалавры изучают экологические группы грибов, состав комплексов микромицетов разных типов почв (приложение закона географической зональности Докучаева к микробным сообществам), фитопатогенные грибы, грибные биопрепараты для защиты растений, грибные продуценты для биотехнологии. По форме тематика ВКР может быть обзорно-аналитической или экспериментальной.

Тематика магистерских диссертаций кафедры имеет практическую направленность с обязательной экспериментальной частью. Самостоятельная исследовательская деятельность способствует формированию у студентов не только знаний, но и умений и навыков, согласно требуемым компетенциям ФГОС 3<sup>++</sup>. Темы работ с чистыми культурами разнообразны: изучение аутоэкологических характеристик видов микроорганизмов (влияние температуры и рН среды); оценка их экологической стратегии; фитотоксической, фунгицидной и антибиотической активности; способности к синтезу внеклеточных

гидролитических ферментов и др. Есть работы по проведению биоиндикационных исследований, разработке научных основ организации школьного экологического мониторинга по состоянию почвы. Результаты своей научной деятельности магистранты докладывают на научных конференциях, публикуют по 2–5 статей. Практикуется широкое обсуждение работ на ежегодных студенческих научных конференциях.

Аспирантами кафедры выполнены и защищены кандидатские диссертации по специальности «экология» по тематике биологии черноземных почв. Это и мониторинговые работы, и изучение биоразнообразия и структуры почвенного микобиома, и влияние фитоценоза (выращивание местных и интродуцированных растений), выяснение синэкологических связей почвенной биоты с компонентами экосистем. Эти исследования также были бы невозможны без контроля видового состава мицелиальных форм путем сравнения с чистыми культурами из коллекции кафедры.

#### **Библиографический список**

1. Назаренко Н. Н., Свистова И. Д. Сукцессия микромицетов и биологическая активность чернозема в монокультурах эфиромасличных растениях семейства Яснотковые (Lamiaceae) // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2013. № 4. С. 43–46.
2. Кувшинова Н. М., Свистова И. Д., Назаренко Н. Н. Накопление опасных для человека микромицетов в почве под лекарственными растениями // Успехи медицинской микологии. 2014. Т. 12. С. 117–120.
3. Свистова И. Д., Стахурлова Л. Д. Комплекс микромицетов чернозема как показатель вида агрогенной нагрузки // Экология родного края: проблемы и пути их решения : материалы XIII Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Киров : ВятГУ, 2018. С. 59–63.
4. Биомониторинг зоны влияния автомагистрали Дон / И. Д. Свистова, Т. А. Девятова, И. И. Корецкая, А. П. Щербаков // Экология и промышленность России. 2003. № 11. С. 37–40.
5. Талалайко Н. Н. Микробиологическая индикация урбаноземов города Воронежа : дис. ... канд. биол. наук. Воронеж, 2005. 209 с.
6. Назаренко Н. Н., Свистова И. Д., Корецкая И. И. Структура комплекса почвенных актиномицетов в промышленной и транспортной зонах г. Воронежа // Экология урбанизированных территорий. 2015. № 3. С. 18–21.
7. Свистова И. Д., Назаренко Н. Н., Корецкая И. И. Санитарно-опасные мицелиальные микроорганизмы в почвах Воронежа // Гигиена и санитария. 2016. Т. 95. № 3. С. 247–250.
8. Назаренко Н. Н., Свистова И. Д., Корецкая И. И. Актиномицеты как биоиндикационный показатель автотранспортного загрязнения почвы // Утилизация отходов производства и потребления: инновационные подходы и технологии : материалы II Всерос. науч.-практ. конф. Киров, 2020. С. 139–144.

## СЕКЦИЯ 6 БИОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

### MORPHO-ANATOMICAL STRUCTURE OF FRUITS OF RELICT SPECIES *OTOSTEGIA BUCHARICA* B. FEDTSCH. (LAMIACEAE)

*B. Sh. Khabibullaev, V. K. Sharipova*

*Institute of Botany Academy of Sciences of Republic Uzbekistan,  
bekh.xabibullaev@mail.ru, vasila\_82@mail.ru*

In this article, we describe the results of our study on the morpho-anatomical structure of the fruits and seeds of *Otostegia bucharica* B. Fedtsch., a relict species of the genus *Otostegia* Benth., growing in southern Uzbekistan. Its fruit type according to the classification of R. E. Levina – coenocarpous, group – dry, subgroup – decaying, fruit type – coenobium, consisting of four erems (fruitlets). The shape of the erem is oblong obovate, widened at the apex, 0,4–0,6 cm long, 0,2–0,3 cm wide. The color is dark brown. The embryo consists of two leaf-shaped cotyledons, a hypocotyl, and an embryonic root. The shape of the cotyledons on the cross section is in the form of a weakly expressed crescent with small conducting beams located in the central part. The type of mesophyll is dorsiventral: the epidermis is covered with a thin cuticle, the palisade parenchyma is 2–3-row, the spongy parenchyma is 12–14-row. The axial part is short, represented by a hypocotyl and a root cone. The concluding part of the article proposes the creation of a seed bank of the studied endemic species and pest control.

Keywords: *Otostegia bucharica*, fruit type, endocarp, insect pests, seed bank.

Conservation of biological diversity for future generations remains one of the global problems of our time. The plant resources of the planet are significantly reduced, and rare and vulnerable species in nature are especially susceptible to this process. This is primarily due to anthropogenic human activities. One of these endangered vulnerable plants is the species of the genus *Otostegia*. The most important species of relict of the genus *Otostegia bucharica* B. Fedtsch. It is a rare endemic shrub (up to 120–150 cm) that grows in gypsum parts of variegated soils. It has been observed that flowers appear in may-june and reproduction is by seed in august-september. It was found that the optimum elevation ranges for the growth of this species (based on species distribution) is from 1100 to 1500 m a.s.l.

The problem is aggravated by the low seed productivity of species of this genus. Visiting the site almost annually for the past 15 years, researchers have never found the presence of seed renewal. The seeds of this rarest species are of very low

(up to 99,9% are not fulfilled and are damaged by insect pests) quality [1]. From unpublished work at Levichev's Botanical Institute about crucial research on the seed renewal of a population grown along a pedestrian route of 5 km length in 1987, not one seedling was shown. However, the 3 to 4 year old individuals were detected as obviously being of seminal origin [2]. In this regard, the need for carpo-logical research is very relevant.

A scientific expedition to the Boysun district of the Surkhandarya region was carried out in order to determine the range, to identify coenopopulations of the relict species *O.bucharica*. During the period of field research, having identified two location of the Hissar ridge: Derbend-Shurob (N38°12,413'; E66°57,733') and Gurkhozhi (N38°15,484'; E66°55,380'), in which coenopopulations of *O.bucharica*, two of its coenopopulations were identified [3]. In order to study the reasons for the decline in the number of *O.bucharica* species, fruits were collected for morpho-anatomical analysis (september-october, 2019–2020).

Anatomical studies were carried out according to the generally accepted technique [4]. The fruits were kept for a month in a Strasburger-Flemming solution: alcohol, glycerin, water (1:1:1). Cross sections were prepared by hand with a razor. Micrographs were taken with a computer microphoto attachment with a Samsung digital camera.

Fruit type *O. bucharica* according to the classification of R. E. Levina – coenocarpous [5], group – dry, subgroup – decaying, fruit type – coenobium, consisting of four erems (fruitlets). The shape of the erem is oblong obovate, widened at the apex, 0,4–0,6 cm long, 0,2–0,3 cm wide. The color is dark brown.

On a cross section, the structure of the erem is as follows: 4–5 layer pericarp, thin single-row spermoderm. The pericarp consists of three layers: exocarp, mesocarp (parenchymal and mechanical layer) and endocarp.

The exocarp cells are large, filled with brown contents. The mesocarp consists of a crumpled 2–3-layer parenchyma and a 1-layer palisade-like sclerenchyma. With a powerful mechanical layer and strongly thickened cell membranes, the parenchymal layer is hardly distinguishable. The endocarp is represented by one layer of cells. Seeds without endosperm or with scanty endosperm, which surrounds in a thin layer a straight embryo with flat cotyledons. The embryo consists of two leaf-shaped cotyledons, a hypocotyl, and an embryonic root. The shape of the cotyledons on the cross section is in the form of a weakly expressed crescent with small conducting beams located in the central part. The type of mesophyll is dorsiventral: the epidermis is covered with a thin cuticle, the palisade parenchyma is 2–3-row, the spongy parenchyma is 12–14-row. The axial part is short, represented by a hypocotyl and a root cone.

Thus, the results of studying the structure of the fruitlet of *O. bucharica* showed that the embryo is rather large and differentiated into cotyledons and roots.

Of the 100 collected fruitlets, only 10 were full, the rest were damaged to varying degrees. Damage to fruitlets and seeds of the endemic species *O. bucharica* by pests adversely affects natural regeneration in natural conditions, and is about 5–10%.

Thus, on the basis of the results obtained, in order to preserve the relict species *O. bucharica*, it is highly necessary to develop special measures to protect the fruit and seed from insect pests.

The results show that the biology and anatomy of *O. bucharica* seeds need to be seriously studied. The very low level of seed germination is one of the reasons why the range of the species population is not expanding. We recommend the creation of a seed bank of species of the genus *Otostegia*, the development of measures for the propagation of plant seeds in the localization of the species and the control of plant pests.

#### References

1. Belolipov I. V. The Modern State of Rare Species of Central Asian flora – *Otostegia bucharica* // Introduction and Acclimatization of Plants. 1980. Vol. 9. P. 90–100.
2. Tojibaev K. S. Monitoring of the relic endemics of Uzbekistan's flora // Czech J. Genet. Plant Breed. (CJGPB) 2010. Vol. 46. S. 45–46.
3. Khabibullaev B. Sh. History of the study of the genus *Otostegia* Benth. (Lamiaceae Lindl.) in Central Asia // Actual problems of natural sciences : International scientific-theoretical conference. 2020. P. 247–249.
4. Barykina R. P., Chubatova N. V. A large workshop on the ecological anatomy of flowering plants. M. : Comrade Sci. KMK, 2005. 77 p.
5. Levina R. E. Morphology and ecology of fruits. L.: Science, 1987. 160 p.

### ОСОБЕННОСТИ АНАТОМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ СТЕБЛЯ *EREMOGONE SAXATILIS* (CARYOPHYLLACEAE)

К. Д. Белова

Вятский государственный университет, korosova2013@yandex.ru

Изучено анатомическое строение стебля *Eremogone saxatilis* (L.) Иконн в разных частях побега. Приведены биометрические параметры слагающих структур. Выявлены адаптации на анатомическом уровне, подтверждающие исходно степное происхождение вида.

Ключевые слова: *Eremogone saxatilis*, стебель, клетка, воздухоносная полость, механические ткани, ксероморфность.

*Eremogone saxatilis* (L.) Иконн (пустынница скальная) – растение семейства гвоздичные (Caryophyllaceae), распространенное на территории России в европейской части и в южных районах Сибири [1]. Вид встречается от полупустынных до сухолуговых местообитаний, на довольно богатых слабо аллювиальных почвах с переменным и умеренно переменным увлажнением. *E. saxatilis* характеризуется невысокой способностью к использованию различных условий среды, в частности значительно реагируя на почвенное увлажнение [2].

В Кировской области пустынница является редким видом [3], произрастающим на границе своего ареала по полянам и опушкам сухих сосновых

лесов южных районов региона [4]. Определение анатомо-морфологических адаптаций к существованию за пределами сплошного распространения весьма актуально в связи с поддержанием состояния таких видов. В связи с этим цель работы – изучение анатомического строения стебля *E. saxatilis* для выявления адаптаций к условиям среды обитания.

Материалом для исследования послужили зафиксированные целостные особи *E. saxatilis* в зрелом генеративном онтогенетическом состоянии, собранные в 2019 году в 117 квартале зоны регулируемого лесопользования особо охраняемой природной территории «Медведский бор» Нолинского района Кировской области.

В лаборатории провели серию поперечных срезов стебля в подземной и надземных розеточной и удлинённой частях побега. Для лучшего микроскопирования срезы окрашивали флороглюцином [5]. Изучали особенности анатомического строения с помощью бинокулярного микроскопа Motic BA 300 со встроенной цифровой камерой. Структуры измеряли с использованием программного обеспечения, разработанного научным сотрудником лаборатории биомониторинга Института биологии Коми НЦ УрО РАН, канд. техн. наук Г. Я. Кантором. Все количественные данные статистически обработаны с вычислением среднего арифметического значения и ошибки среднего.

Геофильная часть стебля имеет вторичное строение. На поперечном срезе выделяется перидерма, вторичная кора и стела (рис. 1). Снаружи хорошо выражена вторичная покровная ткань – перидерма. Пробку составляют 5–9 слоев, плотно примыкающих друг к другу прямоугольных мёртвых клеток.

Вторичная кора, размеры которой в среднем  $264,50 \pm 33,62$  мкм (табл. 1), представлена несколькими слоями пластинчатой колленхимы – клетки паренхимной формы с сильно утолщенными клеточными стенками (рис. 1).

Основную часть поперечного среза стебля занимает центральный цилиндр, имеющий непучковое строение. Флоэма представлена лубяной паренхимой, ситовидными трубками с клетками спутницами. Сосуды вторичной ксилемы достаточно крупные, диаметром  $44,00 \pm 8,33$  мкм (табл. 1). К центру стелы располагается первичная ксилема с более мелкими по диаметру сосудами и трахеидами. Ограничивает флоэму и ксилему друг от друга камбий, состоящий из двух рядов плотно примыкающих прямоугольных клеток.

В центре располагается небольшая воздухоносная полость. Также в паренхимных клетках центрального цилиндра имеется запас веществ (рис. 1).

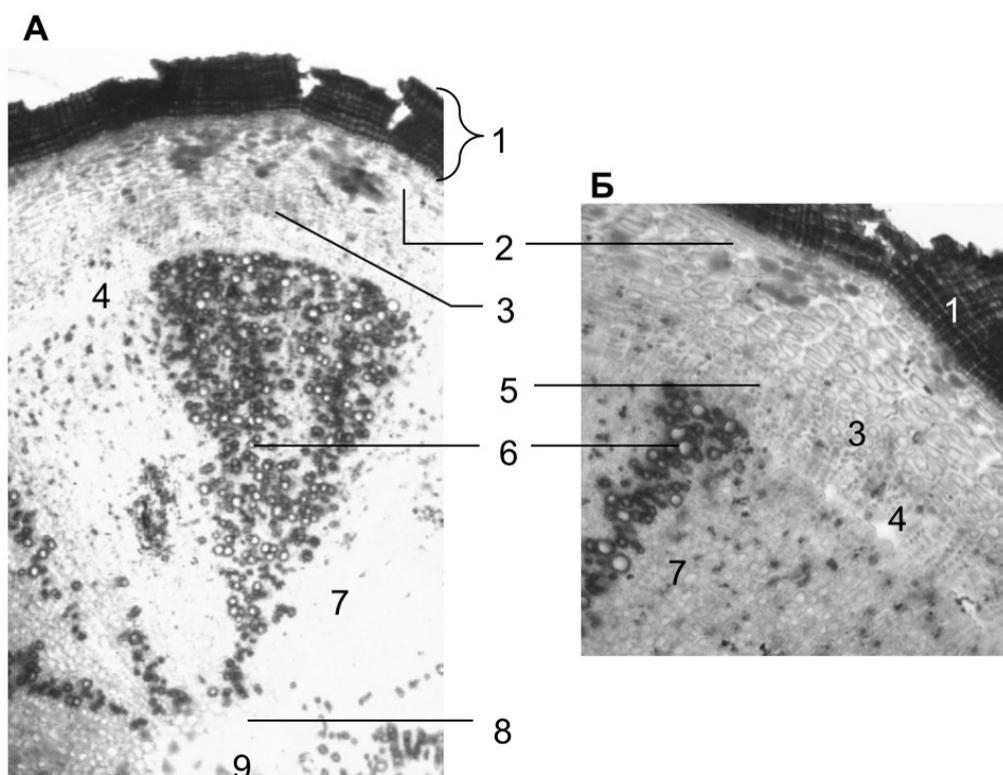


Рис. 1. Поперечный срез многолетней подземной части стебля *Eremogone saxatilis*: А – сектор стебля (увел. 4×10); Б – в области коровой паренхимы (увел. 10×10); 1 – перидерма; 2 – пластинчатая колленхима; 3 – склеренхима; 4 – камбий; 5 – флоэма; 6 – сосуды ксилемы; 7 – древесинная паренхима; 8 – сердцевинная паренхима; 9 – воздухоносная полость

Таблица 1

**Значения биометрических показателей *Eremogone saxatilis* в подземной части стебля**

Параметры	Значения, мкм
Длина клеток пробки	$\frac{16,70 \pm 3,47}{13,0-21,0}$
Ширина клеток пробки	$\frac{10,30 \pm 1,16}{9,0-12,0}$
Толщина перидермы	$\frac{192,10 \pm 23,16}{165,0-230,0}$
Толщина коровой паренхимы	$\frac{264,50 \pm 33,62}{210,0-305,0}$
Диаметр сосудов ксилемы	$\frac{28,70 \pm 5,54}{17,0-35,0}$
Диаметр клеток сердцевинной паренхимы	$\frac{44,00 \pm 8,33}{32,0-59,0}$

На поперечном сечении стебель в розеточной части побега округлой формы, имеет типичное строение непучкового типа. В его структуре хорошо дифференцированы следующие гистолого-топографические зоны: эпидерма, первичная кора и центральный цилиндр (рис. 2, А).

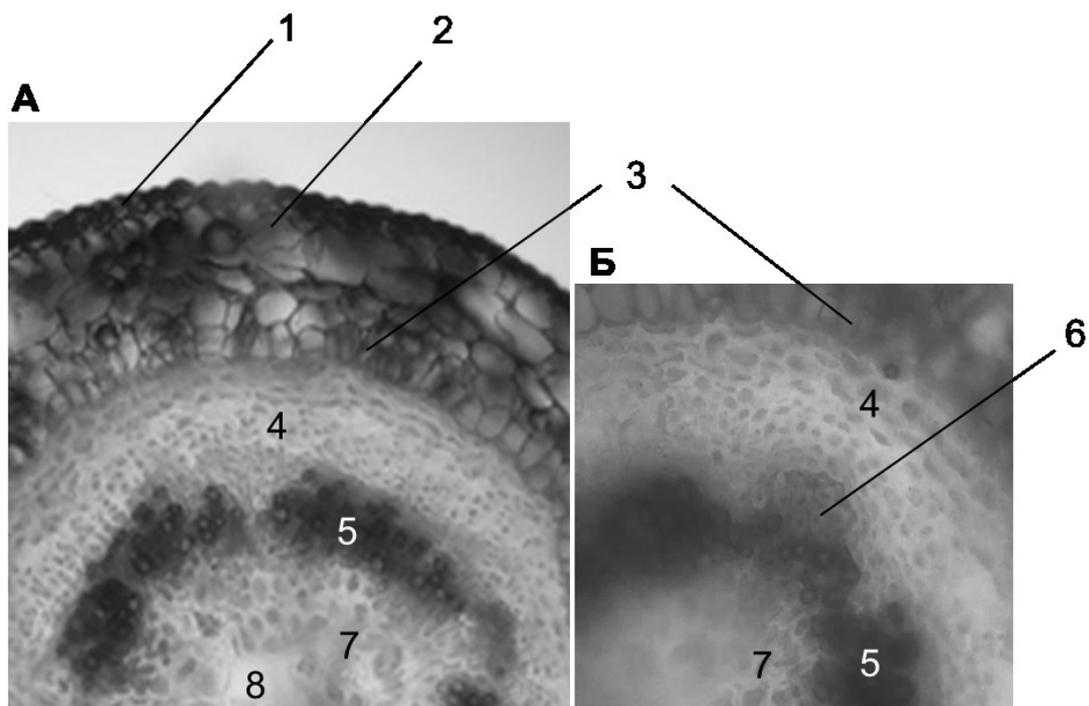


Рис. 2. Поперечный срез стебля *Eremogone saxatilis* розеточной части побега:  
 А – сектор стебля (увел. 10×10, окрашивание флороглюцином);  
 Б – в области центрального цилиндра (увел. 40×10, окрашивание флороглюцином); 1 – эпидерма; 2 – коровая паренхима; 3 – эндодерма;  
 4 – флözма; 5 – ксилема; 6 – склеренхима; 7 – паренхима центрального цилиндра; 8 – воздухоносная полость

Эпидерма состоит из одного ряда плотно примыкающих друг к другу клеток овальной формы (рис. 2). Над ней расположена кутикула. Ниже лежит коровая паренхима, толщина которой  $92,80 \pm 14,51$  мкм. Она сложена из рыхло расположенных вытянутых овальных клеток с тонкими клеточными стенками. Паренхиму коры ограничивает эндодерма из более округлых клеток, плотно примыкающих друг к другу, размеры которой достигают  $21,50 \pm 4,55$  мкм (табл. 2).

В центральном цилиндре просматривается флözма, преобладающая в размерах над ксилемой с большим количеством сосудов. Механические ткани в розеточной части побега представлены небольшими островками склеренхимы, располагающимися над ксилемой (рис. 2, Б, б).

Центральную часть слагает сердцевинная паренхима из округлых по форме клеток с утолщенными клеточными стенками, диаметр которых варьирует от 13 до 27 мкм (табл. 2). В центре располагается небольшая воздухоносная полость.

Стебель удлиненной части побега имеет аналогичное строение, но наблюдаются некоторые различия (рис. 3). Здесь воздухоносная полость занимает половину от всего диаметра, что в 17,5 раз больше, чем в розеточной части побега (табл. 2). Также очень хорошо развиты механические ткани, расположенные уже по всему диаметру стебля.

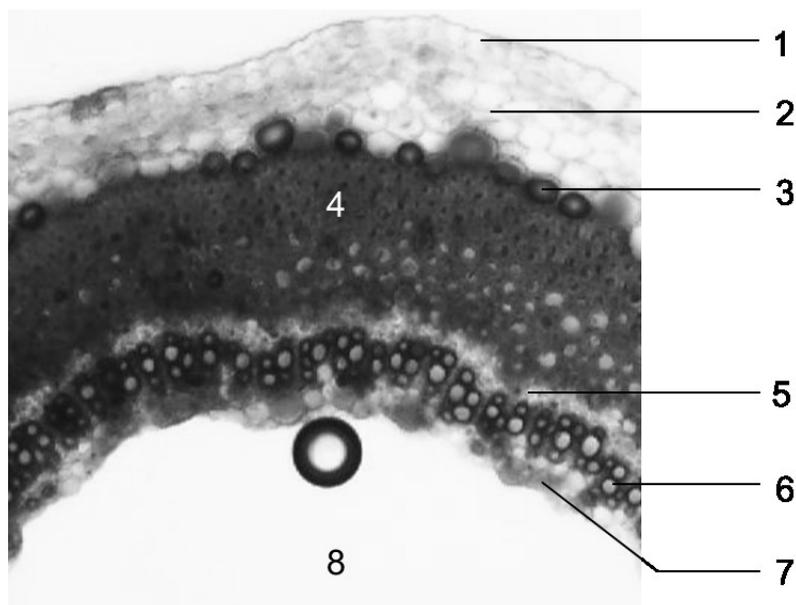


Рис. 3. Поперечный срез стебля *Eremogone saxatilis* удлиненной части побега (увел. 10×10, окрашивание флороглюцином): 1 – эпидерма; 2 – коровая паренхима; 3 – эндодерма; 4 – склеренхима; 5 – флоэма; 6 – ксилема; 7 – паренхима центрального цилиндра; 8 – воздухоносная полость

Данные особенности в строении способствуют поддержанию побега в наземно-воздушной среде в ортотропном положении и обеспечивают вынос соцветия в верхние ярусы травостоя.

Таблица 2

**Значения биометрических показателей *Eremogone saxatilis* в надземной части стебля**

Параметры	Значения, мкм	
	Розеточный участок побега	Удлиненный участок побега
Толщина эпидермы	$\frac{14,10 \pm 2,77}{10,0-20,0}$	$\frac{10,10 \pm 2,56}{6,0-15,0}$
Толщина первичной коры	$\frac{92,80 \pm 14,51}{75,0-120,0}$	$\frac{51,80 \pm 3,14}{33,0-75,0}$
Толщина эндодермы	$\frac{21,50 \pm 4,55}{16,0-30,0}$	$\frac{16,10 \pm 8,33}{14,0-21,0}$
Диаметр сосудов ксилемы	$\frac{10,50 \pm 1,08}{9,0-12,0}$	$\frac{9,00 \pm 1,63}{32,0-59,0}$
Диаметр клеток сердцевинной паренхимы	$\frac{18,80 \pm 4,54}{13,0-27,0}$	$\frac{14,00 \pm 3,94}{9,0-20,0}$
Диаметр воздухоносной полости	$\frac{31,80 \pm 3,77}{28,0-40,0}$	$\frac{559,50 \pm 11,65}{540,0-575,0}$

Таким образом, анатомическое строение стебля *E. saxatilis* несет черты приспособленности к условиям среды. Наличие вторичных покровных тканей предохраняет растение от таких неблагоприятных воздействий, как механические повреждения, высыхание, температурные воздействия и пр. Хорошо

развитые проводящие ткани обеспечивают весь организм необходимыми в питании минеральными элементами и водой. Развитые механические ткани в стебле удлиненной части побега способствуют поддержанию его в наземно-воздушной среде в ортотропном положении. Наличие центральной воздухоносной полости в осевых органах обеспечивает необходимый запас воздуха в неблагоприятный период для растения и сохраняет жизнеспособность клеток. Большинство вышеперечисленных признаков свидетельствуют о ксероморфности исследуемого вида и его исходно степном происхождении.

#### **Библиографический список**

1. Губанов И. А. и др. Иллюстрированный определитель растений Средней России: в 3-х томах. М. : Т-во науч. изд. КМК, Ин-т технол. иссл., 2004. 520 с.
2. Копосова К. Д., Савиных Н. П. География и экология пустынь злаколистной // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем : материалы XVI Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. уч. Кн. 2. Киров: ВятГУ, 2018. С. 51–55.
3. Красная книга Кировской области: животные, растения, грибы. Изд. 2-е / под ред. О. Г. Барановой и др. Киров : ООО «Кировская областная типография», 2014. 336 с.
4. Тарасова Е. М. Флора Вятского края. Ч. 1. Сосудистые растения. Киров : ОАО «Кировская областная типография», 2007. 440 с.
5. Справочник по ботанической микротехнике. Основы и методы / Р. П. Барыкина, Т. Д. Веселова, А. Г. Девятов, Х. Х. Джалилова, Г. М. Ильина, Н. В. Чубатова. М. : Изд-во МГУ, 2004. 312 с.

### **ПРИСПОСОБЛЕНИЯ *SOLANUM DULCAMARA* L. К ЛИАНОИДНОМУ ОБРАЗУ ЖИЗНИ**

***И. А. Коновалова***

*Вятский государственный университет, S-dulcamara@yandex.ru*

В статье представлен ряд структурных и анатомических особенностей, позволяющих рассматривать *Solanum dulcamara* L. в качестве лианы. Возникновение некоторых из них рассмотрено с точки зрения модусов морфологической эволюции.

Ключевые слова: *Solanum dulcamara* L., лиана, приспособления к лианоидному образу жизни, модусы морфологической эволюции.

Согласно общепринятым представлениям, лиана – вторичная жизненная форма растений, сложившаяся в ходе адаптации к обитанию в тенистых лесах, в качестве предковой группы которой выступают растения-гелиофиты [1]. Лианы являются важным физиогномическим компонентом тропических лесных экосистем, тем самым отличая их от лесов умеренного пояса [2, 3].

Несмотря на то, что вьющиеся растения умеренных широт «дают лишь слабое представление о разнообразии подобных растений в тропиках» [4, с. 120], они также обладают рядом приспособительных черт к лианоидному об-

разу жизни. Цель настоящего сообщения – на примере полудревесной лианы *Solanum dulcamara* L. (паслен сладко-горький) рассмотреть эти особенности.

Становление лиановидной жизненной формы у *S. dulcamara* происходит поэтапно: из семени развивается стержнекорневое прямостоячее растение, затем за счет полегания и укоренения побегов – полукустарник со смешанной корневой системой и, в результате развития эпигеогенного корневища, – корневищный лиановидный полукустарник. Лианы с присутствием прямостоячих форм в онтогенезе привлекают особый интерес у исследователей. Среди них известны такие виды, как *Dalbergia tamarindifolia* [1] и *Croton nuntians* [5]. Это позволяет считать *S. dulcamara* уникальным объектом исследования.

Одним из основных критериев, характеризующих лианоидную жизненную форму, по мнению ряда авторов [3, 6–8], является наличие слабых стеблей, неспособных постоянно сохранять вертикальное положение. Малые затраты ресурсов растения на структурную поддержку побегов обуславливают их быстрый рост и вынос ассимилирующей массы в условия благоприятного освещения [2]. Многие из них при этом увеличивают число побеговых систем. Паслен реализует подобную потенцию за счет развития добавочных почек и как следствие – пазушных сериальных комплексов.

Среди механизмов закрепления тела растения на опоре *S. dulcamara*, по мнению ряда авторов [9–11], обладает наиболее широко распространенным способом с точки зрения богатства видов в разных регионах мира – скручиванием стебля. Он позволяет лианам населять разные типы насаждений и взбираться на деревья с диаметром стволов до 30 см, в то время как растения, имеющие приспособления к лазанию в виде усиков или крючков, чаще встречаются в молодых вторичных лесах с деревьями небольшого диаметра и густой травянистой растительностью [11, 12].

Все побеги *S. dulcamara* развиваются как вьющиеся с длинными междоузлиями и ассимилирующими листьями. Это сближает его с травянистыми видами лиан, такими как *Humulus lupulus*, *Convolvulus* и *Phaseolus* [6]. По сравнению с подавляющим большинством лиан умеренного климата, обвивающих опоры против движения часовой стрелки, паслен демонстрирует редкое явление: его побеги обвивают опоры в разных направлениях, что расширяет его возможности в поиске.

Несмотря на то, что побеги *S. dulcamara*, как и многих других вьющихся растений, полегают при отсутствии опоры, их верхушки стабильно направлены вверх и совершают круговые нутации. А. Г. Головач [8] характеризует эту фазу в их развитии как поисковую, имеющую большое биологическое значение: так растение при одновременном росте обеспечивает захват и более надежное закрепление на новой территории.

При этом у паслена наблюдается заторможенность роста листьев и междоузлий в верхней части побега. Значения площадей листовых пластинок и длин междоузлий стремительно уменьшаются от первого метамера к последнему, расположенному под соцветием. Это способствует снижению веса

верхушек побегов, приводит к эпифильным сдвигам и как следствие – смещению терминального соцветия в боковое положение.

Последнее в ходе эволюции лиан открывает гораздо бóльшие возможности для роста побегов в длину. Узловым этапом выступают растения, у которых верхушечная почка замещается боковой, позднее преобразующейся в соцветие. Так происходит переход от моноподиального – более примитивного типа роста [13] – к симподиальному нарастанию побегов, который характерен для ряда деревянистых лиан, в том числе представителей родов *Hedera*, *Clematis*, *Parthenocissus* [14]. Наряду с известными растениями *Cissus* [15] и *Vitis* [1], *S. dulcamara* демонстрирует переходную форму, у которой в онтогенезе совершается смещение сформированного соцветия в сторону от активно развивающегося побега замещения. Так при симподиальном (эволюционно продвинутом) нарастании побегов паслен имеет псевдолатеральное соцветие. Подобные изменения расцениваем в качестве девиации на уровне побега и особи в целом.

В строении самого соцветия *S. dulcamara*, по сравнению с другими представителями рода, наблюдаются преобразования в виде терминальной аббревиации – редукции цветка одной из боковых осей дихазия. Вероятно, ее стерильность обусловлена, как и у *Vitis* [1], недостатком питания. Предполагаем, что эти изменения имеют большой биологический смысл, учитывая, что у некоторых лиан (*Passifloraceae*, *Sapindaceae*) в результате редукции соцветий в ходе эволюции образовались усики. У виноградовых [1] стерильные веточки соцветий обрели способность к гаптотропическому движению и оказались полезным придатком для закрепления тела растения на опоре. Не исключаем, что *S. dulcamara* демонстрирует переходную форму в ряду подобных преобразований.

Быстрый рост побегов лиан требует накопления большого количества запасных питательных веществ и быструю их транспортировку к местам потребления. У *S. dulcamara* основным органом, выполняющим запасующую функцию, выступают стеблеродные придаточные корни, в клетках коровой паренхимы которых сосредоточены зерна крахмала. Повышение функциональности корней расцениваем как пролонгацию.

У паслена обнаружены некоторые особенности внутреннего строения, служащие в качестве приспособлений для облегчения веса тела. Среди них отмечаем: раннее опробковение клеток сердцевины стебля, их отмирание с образованием крупной полости, незначительное число склеренхимных механических элементов в строении стебля и наличие широкопросветных сосудов. Последнее типично для всех лиан и только для *S. dulcamara* среди представителей *Solanum*.

Таким образом, исследуемый вид демонстрирует ряд особенностей в строении, обеспечивающих успешное существование особей в виде лианоидной жизненной формы. Слабые стебли, способные к круговым нутациям, и псевдолатеральное положение соцветия способствуют нахождению, обвитию опоры и выносу ассимилирующей массы к свету. Облегчение веса тела реали-

зуется за счет заторможенного роста листьев верхушек побегов, наличия центральной полости в стебле, малого числа механических элементов в строении осевых органов, широкопросветных сосудов. Объем ассимилирующей массы увеличивается в результате образования сериальных комплексов. Питание побегов частично реализуется за счет запаса углеводов в корнях растения. Среди лиан *S. dulcamara* демонстрирует наиболее продвинутые способы побегообразования (симподиальное нарастание) и закрепления тела растения на опоре (скручивание стебля).

#### Библиографический список

1. Баранов П. А. Опыт анализа приспособительной эволюции лазящих растений // Труды МОИП. Отд. биол. : сб. работ по геоботанике, ботанической географии, систематике растений и палеогеографии. 1960. Т. III. С. 27–42.
2. Tang Y., Kitching R. L., Cao M. Lianas as structural parasites: a re-evaluation // *Chin Sci Bull.* 2012. Vol. 57. P. 307–312.
3. Addo-Fordjour P., Rahmad Z. B. Liana Assemblages in Tropical Forests of Africa and Southeast Asia: Diversity, Abundance, and Management. *Biodiversity of Lianas.* 2015. P. 81–98.
4. Ричардс П. У. Тропический дождевой лес. М. : Изд-во иностранной литературы, 1961. 449 с.
5. Gallenmüller F., Rowe N., Speck T. Development and growth form of the neotropical liana *Croton nuntians*: the effect of light and mode of attachment on the biomechanics of the stem // *Plant Growth Regul.* 2004. Vol. 23. P. 83–97. doi: 10.1007/s00344-004-0045-z
6. Серебряков И. Г. Экологическая морфология растений: Жизненные формы покрытосеменных и хвойных. М. : Высш. школа, 1962. 378 с.
7. Серебряков И. Г. Жизненные формы высших растений и их изучение // *Полевая геоботаника.* М.–Л. : Наука, 1964. Т. 3. С. 146–205.
8. Головач А. Г. Лианы, их биология и использование. Л. : Наука, Ленингр. отд-ние, 1973. 259 с.
9. Forest climbing plants of West Africa: introduction / F. Bongers, M. P. E. Parren, M. D. Swaine, D Traoré // *Forest climbing plants of West Africa: diversity, ecology and management.* CAB International, Wallingford. 2005. P. 5–18.
10. Diversity and distribution of climbing plants in a semi-deciduous rain forest / P. Addo-Fordjour, A. K. Anning, E. A. Atakora, P. S. Agyei // *Int. J. Bot.* 2008. Vol. 4. P. 186–195.
11. Addo-Fordjour P., Rahmad Z. B., Shahrul A. M. S. Effects of human disturbance on liana community diversity and structure in a tropical rainforest // *Plant Ecol.* 2012. Vol. 4. P. 391–399.
12. Baars R., Kelly D., Sparrow A. S. Liane distribution within native forest remnants in two regions of the South Island // *N Z J Ecol.* 1998. Vol. 22. P. 71–85.
13. Серебряков И. Г. Морфология вегетативных органов высших растений. М. : Сов. наука, 1952. 391 с.
14. Эргашева Г. Н. Древовидные лианы в условиях сухих субтропиков Таджикистана: интродукция, биология, экология и использование : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Уфа, 2013. 33 с.
15. Brandt M. Untersuchungen über den Sprossaufbau der Vitaceen mit besonderer Berücksichtigung der afrikanischen Arten. Berlin. Diss. 1911.

**ПЛОТНОСТЬ И ОНТОГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА  
*CYPRIPEDIUM CALCEOLUS* L. В ХВОЙНЫХ ФИТОЦЕНОЗАХ  
ОБЛЕСЕННЫХ СКЛОНОВ ДОЛИНЫ РЕКИ КАМА  
(КИРОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

**Н. Ю. Егорова<sup>1,2</sup>, В. Н. Сулейманова<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> *Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства имени профессора Б. М. Житкова,  
n\_chirkova@mail.ru*

<sup>2</sup> *Вятский государственный агротехнологический университет*

Приводятся данные по изучению онтогенетической структуры *Cypripedium calceolus* L. Показано, что онтогенетические спектры изученных ценопопуляций (ЦП) имеют один максимум, приходящийся на генеративные особи. По классификации «дельта-омега» исследуемые ЦП являются стареющими.

Ключевые слова: *Cypripedium calceolus*, ценопопуляция, онтогенетическая структура, эффективная плотность, индекс возрастности, индекс эффективности.

Исследования в области популяционной экологии и биологии видов способствуют пониманию механизмов, обеспечивающих существование их природных популяций в современных растительных сообществах. Особенно актуальны эти исследования для редких и исчезающих таксонов, поскольку позволяют оценить состояние популяций таких видов, разработать рекомендации по организации постоянного мониторинга и принятию эффективных мер по их сохранению и охране.

Во флоре Кировской области представители семейства Orchidaceae относятся к числу наиболее уязвимых, вследствие усиливающегося антропогенного воздействия на их характерные биотопы. К настоящему времени проведен ряд популяционных исследований некоторых таксонов этого семейства [1–6]. Однако, работы по изучению *Cypripedium calceolus* L., по-прежнему весьма отрывочны, имеющиеся данные не позволяют получить общее представление о состоянии всех известных на сегодняшний день популяций вида на территории региона [4–6].

В данной работе представлены результаты исследования, проведенного в 2020 г., двух ценопопуляций (ЦП) *C. calceolus*, одна из которых – ЦП 1 – изучена в условиях елово-соснового неморально-травяного фитоценоза, другая – ЦП 2 – в елово-пихтовом кислично-чернично-травяном лесу. Оба сообщества приурочены к облесенным склонам коренного берега р. Кама (Афанасьевский район, Кировская область).

Описание исследованных растительных сообществ осуществляли в соответствии с общепринятыми геоботаническими методами и подходами [7].

Латинские названия сосудистых растений приведены в соответствии с базой данных Plants of the World Online [8]. Возрастные состояния *C. calceolus* выделены согласно описаниям [9] на основе морфологических признаков надземных органов растений (исследования проведены без выкапывания особей). Участие отдельных онтогенетических групп в сложении популяции уточняют индексы генеративности ( $I_{ген.}$ ) и возобновляемости ( $I_{возобн.}$ ), рассчитанные по рекомендациям И. Н. Коваленко [10]. Тип ЦП определяли по классификации «дельта-омега» [11], с учетом поправок, предложенных Н. А. Виляевой [12] на основе индексов возрастности ( $\Delta$ ) и эффективности ( $\omega$ ) [11, 13].

Изученные местообитания *C. calceolus* расположены по крутому склону северо-западной экспозиции правого берега р. Кама. В сложении древесного яруса фитоценозов с исследуемым видом принимают участие *Picea abies*, *Pinus sylvestris*, *Abies sibirica*. Возраст древостоя в сообществах варьирует от 60 до 90 лет, высота – от 18 до 23 м, сомкнутость крон – от 0,4 до 0,7. Подрост, как правило, разреженный, состоит из *Picea abies*, *Abies sibirica*. В подлеске отмечено 5 видов: *Sorbus aucuparia*, *Atragene sibirica*, *Rosa acicularis*, *Juniperus communis*, *Lonicera xylosteum*, *Ribes spicatum*. Общее проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса (ТКЯ) варьирует от 25% (ЦП 1) до 65% (ЦП 2). В составе ТКЯ ЦП 1 описано 28 видов высших сосудистых растений, ЦП 2 – 35 таксонов. В ТКЯ наряду с бореальными видами, со значительным обилием присутствуют неморальные виды – *Asarum europaeum*, *Actaea spicata*, *Lathyrus vernus*, *Aegopodium podagraria*, *Luzula pilosa*. Моховой покров формируют зеленые мхи: в елово-сосновом неморально-травяном лесу (ЦП 1) он фрагментарный, в елово-пихтовом кислично-чернично-травяном лесу – сплошной.

В ЦП 1 выделены 16 групповых скоплений вегетативных и генеративных особей *C. calceolus*. Число особей в локусах варьировало от 1 до 7 экз. Группы встречались на расстоянии от 1,5 до 20 м друг от друга. Суммарная площадь скоплений составила 240 м<sup>2</sup>. Общее количество зафиксированных здесь особей *C. calceolus* всего 43 экз.

В ЦП 2 особи также распределены неравномерно. Наиболее часто встречаются как единичные побеги *C. calceolus*, так и немногочисленные группы, представленные 2–3 особями. Многочисленные куртины, включающие 13–15 растений разных онтогенетических групп, редки. Всего в пределах данной ЦП (площадь 6695 м<sup>2</sup>) выявлено 40 популяционных локусов с общей численностью 145 особей.

Общая и эффективная плотность особей *C. calceolus* в ЦП 1 характеризовалась невысокими значениями (0,18 и 0,14 особей/м<sup>2</sup> соответственно). Еще ниже данные показатели в ЦП 2 – 0,02 особей/м<sup>2</sup>.

Анализ соотношения групп особей разных онтогенетических состояний показал, что в изученных ЦП *C. calceolus* наиболее представлена группа генеративных растений (от 62 до 79%) (рис.).

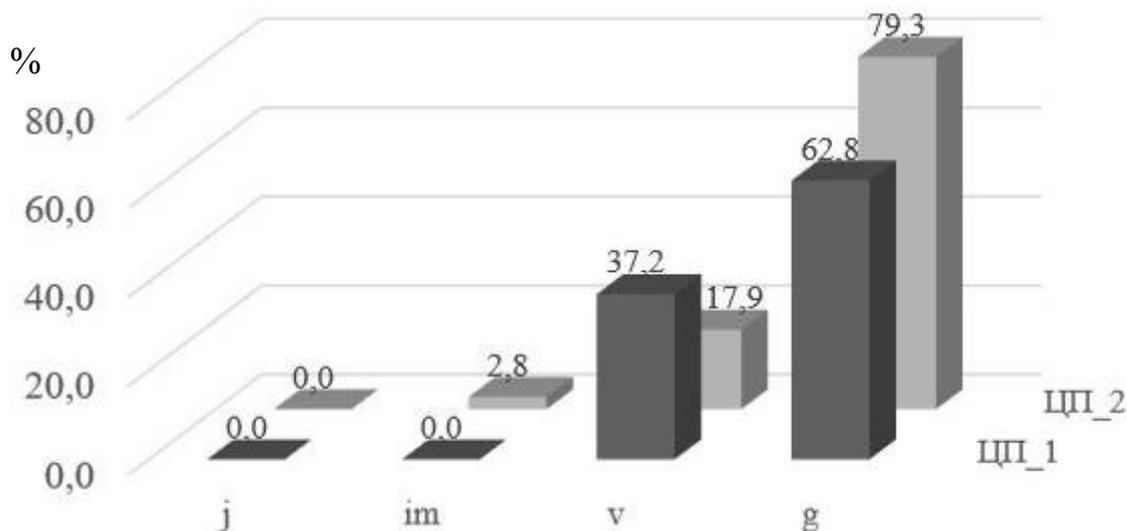


Рис. Онтогенетические спектры ценопопуляций *Cypripedium calceolus* в хвойных фитоценозах облесенных склонов долины реки Кама

Также высока доля участия виргинильных особей (17,9–37,2%). Особи имматурного онтогенетического состояния отмечены только в ЦП 2, где их участие не превышало 3%. Ювенильные растения отсутствовали в обеих ЦП. Онтогенетические спектры исследуемых ЦП характеризуются как одновершинные правосторонние. Правосторонний тип спектра был отмечен у *C. calceolus* и в хвойных фитоценозах, приуроченных к выходам известняковых пород в долине реки Вятка [5, 6].

Данные, приведённые в таблице, свидетельствуют об очень высоком индексе генеративности в изученных популяциях. Его значение в ЦП 2 составило 80%, в ЦП 1 ниже – 63%.

Таблица

**Некоторые демографические показатели изученных ценопопуляций *Cypripedium calceolus***

№ ЦП	$I_{\text{возобн}}, \%$	$I_{\text{генер}}, \%$	$\Delta$	$\omega$	« $\Delta-\omega$ »
ЦП 1	37,2	62,8	0,370	0,801	стареющая
ЦП 2	19,3	80,7	0,426	0,886	стареющая

По критерию «дельта-омега» рассматриваемые ЦП классифицируются как стареющие (табл.), о чем свидетельствуют и высокие показатели индексов возрастности и эффективности ( $\Delta = 0,370-0,426$ ,  $\omega = 0,801-0,886$ ).

Таким образом, рассматриваемые ЦП *C. calceolus* характеризуются низкими значениями плотности, онтогенетическая структура их нормальная, неполночленная, с преобладанием особей генеративной группы. По классификации «дельта-омега» исследуемые ЦП являются стареющими.

**Библиографический список**

1. Чупракова Е. И., Пересторонина О. Н. Мониторинговое исследование ценопопуляции *Listera ovata* (L.) R.Br. в Кировской области // Проблемы региональной экологии в

условиях устойчивого развития : сб. материалов VI Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Киров: ООО «О-Краткое», 2008. С. 44–47.

2. Чупракова Е. И., Савиных Н. П. Онтогенез и мониторинг ценопопуляции *Epipactis palustris* (L.) Crantz с позиции охраны вида // Теоретическая и прикладная экология. 2014. № 3. С. 109–115. doi: 10.25750/1995-4301-2014-3-109-115

3. Пакеева А. Э., Пересторонина О. Н. Семейства Orchidaceae особо охраняемой природной территории «Медведский бор» // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем : материалы XVI Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Киров : Изд-во Вятский государственный университет, 2018. Кн. 2. С. 67–69.

4. Харина В. А., Пересторонина О. Н. Оценка состояния ценопопуляции *Cypripedium calceolus* на северо-востоке Кировской области // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем : материалы XVII Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Киров : Вятский государственный университет, 2019. С. 203–207.

5. Егорова Н. Ю., Сулейманова В. Н. Оценка состояния ценопопуляций *Cypripedium calceolus* L. на выходах известняковых пород по склонам долины реки Вятка // Вестник Томского гос. ун-та. Биология. 2019. № 47. С. 40–58. doi: 10.17223/19988591/47/3.

6. Егорова Н. Ю., Сулейманова В. Н., Егошина Т. Л. Динамика демографической структуры ценопопуляций *Cypripedium calceolus* L. (Orchidaceae) в долине реки Вятка // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отделение Биологическое. 2020. Т. 125. Вып. 2. С. 51–59.

7. Методы изучения лесных сообществ / Е. Н. Андреева, И. Ю. Баккал, В. В. Горшков, И. В. Лянгузова, Е. А. Мазная, В. Ю. Нешатаев, В. Ю. Нешатаева, Н. И. Ставрова, В. Т. Ярмишко, М. А. Ярмишко. СПб. : НИИХимии СПбГУ, 2002. 240 с.

8. Plants of the World Online (<http://www.plantsoftheworldonline.org/>).

9. Фардеева М. Б. Онтогенез *Cypripedium calceolus* L. // Онтогенетический атлас лекарственных растений. Йошкар-Ола : МарГУ, 2002. Т. 3. С. 114–120.

10 Коваленко І. М. Структура популяцій домінантів трав'яно-чагарникового ярусу в лісових фітоценозах Деснянсько-Старогутського національного природного парку. І. Онтогенетична структура // Український ботанічний журнал. 2005. Т. 62. № 5. С. 707–714.

11. Животовский Л. А. Онтогенетические состояния, эффективная плотность и классификация популяций растений // Экология. 2001. № 1. С. 3–7.

12. Виляева Н. А. Состояние популяций *Platanthera bifolia* (L.) Rich. и *Platanthera chlorantha* (Cust.) Reichenb. (Orchidaceae) в национальном парке «Смоленское Поозерье» // Вестник Рос. ун-та дружбы народов. Серия Экология и безопасность жизнедеятельности. 2014. № 4. С. 5–10.

13. Уранов А. А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов // Биол. науки. 1975. № 2. С. 7–34.

## ЭКОЛОГО-ЦЕНОТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА *DACTYLORHIZA FUCHSII* (DRUCE) SOO В ПРЕДЕЛАХ ЮЖНОЙ ПОДЗОНЫ ТАЙГИ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Ю. В. Гудовских<sup>1</sup>, Т. Л. Егошина<sup>1</sup>, А. В. Кислицына<sup>1</sup>,  
Е. А. Лугинина<sup>1</sup>, Т. С. Соро<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства  
и звероводства им. проф. Б. М. Житкова, [etl@inbox.ru](mailto:etl@inbox.ru)

<sup>2</sup> Вятский государственный агротехнологический университет

В статье представлены некоторые особенности эколого-ценотической характеристики ценопопуляции (ЦП) *Dactylorhiza fuchsii* в пределах южной подзоны тайги Кировской области. Отмечен узкий диапазон осваиваемого экологического пространства. Выявлено, что по отношению к факторам почвенного увлажнения, кислотности и переменности увлажнения почв границы экологической ниши, занимаемой видом, приближены к потенциальным, отмеченным Д. Н. Цыгановым.

Определен усредненный онтогенетический спектр исследованных ЦП *D. fuchsii*: нормальный, неполночленный, правостороннего типа с абсолютным максимумом на генеративных растениях и локальным пиком – на ювенильных.

Ключевые слова: *Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soo, Кировская область, онтогенез, эколого-ценотическая характеристика, южная тайга.

Пальцекорник Фукса (*Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soo) относится к семейству Orchidaceae, имеет евро-азиатский ареал [1], распространен на территории Европы и Азии. В России встречается в европейской части, от юга Карелии до Волжско-Донского района и Заволжья [2, 3].

*D. fuchsii* – многолетнее травянистое поликарпическое растение с пальчатораздельным стеблекорневым тубероидом [4]. Гигромезофит. Геофит. В Кировской области орхидея включена в список Приложения № 2 к Красной книге [5], как вид, нуждающийся в постоянном контроле и наблюдении. В регионе эколого-ценотическая характеристика вида, на параметрах которой базируются принципы и методы охраны вида, изучена фрагментарно и только в пределах среднетаежной подзоны [6].

Цель настоящего исследования заключалась в выявлении особенностей эколого-ценотической приуроченности и онтогенетической структуры ценопопуляций *D. fuchsii* в условиях южной подзоны Кировской области.

Исследование эколого-биологических параметров ценопопуляций (ЦП) *D. fuchsii* проводилось в полевой сезон 2019 года на территории Слободского района. Растительные сообщества, в которых произрастал *D. fuchsii*, описывали согласно методикам эколого-фитоценотического подхода к классификации растительности, с детализацией видового состава, физико-географических ус-

ловий и таксационных характеристик [7]. Названия видов приведены в соответствии с базой данных The Plant List [8].

Онтогенетические состояния растений определяли согласно методическим разработкам и сведениям [9]. За счетную единицу при ценопопуляционных исследованиях принята особь.

Для выявления экологических предпочтений *D. fuchsii* проведена обработка геоботанических описаний по индикационным экологическим шкалам Д. Н. Цыганова [10]. Экологическую валентность и толерантность вида оценивают в соответствии с методикой Л. А. Жуковой [11]. Для определения приспособленности ценопопуляции (ЦП) вида к изменению одного экологического фактора, рассчитывали потенциальную экологическую валентность (PEV) по формуле:  $PEV = (A_{\max} - A_{\min} + 1) / n$ , где  $A_{\max}$  и  $A_{\min}$  – максимальные и минимальные значения ступеней шкалы, занятые видом,  $n$  – общее число ступеней в шкале. Реализованную экологическую валентность определяли по формуле:  $REV = (A_{\max} - A_{\min} + 0,01) / n$ , где  $A_{\max}$  и  $A_{\min}$  – максимальные и минимальные значения ступеней шкалы, занятые конкретными ЦП;  $n$  – общее число ступеней в шкале.

Для выявления степени использования шкал определяли коэффициент экологической эффективности ( $K_{\text{ec. eff.}}$ ), как отношение реализованной экологической валентности к потенциальной. Индекс толерантности (It) вида или его меру стено-эврибионтности определяли по формуле:  $It = \sum PEV / \sum$  шкал рассматриваемых факторов [11].

Полученные данные обработаны статистически с использованием традиционных методов [12].

*D. fuchsii* в районе исследований отмечен в елово-березовом лесу с примесью осины и сосны разнотравном и на разнотравно-злаковом сыром лугу в окружении сосняка лишайникового.

Древостой и подрост изученных фитоценозов представлен *Populus tremula* L., *Betula pubescens* Ehrh. и *B. pendula* Roth., *Picea obovata* Ledeb., *Pinus sylvestris* L. В подлеске отмечено 5 видов, среди которых преобладают *Salix cinerea* L., *Viburnum opulus* L., *Rubus idaeus* L., *Sorbus aucuparia* L., *Frangula alnus* Mill.

В составе травяно-кустарничкового яруса (ТКЯ) обследованных фитоценозов зафиксировано 50 видов, среди них доминируют: *Maianthemum bifolium* (L.) F.W.Schmidt, *Gymnocarpium dryopteris* (L.) Newman, *Equisetum hyemale* L., *Festuca gigantea* (L.) Vill., *Juncus effusus* L., *Comarum palustre* L., *Deschampsia cespitosa* (L.) P.Beauv., *Rhinanthus alectorolophus* (Scop.) Pollich. Проективное покрытие (ПП) ТКЯ в изучаемых фитоценозах изменяется от 60 до 90%.

Мохово-лишайниковый ярус представлен *Plagiomnium undulatum* (Hedw.) T.J. Кор., *Sphagnum girgensohnii* Russ., *Polytrichum commune* Hedw., *Pleurozium schreberi* (Willd. ex Brid.) Mitt. На разнотравно-злаковом лугу мохово-лишайниковый покров не выражен.

Графическая модель фрагмента экологической ниши вида в обследуемых ЦП представлена на рисунке 1.

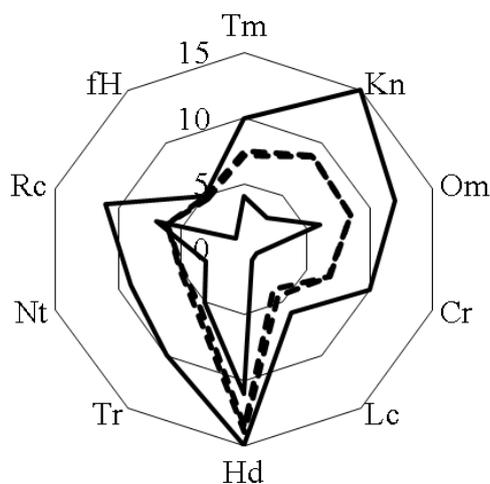


Рис. 1. Фрагмент экологической ниши *Dactylorhiza fuchsii* (Кировская область, Слободской район). Условные обозначения:

- – диапазон потенциальной экологической позиции вида;
- – диапазон реализованной экологической позиции вида

Анализ *D. fuchsii* в системе экологических шкал показал, что по отношению к климатическим факторам (Тм) особи вида произрастают в условиях от суббореальных до неморальных (7,1–7,52 балла) лесов. По шкале аридности-гумидности (Om) *D. fuchsii* встречается в местообитаниях с субаридным и субгумидным климатом (8,43–8,48 балла). По шкале континентальности (Kn) вид занимает экологические позиции от субматерикового до материкового климата в диапазоне 8,74–8,80 баллов. По криоклиматической шкале (Cr) *D. fuchsii* существует в условиях умеренных зим (6,72–6,83 балла). По шкале освещенности-затенения (Lc) вид приурочен к полуоткрытым пространствам и светлым, разреженным лесам (3,8–4,4 балла).

По отношению к фактору увлажнения почв (Hd) исследуемый вид разместился в экологических условиях от свежелесолугового до сырлесолугового режимов (13,55–13,93 балла); по шкале богатства (Tr), обеспеченности азотом (Nt), кислотности (Rc) вид освоил местообитания с небогатыми (5,62–5,98 балла), бедными азотом (4,88–5,11 баллов), кислыми и слабокислыми (6,0–6,11 баллов) почвами соответственно. По фактору переменности увлажнения почв (fH) *D. fuchsii* произрастает в условиях слабопеременного увлажнения (4,74–4,98 балла).

Следует отметить, что по шкалам почвенного увлажнения (Hd) и его переменности (fH) диапазон изученных местообитаний приближен к потенциально возможным границам в сторону увеличения значения фактора, по шкале кислотности почв (Rc) – в сторону уменьшения. Это может свидетельствовать о том, что вид весьма чувствителен к изменениям данных параметров в исследуемых условиях.

По совокупности климатических факторов и фактору освещенности-затенения *D. fuchsii* принадлежит к гемиэврибионтным ( $It=0,62$ ) и эврибионтным ( $It=0,68$ ) видам соответственно, в обобщенном спектре почвенных шкал вид выступает как мезобионт ( $It=0,50$ ), и, следовательно, имеет средний диапазон адаптации к почвенным факторам. По комплексу всех экологических шкал *D. fuchsii* относится к гемиэврибионтным видам ( $It=0,60$ ).

Рассчитанные значения реализованной экологической валентности варьируют от 0,35 до 0,73. Коэффициент экологической эффективности ( $K_{-ec.eff.}$ ) в исследуемых ЦП изменяется от 84 (по шкале континентальности климата) до 159% (по шкале почвенного увлажнения).

В исследованных ЦП *D. fuchsii* общее число особей на пробной площади варьировало от 42 до 80 ос./100 м<sup>2</sup>. В результате исследования определена средняя плотность побегов *D. fuchsii*, которая составила  $61,0 \pm 19,0$  ос./100 м<sup>2</sup>.

В онтогенезе *D. fuchsii* отмечено 2 периода (прегенеративный и генеративный) и 4 онтогенетических состояния (ювенильное, имматурное, виргинильное и генеративное) (рис. 2).

В возрастной структуре исследуемых ЦП преобладали особи генеративного онтогенетического состояния – 50% ( $30,5 \pm 14,5$  ос./100 м<sup>2</sup>). Ювенильные растения составили 32% ( $19,5 \pm 2,5$  ос./100 м<sup>2</sup>), на долю имматурных и виргинильных растений пришлось 11 ( $6,5 \pm 0,5$  ос./100 м<sup>2</sup>) и 7% ( $4,5 \pm 1,5$  ос./100 м<sup>2</sup>) соответственно.

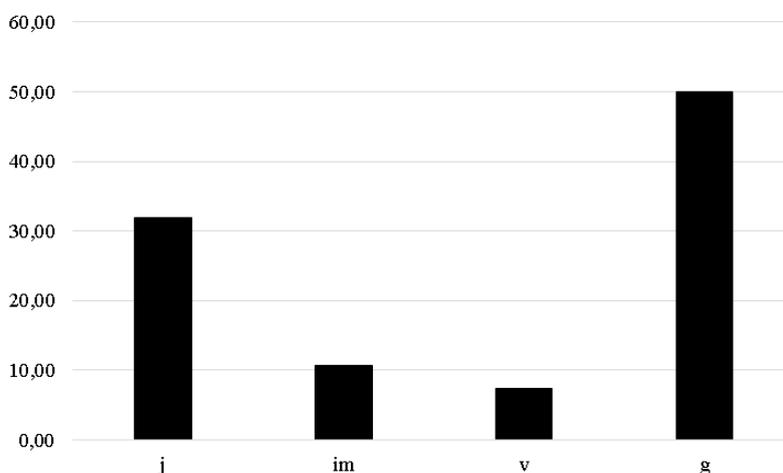


Рис. 2. Усредненный онтогенетический спектр ЦП *Dactylorhiza fuchsii*: по оси абсцисс – онтогенетическое состояние особей; по оси ординат – доли особей различных онтогенетических групп (%)

Таким образом, в результате работы установлено следующее. В пределах южнотаёжной подзоны Кировской области ЦП *D. fuchsii* характеризуются невысокими показателями осваиваемого экологического пространства. Амплитуда экологических условий изученных местообитаний приближена к критическим границам по некоторым почвенным шкалам ( $H_d$ ,  $R_c$ ,  $fH$ ), климатические условия для вида являются относительно оптимальными.

Средняя плотность особей *D. fuchsii* в исследуемых фитоценозах составила  $61,0 \pm 19,0$  ос./100 м<sup>2</sup>. Усредненный онтогенетический спектр исследованных ЦП *D. fuchsii* нормальный, неполночленный, правостороннего типа с абсолютным максимумом на генеративных растениях и локальным пиком – на ювенильных.

#### Библиографический список

1. Аверьянов Л. В. Орхидные (Orchidaceae) Средней России // Turczaninowia. Vol. 3, No. 1. 2000. P. 30–53.
2. Иллюстрированный определитель растений Средней России / И. А. Губанов, К. В. Киселева, В. С. Новиков, В. Н. Тихомиров. Т. 1. Папоротники, хвощи, плауны, голосеменные, покрытосеменные (однодольные). М.: Т-во научных изданий КМК, Ин-т технологических исследований, 2002. 526 с.
3. Вахрамеева М. Г., Варлыгина Т. И., Татаренко И. В. Орхидные России (биология, экология и охрана). М.: Товарищество научных изданий КМК, 2014. 437 с.
4. Татаренко И. В. Орхидные России: жизненные формы, биология, вопросы охраны. М., 1996. 207 с.
5. Красная книга Кировской области: животные, растения, грибы. Киров: ООО «Кировская областная типография», 2014. 336 с.
6. Косолапова Н. В., Егошина Т. Л., Лугинина Е. А. Особенности произрастания *Dactylorhiza fuchsii* (Orchidaceae) на территории заказника «Былина» (Кировская область) // Ботанический журнал. 2020. Т. 105, № 3. С. 280–292. doi: 10.31857/S0006813620030059
7. Методы изучения лесных сообществ: монография / под ред. Е. Н. Андреевой, И. Ю. Баккал, В. В. Горшкова и др. СПб.: НИИХ Химии СПбГУ, 2002. 240 с.
8. The Plant List [электронный ресурс]. – URL: <http://www.theplantlist.org/> (дата обращения: 23.03.2021).
9. Ценопопуляции растений (очерки популяционной биологии) / Л. Б. Заугольнова, Л. А. Жукова, А. С. Комаров и др. М.: Наука, 1988. 184 с.
10. Цыганов Д. Н. Фитоиндикация режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М., 1983. 198 с.
11. Экологические шкалы и методы анализа экологического разнообразия растений / Л. А. Жукова, Ю. А. Дорогова, Н. В. Турмухаметова, М. Н. Гаврилова, Т. А. Полянская. Йошкар-Ола, 2010. 368 с.
12. Зайцев Г. Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М.: Наука, 1984. 424 с.

### ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЦЕНОПОПУЛЯЦИИ *DACTYLORHIZA INCARNATA* (L.) SOÓ (ORCHIDACEAE) НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА КИРОВА

*М. А. Пьянкова, О. Н. Пересторонина, С. В. Шабалкина*  
Вятский государственный университет, [magratea105@yandex.ru](mailto:magratea105@yandex.ru)

Охарактеризованы условия биотопа по шкалам Д. Н. Цыганова, онтогенетическая структура ценопопуляции *Dactylorhiza incarnata*, находящейся в зелёной зоне г. Кирова. Выявлено, что эффективность освоения экологического пространства по климатическим шкалам ниже по сравнению с почвенными. Наибольшее значение коэффициента экологической эффективности

установлено для шкалы освещенности-затенения. Численность небольшая. В онтогенетическом спектре присутствуют имматурные, виргинильные и генеративные растения. Он неполночленный, одновершинный с пиком на генеративных особях.

Ключевые слова: *Dactylorhiza incarnata*, Orchidaceae, редкий вид, ценопопуляция, онтогенетическая структура, экологическое пространство.

*Dactylorhiza incarnata* (L.) Soo (пальчатокоренник мясо-красный) – многолетнее травянистое растение, с клубнем, рассечённым на 2–5 (6) лопастей. Это евразийский (палеарктический) вид; в России распространён от Карелии до Волжско-Донского района, Нижней Волги, Заволжья и Предкавказья европейской части, в Западной и Восточной Сибири до Якутии – в азиатской части [1]. В Кировской области растение встречается редко и занесено в Приложение 2 Красной книги [2]: в список редких и уязвимых видов, нуждающихся на территории области в постоянном контроле и наблюдении.

В июне 2020 г. исследована ценопопуляция *D. incarnata*, расположенная в зеленой зоне г. Кирова (рис.). Эта территория до 2009 г. принадлежала Кировскому военному авиационному техническому училищу (КВАТУ). Позднее участок был передан Вятской Епархии и никак не использовался, поэтому культурные насаждения постепенно зарастают. Для разработки рекомендаций по сохранению *D. incarnata* и биоразнообразия растительного покрова оценены условия биотопа и современное состояние ценопопуляции этого редкого вида.



Рис. Картограмма района исследования [3]: белым кругом отмечено местонахождение ценопопуляции

В месте произрастания ценопопуляции описали растительное сообщество в соответствии с общепринятыми геоботаническими методами [4, 5] и более подробным выявлением флористического состава. Оценку биотопа провели с использованием амплитудных шкал Д. Н. Цыганова [6] и методических разработок Л. А. Жуковой с соавт. [7]. За счётную единицу в исследовании онтогенетической структуры *D. incarnata* принята особь. У всех обнару-

женных растений определили следующие биометрические параметры: высота побега, длина соцветия, число цветков в соцветии, число листьев срединной формации, длина и ширина каждого листа. При выделении возрастных (онтогенетических) состояний руководствовались подходами М. Г. Вахрамеевой [1].

Исследованная ценопопуляция *D. incarnata* находится на разнотравно-злаковом лугу, зарастающем ивами. Среди кустарников отмечены *Salix* sp., *Sorbus aucuparia* L., *Alnus incana* (L.) Moench и *Malus domestica* Borkh. Общее проективное покрытие травостоя составляет 85 %: *Alopecurus pratensis* L., *Festuca pratensis* Huds., *Poa pratensis* L., *Dactylis glomerata* L., *Deschampsia cespitosa* (L.) P. Beauv, *Carum carvi* L., *Galium mollugo* L., *Trifolium pratense* L., *Ranunculus repens* L., *Geum rivale* L., *Veronica chamaedrys* L., *Lathyrus pratensis* L., *Geranium pratense* L. и др.

В соответствии со шкалами Д. Н. Цыганова *D. incarnata* предпочитает промежуточные режимы климата между суббореальным и неморальным, субматериковым и материковым, субаридным и субгумидным, умеренных и мягких зим. Оптимальные условия произрастания складываются на полуоткрытых сыро-лесолуговых пространствах с почвами, которые имеют умеренно переменное и сильно переменное увлажнение, являются нейтральными, бедны азотом и довольно богаты солями (табл. 1). Наиболее требовательно этот вид относится к увлажнению и переменности увлажнения почвы, являясь соответственно гемистенобионтом ( $PEV_{Hd} = 0,39$ ) и стенобионтом ( $PEV_{fH} = 0,27$ ) по этим факторам.

Таблица 1

**Характеристика потенциальной (PEV) и реализованной (REV) экологических валентностей, коэффициента экологической эффективности (К.е.с.эфф.) *Dactylorhiza incarnata***

Название шкалы (индекс)	Экологическая позиция вида по шкале	PEV	REV	К.е.с.эфф., %
Термоклиматическая (Тm)	4–12	0,53	0,12	22,64
Континентальности климата (Кn)	3–13	0,73	0,20	27,40
Омброклиматическая аридности-гумидности (Om)	5–11	0,47	0,07	14,89
Криоклиматическая (Cr)	3–12	0,67	0,13	19,40
Увлажнение почвы (Hd)	11–19	0,39	0,13	33,33
Солевой режим почвы (Tr)	3–11	0,47	0,16	34,04
Богатство почвы азотом (Nt)	1–7	0,64	0,18	28,13
Кислотность почвы (Rc)	7–11	0,85	0,31	36,47
Переменности увлажнения почвы (fH)	7–9	0,27	0,09	33,33
Освещенности-затенения (Lc)	1–5	0,56	0,22	39,29

Обработка геоботанического описания по индикационным шкалам показала, что почвы в месте произрастания обследованной ценопопуляции *D. incarnata* являются нейтральными по шкале кислотности, имеют промежуточные режим увлажнения между сухо и влажно-лесолуговым, солевой режим между небогатыми и довольно богатыми, режим обеспеченности азотом

между бедными и достаточно обеспеченными, режим переменности увлажнения от слабо до умеренно переменного.

Значение коэффициента экологической эффективности невысокое и изменяется от 14,89 до 39,29%. Меньше всего свои потенции *D. incarnata* реализует по климатическим шкалам, а также по богатству азотом. При этом в биотопе почвы являются оптимальными по pH, а диапазон по богатству азотом сдвинут в сторону достаточно обеспеченных при требуемых бедных. Наиболее реализованы потенции по шкале освещенности-затенения (К.ес.эфф.=39,29%).

Ценопопуляция образована 24 особями, пять из которых были повреждены (табл. 2). Возрастной спектр – неполночленный, одновершинный, с пиком на генеративных (g) особях, доля которых составила 42 %. На имматурные (im) растения приходится 36,8 %, виргинильные (v) – 21 %, ювенильные не выявлены. Отсутствие проростков и ювенильных особей свидетельствует о слабом семенном возобновлении.

Таблица 2

**Биометрические параметры особей *Dactylorhiza incarnata***

Признак	Онтогенетическое состояние**		
	im	v	g
1	2	3	4
Высота побега, см	<u>28,1–33,3</u> 31,4	<u>32,5–44,9</u> 39,4	<u>38,5–64,0</u> 52,6
Длина соцветия, см	–	–	<u>4,2–13,1</u> 9,6
Число цветков в соцветии, шт.	–	–	<u>17,0–51,0</u> 32,6
Число листьев срединной формации, шт.	3,0	<u>4,0–5,0</u> 4,6	<u>4,0–6,0</u> 5,1
Длина 1-го листа*, см	<u>5,0–14,1</u> 8,1	<u>5,5–10,0</u> 8,6	<u>3,0–15,0</u> 7,6
Длина 2-го листа, см	<u>21,5–25,5</u> 23,2	<u>19,3–25,2</u> 23,1	<u>13,6–29,1</u> 19,1
Длина 3-го листа, см	<u>23,0–28,6</u> 26,8	<u>24,3–29,1</u> 27,6	<u>19,9–29,0</u> 22,8
Длина 4-го листа, см	–	<u>22,0–31,5</u> 27,4	<u>16,5–25,7</u> 21,8
Длина 5-го листа, см	–	<u>16,5–27,7</u> 22,0	<u>9,4–25,5</u> 16,3
Длина 6-го листа, см	–	–	<u>7,6–18,5</u> 17,0
Ширина 1-го листа, см	<u>0,9–2,3</u> 1,5	<u>1,7–1,9</u> 1,9	<u>1,5–3,4</u> 2,4
Ширина 2-го листа, см	<u>1,7–3,3</u> 2,4	<u>2,6–4,6</u> 3,2	<u>3,1–5,7</u> 4,0
Ширина 3-го листа, см	<u>1,1–1,9</u> 1,6	<u>2,1–4,6</u> 3,0	<u>3,0–5,7</u> 4,1

1	2	3	4
Ширина 4-го листа, см	–	$\frac{1,0-3,6}{2,5}$	$\frac{2,4-5,0}{3,7}$
Ширина 5-го листа, см	–	$\frac{1,0-2,0}{1,5}$	$\frac{0,7-4,8}{4,7}$
Ширина 6-го листа, см	–	–	$\frac{0,8-3,7}{3,5}$
Число особей	4	7	8

*Примечание:* \* – длина и ширина листьев измерены от основания побега к его верхушке; \*\* – в числителе – минимальное и максимальное значения, в знаменателе – среднее значение.

Ценопопуляция *D. incarnata* в пределах данного фитоценоза отличается небольшой численностью. Наличие молодых особей свидетельствует о её стабильном состоянии, но требует бережного отношения и защиты от вытаптывания, так как данная территория расположена в городе Кирове и имеет достаточно высокую антропогенную нагрузку. С другой стороны, луговые и лугово-опушечные виды орхидных в современный период сокращаются в численности из-за отсутствия традиционных способов обработки земли (ручное сенокошение) [8]. Вследствие этого, луговые сообщества зарастают кустарниками, лесом, многие участки заболачиваются. Представители Orchidaceae не выдерживают конкуренции с активно разрастающимися злаками на необрабатываемых площадях. Поэтому для сохранения биоразнообразия, в том числе редких видов орхидных на материковых лугах [9] и описанной ценопопуляции *D. incarnata*, необходимо поддерживать сложившийся за длительный период их существования режим землепользования.

#### Библиографический список

1. Вахрамеева М. Г. Род пальчатокоренник // Биологическая флора Московской области. Вып. 14. / под ред. В. Н. Павлова. М. : Изд-во «Гриф и К°», 2000. С. 55–86.
2. Красная книга Кировской области: животные, растения, грибы. Изд. 2-е / под ред. О. Г. Барановой и др. Киров: ООО «Кировская областная типография», 2014. 336 с.
3. Яндекс–карты. [Электронный ресурс]. – URL: [https://yandex.ru/maps/11070/-kirovoblast/search/Россия%2C%20Кировская%20область/?ll=50.097126%2C58.651443&sl=49.695430%2C58.344108&source=wizgeo&utm\\_medium=maps-desktop&utm\\_source=serp&z=6](https://yandex.ru/maps/11070/-kirovoblast/search/Россия%2C%20Кировская%20область/?ll=50.097126%2C58.651443&sl=49.695430%2C58.344108&source=wizgeo&utm_medium=maps-desktop&utm_source=serp&z=6) (дата обращения: 25.03.2020).
4. Полевая геоботаника / под общ. ред. Е. М. Лавренко и А. А. Корчагина. Л. : Изд-во «Наука», 1964. Т. III. 530 с.
5. Полевая геоботаника / под общ. ред. Е. М. Лавренко и А. А. Корчагина. Л. : Изд-во «Наука», 1972. Т. IV. 336 с.
6. Цыганов Д. Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М. : Наука, 1983. 197 с.
7. Экологические шкалы и методы анализа экологического разнообразия растений / Л. А. Жукова, Ю. А. Дорогова, Н. В. Турмухаметова, М. Н. Гаврилова, Т. А. Полянская. Йошкар-Ола, 2010. 368 с.

8. Ефимов П. Г. Сохранение орхидных (Orchidaceae Juss.) как одна из задач охраны биоразнообразия // Междисциплинарный научный и прикладной журнал «Биосфера». 2010. Т.2, № 1. С.50–58.

9. Мерзвинский Л. М. Проблемы сохранения редких и исчезающих видов луговых растений в Витебской области // Геоботанические исследования естественных экосистем: проблемы и пути их решения: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2015. С. 88–92.

## ОСОБЕННОСТИ ПОПУЛЯЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ *PLATANTHERA BIFOLIA* (L.) RICH. В ОКРЕСТНОСТЯХ г. КИРОВА

А. Э. Пакеева, О. Н. Пересторонина, С. В. Шабалкина  
Вятский государственный университет, [pakeewa29@yandex.ru](mailto:pakeewa29@yandex.ru)

Статья посвящена характеристике ценопопуляции *Platanthera bifolia* (L.) Rich. на основе информативных морфометрических параметров. Рассмотрены экологические предпочтения вида, дана оценка местообитания ценопопуляции по шкалам Д. Н. Цыганова, выявлена онтогенетическая структура. По классификации «дельта-омега» ценопопуляция молодая, возрастной спектр левосторонний с пиком на виргинильных особях.

Ключевые слова: ценопопуляция, редкий вид, *Platanthera bifolia*, фитоценоз, экологическая шкала.

В последние годы все чаще обращают внимание на глобальное потепление климата на планете и связанные с этим преобразования в природе [1]. Потепление происходит настолько быстрыми темпами, что растения не успевают «подстраиваться» под изменяющиеся условия окружающей среды. Наблюдается расширение северной границы зоны бореальных лесов, изменение условий внутри биома и как следствие – преобразование состава и структуры таежных фитоценозов. Большинство северных орхидей являются редкими и уязвимыми видами, что связано с их эколого-биологическими особенностями и эколого-фитоценозными требованиями [2]. В Кировской области 82 % от общего числа видов семейства Orchidaceae (28) включены в региональную Красную книгу [3]. Тогда как разнообразие редких видов в сообществах обеспечивает стабильное функционирование экосистем [4]. Оценить состояние ценопопуляций (ЦП) уязвимых видов в современных условиях является актуальным. Одним из таких видов является *Platanthera bifolia* (L.) Rich. – любка двулистная – вид, включенный в список редких и уязвимых видов, нуждающихся на территории области в постоянном контроле и наблюдении [3].

*P. bifolia* – евразийский вид; многолетнее травянистое растение со стеблекорневым тубероидом до 2,2 см длиной и 1,5 см в диаметре. Побеги при основании имеют буроватые влагалищные, выше – два (редко три) сближенные зеленые, продолговато-яйцевидные, суженные к основанию листья. Соцветие рыхлое, многоцветковое, длиной до 40 см [5].

У вида довольно широкая биотопическая приуроченность [6]: встречается как на открытых местах (поляны, вырубки и опушки), так и при значительном затенении – леса и заросли кустарников. Является лесо-луговым видом, не обнаруживающим строгой приуроченности к определенным типам фитоценозов. При резком изменении условий (например, вырубке) может на несколько лет перейти к подземному существованию, а затем вновь появиться [6]. На территории Кировской области *P. bifolia* произрастает повсеместно, находится практически в центре ареала.

ЦП *P. bifolia* исследована в июле 2020 г. в окрестностях г. Кирова (рис. 1). Для изучения состава и структуры ЦП в пределах пробной площади случайно-регулярным способом закладывали учетные площадки размером 1 м<sup>2</sup>. Общая площадь произрастания составляет 20 × 20 м<sup>2</sup>. При определении возрастной структуры пользовались стандартными методиками [7, 8], для оценки экологических условий местообитания применяли шкалы Д. Н. Цыганова [9]. Онтогенетические состояния выделили по 10 параметрам [10, 11]. Тип ЦП определили с помощью индексов эффективности и возрастности [12], динамические процессы оценивали с использованием индексов восстановления и замещения [13].



Рис. 1. Местонахождение ценопопуляции *Platanthera bifolia* в окрестностях г. Кирова [14]: отмечено белым кругом

Изученная ЦП произрастает в елово-березовом разнотравном лесу, который формируется на участке ветровала. Состав древостоя 6Б4Е: образован *Betula pubescens* Ehrh., *Picea abies* (L.) H.Karst., *Populus tremula* L. Сомкнутость крон 0,6. В подросте присутствуют *Quercus robur* L., *B. pubescens*, *Pinus sylvestris* L., *P. abies*. В подлеске отмечены *Salix* sp., *Rosa majalis* Herrm., *Sorbus aucuparia* L., *Frangula alnus* Mill., *Padus avium* L., *Ribes nigrum* L., *Viburnum opulus* L., *Amelanchier canadensis* (L.) Medik.

Травяно-кустарничковый ярус образован 46 видами. В его составе доминируют *Equisetum sylvaticum* L. (20%) и *Angelica sylvestris* L. (15%), покрытие остальных видов меньше – *Vaccinium myrtillus* L. (10%), *Cirsium heterophyllum* (L.) Hill (10%), *Asarum europaeum* L. (5%), *Geum rivale* L. (5%),

*Calamagrostis canescens* (Weber) Roth (3%), *Agrostis stolonifera* L. (3%) и др. Общее проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса – 90%.

Обработка геоботанического описания по шкалам Д. Н. Цыганова показала, что в фитоценозе с *P. bifolia* сложились следующие условия эдафотопы: реализованные диапазоны соответствуют по режиму увлажнения – промежуточным между влажно- и сыро-лесолуговым, по солевому режиму – довольно богатым, по кислотности – промежуточным между слабокислыми и нейтральными, по богатству азотом – бедным, по переменной увлажненности – со слабо переменной увлажненностью почвам. Реализованная экологическая позиция по шкале освещенности-затенения свидетельствует о произрастании в условиях светлых лесов.

На рисунке 2 видно, что амплитуда фундаментальной экологической ниши *P. bifolia* шире, по сравнению с условиями биотопа елово-березового разнотравного леса. Реализованная экологическая ниша располагается в пределах фундаментальной и занимает центральное положение, то есть вид произрастает в достаточно благоприятных условиях. Максимальная эффективность использования экологического пространства отмечена по факторам увлажнения (Hd), солевого режима (Tr), омброклиматической аридности-гумидности (Om), занимая более половины потенциальной экологической ниши. Наименьшая степень использования экологических потенциалов наблюдается по факторам богатства почвы азотом (Nt) и ее кислотности (Rc).

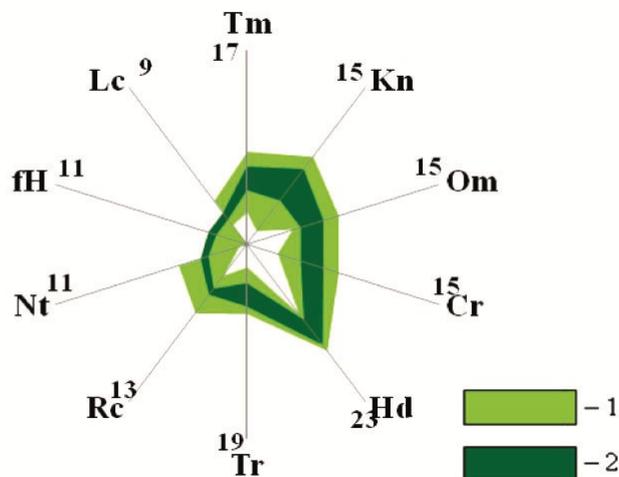


Рис. 2. Амплитуды экологического ареала и экологического пространства *Platanthera bifolia*: 1 – амплитуда экологического ареала по шкалам Д. Н. Цыганова; 2 – амплитуда экологического пространства изученного сообщества; шкалы – Тм – термоклиматическая; Кп – континентальности климата; Ом – омброклиматическая аридности-гумидности; Сг – криоклиматическая; Hd – увлажнения почвы; Tr – солевого режима почвы; Rc – кислотности почвы; Nt – богатства почвы азотом; fH – переменной увлажненности почвы; Lc – освещенности-затенения

Морфометрические показатели особей *Platanthera bifolia* в ценопопуляции

Признак	Онтогенетическое состояние					
	j	im	v	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	g <sub>3</sub>
Высота побега, см	–	–	–	$\frac{38,0-46,1}{42,4\pm 1,7}$	$\frac{41,5-54,0}{47,1\pm 1,5}$	$\frac{51,0-62,0}{58,2\pm 3,6}$
Длина 1-го листа, см	$\frac{4,0-14,3}{7,8\pm 0,4}$	$\frac{9,6-20,3}{14,6\pm 0,4}$	$\frac{8,5-21,8}{16,5\pm 0,3}$	$\frac{13,3-17,0}{14,3\pm 0,7}$	$\frac{12,0-16,4}{14,4\pm 0,6}$	$\frac{15,0-17,3}{16,5\pm 0,8}$
Ширина 1-го листа, см	$\frac{0,3-2,5}{0,9\pm 0,1}$	$\frac{1,7-5,0}{3,1\pm 0,1}$	$\frac{1,5-5,9}{3,7\pm 0,1}$	$\frac{3,4-4,0}{3,8\pm 0,1}$	$\frac{3,2-5,0}{3,9\pm 0,2}$	$\frac{4,2-6,0}{4,8\pm 0,6}$
Число жилок 1-го листа, шт.	$\frac{1,0-11,0}{4,8\pm 0,4}$	$\frac{7,0-17,0}{11,8\pm 0,4}$	$\frac{7,0-23,0}{12,9\pm 0,5}$	$\frac{15,0-16,0}{15,2\pm 0,2}$	$\frac{13,0-17,0}{14,4\pm 0,6}$	$\frac{13,0-16,0}{14,7\pm 0,9}$
Длина 2-го листа, см	–	–	$\frac{5,3-21,5}{15,9\pm 0,4}$	$\frac{12,2-14,5}{13,2\pm 0,5}$	$\frac{11,8-15,6}{13,5\pm 0,6}$	$\frac{13,1-16,1}{15,5\pm 1,2}$
Ширина 2-го листа, см	–	–	$\frac{1,2-3,3}{3,6\pm 0,2}$	$\frac{2,6-3,6}{3,1\pm 0,2}$	$\frac{2,1-4,5}{3,6\pm 0,3}$	$\frac{3,9-5,1}{4,3\pm 0,4}$
Число жилок 2-го листа, шт.	–	–	$\frac{6,0-15,0}{11,7\pm 0,5}$	$\frac{10,0-15,0}{13,0\pm 1,2}$	$\frac{8,0-16,0}{14,0\pm 1,1}$	$\frac{14,0-15,0}{14,7\pm 0,3}$
Длина соцветия, см	–	–	–	$\frac{6,0-11,0}{8,0\pm 1,2}$	$\frac{8,1-14,3}{10,7\pm 1,0}$	$\frac{11,8-15,1}{13,0\pm 1,1}$
Число цветков, шт.	–	–	–	$\frac{4,0-14,0}{10,0\pm 1,6}$	$\frac{13,0-18,0}{15,3\pm 0,6}$	$\frac{20,0-22,0}{21,0\pm 0,6}$
Число нижних чешуевидных листьев, шт.	–	–	–	1,0	1,0–2,0	1,0–2,0

Примечание: в числителе – минимальное и максимальное значение признака, в знаменателе – среднее значение и его ошибка.

В онтогенезе *P. bifolia* выделили особи прегенеративного и генеративного периодов (табл.). ЦП – многочисленная: отмечено 149 особей. Возрастной спектр – нормальный, левосторонний, неполночленный, одновершинный (рис. 3). Отсутствуют проростки (р), субсенильные (ss) и сенильные (s) особи. Доля ювенильных (j) особей составила 25,5%, имматурных (im) – 30,9%, виргинильных (v) – 34,2%, что демонстрирует высокое семенное возобновление. На растения генеративного периода приходится всего 9,4% от всех особей, среди которых доля зрелых генеративных ( $g_2$ ) составила 4,7%, молодых генеративных ( $g_1$ ) – 2,7%, старых генеративных ( $g_3$ ) – 2,0% (рис. 3). Низкая доля участия генеративных особей свидетельствует о молодости ЦП.

По классификации, предложенной Л. А. Жуковой [13], изученная ЦП является молодой. Индексы восстановления ( $I_6$ ) и замещения ( $I_3$ ) равны, их значение – 9,64, то есть более девяти потомков приходится на одну генеративную и взрослую особи соответственно. Эти высокие показатели вновь демонстрируют успешное семенное возобновление растений вида.

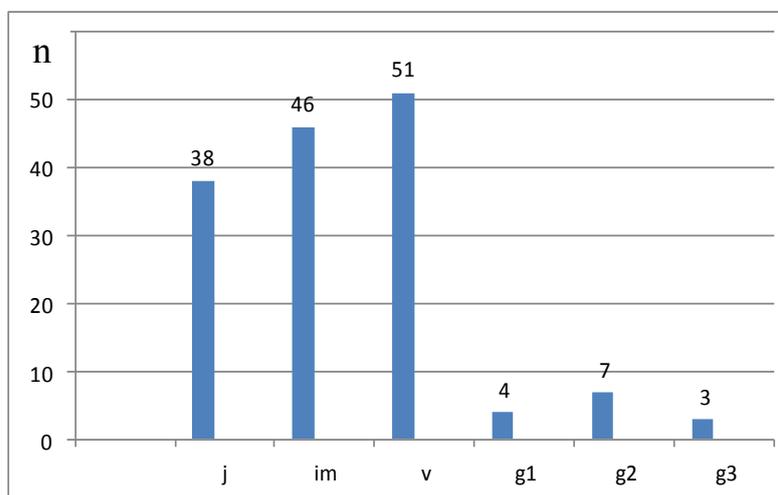


Рис. 3. Возрастной спектр *Platanthera bifolia* в елово-березовом разнотравном лесу: j – ювенильные, im – имматурные, v – виргинильные,  $g_1$  – молодые генеративные,  $g_2$  – зрелые генеративные,  $g_3$  – старые генеративные особи

По классификации « $\Delta$ – $\omega$ » [12] ЦП *P. bifolia* молодая ( $\Delta = 0,11$ ,  $\omega = 0,3$ ). Особей прегенеративного периода в 10,6 раза больше, доля участия вегетативных особей в целом составляет 90,6%.

На основании данных об экологических предпочтениях *P. bifolia* в пределах биотопа установлено, что особи исследуемого вида произрастают в оптимальных условиях. Также об этом свидетельствует высокий процент присутствия растений прегенеративного периода на единицу площади. Участок, где произрастает исследованная ЦП, подвергся недавнему ветровалу и имеет «окна», в которых сложились в настоящее время оптимальные условия для вида. Поэтому ЦП *P. bifolia* является молодой, имеет высокие индексы восстановления и замещения. В дальнейшем, в ходе демулационной сукцессии, вероятно, будет возрастать межвидовая конкуренция разнотравья, ухудшаться

условия освещённости, что приведет к сокращению особей прегенеративного периода и численности ЦП в целом. Для сохранения и поддержания *P. bifolia* необходим контроль за состоянием ЦП в месте выявленного нахождения: мониторинг численности и возрастного состава ЦП.

#### Библиографический список

1. Замолодчиков Д., Краев Г. Лес и климат. Влияние изменений климата на леса России: зафиксированные воздействия [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.socialcompas.com/2019/12/29/les-i-klimat-vliyanie-izmenenij-klimata-na-lesa-rossii-zafiksirovannyye-vozdeystviya/> (дата обращения: 25.03.2021)
2. Фардеева М. Б., Лукьянова Ю. А., Шафигуллина Н. Р. Особенности местообитаний и состояние популяций редких орхидей (Orchidaceae) Национального парка «Нижняя Кама» и сопредельных территорий на севере Татарстана (Европейская Россия) // Экосистемы. 2020. Вып. 23. С. 166–182. doi 10.37279/2414-4738-2020-23-166-182
3. Красная книга Кировской области: животные, растения, грибы. Изд. 2-е / Под ред. О. Г. Барановой и др. Киров, 2014. 336 с.
4. Фардеева М. Б. Экологические и биоморфологические закономерности пространственно-онтогенетической структуры популяций растений, динамика и мониторинг : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Казань, 2014. 45 с.
5. Вахрамеева М. Г., Варлыгина Т. И., Татаренко И. В. Орхидные России: (биология, экология и охрана). М. : Товарищество научных изданий КМК, 2014. 317 с.
6. Вахрамеева М. Г., Татаренко И. В., Быченко Т. М. Экологические характеристики некоторых видов евроазиатских орхидных // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1994. Т. 99, вып. 4. С. 75–82.
7. Работнов Т. А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Тр. БИН АН СССР. Сер. 3. Геоботаника. 1950. С. 7–204.
8. Ценопопуляции растений (основные понятия и структура). М., 1976. 214 с.
9. Цыганов Д. Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М. : Наука, 1983. 197 с.
10. Федченко Е. А. Эколого-биологические особенности *Platanthera bifolia* (L.) Rich и *Dactylorhiza hebridensis* (Wilmott.) Aver. на юге Тюменской области : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Тюмень, 2010. 24 с.
11. Евстигнеев О. И., Екимова Г. А. Онтогенез *Platanthera bifolia* (Orchidaceae) в Брянской области // Изучение и охрана биологического разнообразия Брянской области : материалы по ведению Красной книги Брянской области. 2011. Вып. 6. С. 26–33.
12. Животовский Л. А. Онтогенетические состояния, эффективная плотность и классификация популяций растений // Экология. 2001. № 1. С. 3–7.
13. Жукова Л. А. Популяционная жизнь луговых растений. Йошкар-Ола : РИИК «Ланар», 1995. 224 с.
14. Яндекс–карты [Электронный ресурс]. – URL: [https://yandex.ru/maps/11070/kirovoblast/search/Россия%2C%20Кировская%20область/?ll=50.097126%2C58.651443&sl=49.695430%2C58.344108&source=wizgeo&utm\\_medium=maps-desktop&utm\\_source=serp&z=6](https://yandex.ru/maps/11070/kirovoblast/search/Россия%2C%20Кировская%20область/?ll=50.097126%2C58.651443&sl=49.695430%2C58.344108&source=wizgeo&utm_medium=maps-desktop&utm_source=serp&z=6) (дата обращения: 25.03.2021)

**МАТЕРИАЛЫ ЭКОЛОГО-ФИТОЦЕНОТИЧЕСКОЙ  
ПРИУРОЧЕННОСТИ *FRAGARIA VESCA* L.  
В ХВОЙНО-ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСАХ  
КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Д. А. Поляков*<sup>1</sup>, *Ю. В. Гудовских*<sup>2</sup>, *Е. А. Лугинина*<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Вятский государственный агротехнологический университет,  
green42peace99@gmail.com*

<sup>2</sup> *Всероссийский научно-исследовательский институт  
охотничьего хозяйства и звероводства им. проф. Б. М. Житкова,  
gudovskih.yulia@mail.ru*

В статье приведена характеристика эколого-фитоценотической приуроченности *Fragaria vesca* в условиях хвойно-широколиственных лесов Кировской области с использованием фитоиндикационных шкал Д. Н. Цыганова. Определен диапазон фрагмента экологического ареала вида: отмечены средние позиции от потенциально возможных по климатическим и почвенным шкалам.

В соответствии со значением индекса дискомфорта (D) выявлено, что наиболее благоприятные показатели для произрастания вида складываются в условиях разнотравного земляничного луга.

Ключевые слова: *Fragaria vesca* L., Кировская область, Уржумский район, хвойно-широколиственный лес, эколого-ценотическая характеристика, фитоиндикационные шкалы.

Исследование популяционной организации и экологических параметров видов дикорастущих растений необходимо для выявления закономерностей развития фитоценозов и рационального использования растительных ресурсов в целом. Эколого-ценотические и ресурсные характеристики некоторых видов дикорастущих ягодников семейства Rosaceae Juss. изучены в Кировской области [1–4], однако данные по *Fragaria vesca* L. в регионе отсутствуют.

Земляника лесная (*Fragaria vesca* L.) – ценное лекарственное и пищевое растение, короткокорневищный надземно-столонообразующий поликарпик, гемикриптофит. Произрастает в Западной и Восточной Сибири, в Средней Азии, Европе, на Кавказе, в Северной Африке, Южной и Северной Америке [5, 6].

Для *F. vesca* характерна достаточно широкая экологическая амплитуда местообитаний: отмечено произрастание вида на открытых луговых пространствах, в тундрах, на склонах, на участках светлых и слабо-тенистых лесов [6]. Цветение приходится на май-июнь, плодоношение – на июнь-июль.

Цель настоящей работы заключалась в определении эколого-фитоценотической приуроченности *F. vesca* в условиях хвойно-широколиственных лесов Кировской области.

Описания растительных сообществ проводили согласно общепринятым геоботаническим методам [7]. Названия видов приведены в соответствии с базой данных The Plant List [8].

Для оценки экологических условий *F. vesca* проведена обработка геоботанических описаний по фитоиндикационным экологическим шкалам Д. Н. Цыганова [9]. Экологическую валентность и толерантность вида определяли в соответствии с методикой Л. А. Жуковой [10]. Для характеристики приспособленности ценопопуляции (ЦП) вида к изменению одного экологического фактора рассчитывали потенциальную экологическую валентность (PEV) по формуле:  $PEV = (A_{max} - A_{min} + 1) / n$ , где  $A_{max}$  и  $A_{min}$  – максимальные и минимальные значения ступеней шкалы, занятые видом,  $n$  – общее число ступеней в шкале. Реализованную экологическую валентность определяли по формуле:  $REV = (A_{max} - A_{min} + 0,01) / n$ , где  $A_{max}$  и  $A_{min}$  – максимальные и минимальные значения ступеней шкалы, занятые конкретными ЦП;  $n$  – общее число ступеней в шкале. Для выявления степени использования экологических потенциалов вида, рассчитывали коэффициент экологической эффективности ( $K_{ec.eff.}$ ), как отношение реализованной экологической валентности к потенциальной [10].

Для всех местообитаний вида определено значение индекса экологического дискомфорта –  $D$  [11]. Он рассчитывается на основе экологических шкал и результатов фитоиндикации по формуле:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n}, \text{ где } D \text{ – индекс экологического дискомфорта; } D_i \text{ – модуль}$$

разницы значений экологического фактора в данном сообществе и оптимальным значением фактора для конкретного вида в экологических шкалах ;  $n$  – количество учитываемых экологических факторов.

Обработка полученных данных проводилась с использованием традиционных статистических методов [12].

Исследования проводили в условиях подзоны хвойно-широколиственных лесов окр. г. Уржум Кировской области (табл.). Типичными местообитаниями вида на обследованной территории являются ассоциации открытых местообитаний: злаково- и бобово-разнотравные луга, зарастающие вырубki злаково-разнотравные.

В составе травяного яруса (ТЯ) всего отмечено 28 видов, среди которых преобладают *F. vesca*, *Melilotus officinalis* (L.) Pall., *Epilobium angustifolium* L., *Cichorium intybus* L., *Calamagrostis epigejos* (L.) Roth, *Trifolium pratense* L., *Achillea millefolium* L., *Geranium pratense* L. и др. Проективное покрытие (ПП) ТЯ в изучаемых фитоценозах достаточно высокое и варьирует от 35 (ЦП 10) до 90% (ЦП 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9). Участие вида в наземном покрытии изменяется от 2 (суходольный разнотравный луг) до 80% (злаково-разнотравно-земляничный луг).

Ценотическая характеристика исследованных ЦП *Fragaria vesca*

№ ЦП	Тип фитоценоза	ПП ТЯ, %	Доля вида в ПП ТЯ, %	Индекс дискомфорта (D)	Доминирующие виды ТЯ
1	Злаково-разнотравный луг	90	75	0,23	<i>Poa pratensis</i> , <i>Trifolium pratense</i> , <i>Fragaria vesca</i> , <i>Equisetum sylvaticum</i>
2	Опушка леса злаково-разнотравная	90	70	0,21	<i>Trifolium pratense</i> , <i>Fragaria vesca</i> , <i>Calamagrostis epigejos</i>
3	Бобово-земляничный луг	80	70	0,29	<i>Trifolium pratense</i> , <i>Fragaria vesca</i> , <i>Taraxacum officinale</i> , <i>Vicia cracca</i>
4	Разнотравно-земляничный луг	80	60	0,18	<i>Centaurea jacea</i> , <i>Fragaria vesca</i> , <i>Achillea millefolium</i> , <i>Lathyrus pratensis</i>
5	Разнотравно-злаковый земляничный луг	90	75	0,20	<i>Calamagrostis epigejos</i> , <i>Trifolium pratense</i> , <i>Fragaria vesca</i> , <i>Stellaria graminea</i> , <i>Taraxacum officinale</i>
6	Злаково-разнотравно-земляничный луг	90	80	0,18	<i>Lathyrus pratensis</i> , <i>Trifolium pratense</i> , <i>Fragaria vesca</i> , <i>Achillea millefolium</i> , <i>Geranium pratense</i> , <i>Vicia cracca</i>
7	Разнотравно-земляничный луг	90	60	0,17	<i>Trifolium pratense</i> , <i>Fragaria vesca</i> , <i>Calamagrostis epigejos</i> , <i>Geranium pratense</i> , <i>Poa pratensis</i> , <i>Vicia cracca</i> , <i>Melilotus officinalis</i>
8	Разнотравно-земляничный луг	90	65	0,06	<i>Fragaria vesca</i> , <i>Achillea millefolium</i> , <i>Trifolium pratense</i> , <i>Melilotus officinalis</i> , <i>Geranium pratense</i> , <i>Poa pratensis</i> , <i>Vicia cracca</i>
9	Разнотравно-земляничный луг	90	60	0,27	<i>Urtica dioica</i> , <i>Trifolium pratense</i> , <i>Fragaria vesca</i> , <i>Taraxacum officinale</i> , <i>Artemisia absinthium</i> , <i>Vicia cracca</i> , <i>Leonurus cardiaca</i>
10	Суходольный разнотравный луг	35	2	0,30	<i>Leucanthemum vulgare</i> , <i>Origanum vulgare</i> , <i>Anthemis tinctoria</i> , <i>Trifolium medium</i>

Анализ *F. vesca* в системе экологических шкал Д. Н. Цыганова [9] показал (рис. 1, табл.), что по отношению к факторам континентальности климата (PEV=0,87), кислотности почв (PEV=0,85), освещенности-затенения (PEV=0,89) и криоклиматическим показателям (PEV=0,87) вид является эвривалентом; по факторам богатства почв азотом (PEV=0,45), солевому режиму (PEV=0,47) и переменности увлажнения почв (PEV=0,45), а также по термоклиматической шкале (PEV=0,53) – мезовалентом; по фактору аридности-

гумидности климата (PEV=0,60) – гемизэвривалентом; по фактору увлажнения почв (REV=0,39) вид выступает как гемистеновалент. Всего выявлено 4 фракции валентности (ЭВ, МВ, ГЭВ, ГСВ).

Потенциальная экологическая валентность *F. vesca*, определяющая потенциально возможные амплитуды экологического пространства вида, варьирует от 0,39 (по шкале почвенного увлажнения) до 0,89 (по шкале освещенности-затенения). Обобщенный индекс толерантности для климатических шкал высокий (It=0,72), как и по шкале освещенности-затенения (It=0,89). По отношению к почвенным параметрам окружающей среды для *F. vesca* характерны средние резервы устойчивости (It=0,52) (рис. 2).

Реализованная экологическая валентность демонстрирует, какую часть шкалы освоили исследованные ЦП этого вида. В изученных ЦП данный показатель колеблется от 0,46 до 0,78. Рассчитанные значения валентности дают возможность определить коэффициент экологической эффективности, который демонстрирует, сколько процентов данного фактора использовали особи в изученных ЦП. Этот показатель колеблется от 51% по шкале освещенности-затенения и достигает 130% – по шкале обеспеченности почвы азотом.

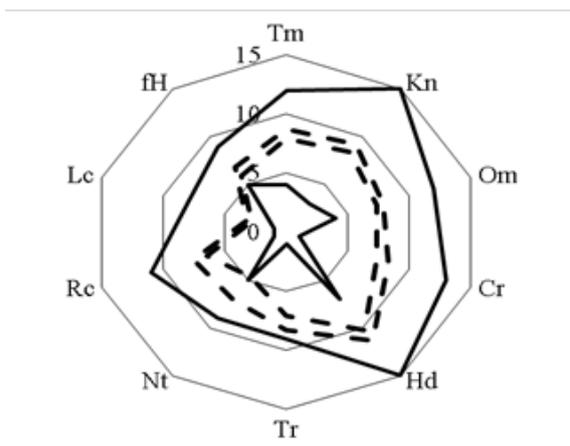


Рис. 1. Характеристика фрагмента экологического ареала *Fragaria vesca* по шкалам Д. Н. Цыганова  
Условные обозначения:

————— – диапазон потенциальной экологической позиции вида;  
- - - - - – диапазон реализованной экологической позиции вида

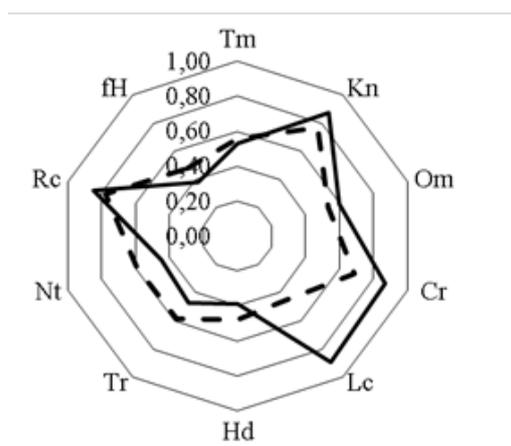


Рис. 2. Потенциальная и реализованная валентность *Fragaria vesca*  
Условные обозначения:

————— – PEV;  
- - - - - – REV

В соответствии со значением индекса дискомфорта (табл.) выявлено, что в большей степени соответствуют оптимальным экологическим показателям условия для произрастания вида в ЦП 8 – 0,06 (разнотравно-земляничный луг). Наименее благоприятные условия складываются в ЦП 10 – 0,3 (суходольный разнотравный луг).

Таким образом, в условиях хвойно-широколиственных лесов ЦП *F. vesca* являются индикатором открытых местообитаний, предпочитая луго-

вые и опушечные фитоценозы с преобладанием в травяном ярусе злаков и разнотравья. В исследуемых местообитаниях ЦП наиболее полно реализуют свои возможности по почвенным шкалам, для которых отмечены высокие значения коэффициента экологической эффективности (от 92 до 130%). Это свидетельствует о широкой амплитуде устойчивости вида к уровню почвенного увлажнения и её компонентного состава.

В целом, экологический диапазон изученных местообитаний *F. vesca* по климатическим и почвенным факторам занимает средние позиции от потенциально возможных и свидетельствует о достаточно оптимальных условиях для произрастания вида. Значения индекса дискомфорта демонстрируют о том, что наиболее благоприятные показатели экологических условий для *F. vesca* складываются в условиях разнотравного земляничного луга, наименее – на суходольном разнотравном лугу.

### Библиографический список

1. Егошина Т. Л., Лугинина Е. А. Ресурсы плодов некоторых представителей семейства Розоцветных в России // Биологические особенности лекарственных и ароматических растений и их роль в медицине : сб. науч. трудов Междунар.науч.-практ. конф. М. : ФГБНУ ВИЛАР, 2016. С. 55–60.
2. Лугинина Е. А., Егошина Т. Л. Ресурсы плодов шиповника в Кировской области // Перспективы лекарственного растениеводства : материалы Междунар. научн. конф. М. : ВИЛАР, 2018. С. 40–43.
3. Cultivation of arctic raspberry on mesotrophic bogs: phytocenotic study in various ecological conditions / Y. V. Gudovskikh, T. L. Egoshina, A. V. Kislitsyna, E. A. Luginina // Temperature horticulture and environment: ecological aspects. Part II: Arctic berries: ecology, biochemistry, and useful properties. Canada : Apple academic Press, 2018. P. 82–95.
4. Гудовских Ю. В., Егорова Н. Ю., Егошина Т. Л. Состояние ценопопуляций *Rubus arcticus* (Rosaceae) в Кировской области // Ботанический журнал. 2020. Т. 105, № 8. С. 66–80. doi: 10.31857/S0006813620080062.
5. Государственная фармакопея СССР. Лекарственное растительное сырье. Т. XI. Вып. 2. М. : Медицина, 1990. 383 с.
6. Шивцова И. В. Эколого-морфологические особенности особей и организация популяций *Fragaria vesca* L. : автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.05. Йошкар-Ола, 2008. 22 с.
7. Методы изучения лесных сообществ: монография / под ред. Е. Н. Андреевой, И. Ю. Баккал, В. В. Горшкова и др. СПб. : НИИХ Химии СПбГУ, 2002. 240 с.
8. The Plant List [электронный ресурс]. – URL: <http://www.theplantlist.org/> (дата обращения: 19.03.2021).
9. Цыганов Д. Н. Фитоиндикация режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М., 1983. 198 с.
10. Экологические шкалы и методы анализа экологического разнообразия растений / Л. А. Жукова, Ю. А. Дорогова, Н. В. Турмухаметова, М. Н. Гаврилова, Т. А. Полянская. Йошкар-Ола, 2010. 368 с.
11. Клименко Г. О. Особливості екологічних умов у місцезростаннях рідкісних видів рослин // Рослинний світ у Червоній книзі України: впровадження глобальної стратегії збереження рослин» : матеріали II Міжнар. наук. конф. Умань, 2012. С. 107–110.
12. Зайцев Г. Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М. : Наука, 1984. 424 с.

## ХАРАКТЕРИСТИКА ФРАГМЕНТА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НИШИ ЗВЕРОБОЯ ПРОДЫРЯВЛЕННОГО В КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

**В. Н. Олькова<sup>1</sup>, А. В. Кислицына<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Вятский государственный агротехнологический университет,  
etl@inbox.ru

<sup>2</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт  
охотничьего хозяйства и звероводства имени профессора Б. М. Житкова,  
an\_kislicyna@mail.ru

В статье представлены материалы по эколого-фитоценотической приуроченности зверобоя продырявленного (*Hypericum perforatum* L.) в Кировской области. Установлено, что *H. perforatum* произрастал на дерновых и дерново-карбонатных супесчаных и суглинистых почвах разной степени оподзоленности преимущественно в составе разнотравно-злаковых суходольных лугов. С применением фитоиндикационных шкал выявлен фрагмент реализованной экологической ниши ценопопуляций изучаемого вида в регионе исследования.

Ключевые слова: *Hypericum perforatum* L., Кировская область, эколого-фитоценотическая характеристика, фитоиндикация, фрагмент экологической ниши.

В Кировской области наиболее часто встречаются два вида зверобоя – это зверобой пятнистый (*Hypericum maculatum* Crantz) и зверобой продырявленный (*Hypericum perforatum* L.). Оба вида обладают лекарственными свойствами и используются в народной медицине [1, 2]. В официальной медицине *H. perforatum* используется как вяжущее и асептическое средство [3]. Он является мезофитом: в качестве местообитаний предпочитает луга, опушки, поляны и вырубki, встречается вдоль дорог. Проведение исследований эколого-биологических характеристик лекарственных видов растений имеет важное значение как основы для формирования методов их неистощительного использования. В настоящее время вследствие недостаточности изученности *H. perforatum* ведутся исследования по эколого-фитоценотическим и ценопопуляционным характеристикам, его использованию, а также по культивированию вида [4–9].

Целью настоящего исследования являлось установление фитоценотической приуроченности и определение экологических предпочтений *H. perforatum* в регионе исследования с использованием фитоиндикационных шкал.

В процессе исследования выполнены геоботанические описания, на основе которых приведен анализ по индикаторным экологическим шкалам Д. Н. Цыганова [10] для уточнения экологических предпочтений *H. perforatum* (Тм – термоклиматическая, Кп – континентальности климата,

Om – омброклиматическая, Cr – криоклиматическая, Hd – увлажнения почв, Tr – солевого режима почв, Rc – кислотности почв, Nt – богатства почв азотом, fH – переменности увлажнения, Lc – освещенности-затенения).

По методике Л. А. Жуковой [11] определена экологическая валентность и коэффициент экологической эффективности (К.ес.эфф.). В таблице приведено краткое описание изученных луговых сообществ с участием *H. perforatum* в Кировской области.

Таблица

**Характеристика фитоценозов с участием *Hypericum perforatum* на территории Кировской области**

№	Название фитоценоза	Район исследования	Почва	Доминирующие виды
1	Зверобойно-разнотравный суходольный луг	Кильмезский	Дерновая супесчаная среднеоподзоленная	<i>Jacobaea vulgaris</i> Gaertn., <i>Agrostis capillaris</i> L., <i>Erigeron canadensis</i> L., <i>Epilobium angustifolium</i> L.
2	Заросли мать-и-мачехи по залежи	Кильмезский	Суглинок тяжелый, зернистый	<i>Tussilago farfara</i> L., <i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim., <i>Jacobaea vulgaris</i> Gaertn., <i>Artemisia vulgaris</i> L., <i>Equisetum arvense</i> L.
3	Суходольный бедреницево-зверобойный луг	Кильмезский	Супесчаная среднеоподзоленная	<i>Pimpinella saxifraga</i> L., <i>Jacobaea vulgaris</i> Gaertn., <i>Linaria vulgaris</i> Mill.
4	Суходольный душице-злаковый луг	Уржумский	Дерново-карбонатная слабооподзоленная, суглинистая, зернистая	<i>Origanum vulgare</i> L., <i>Fragaria viridis</i> Weston, <i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth.
5	Суходольный тысячелистниково-злаковый луг	Яранский	Суглинок, дерново-среднеподзолистая, свежая	<i>Achillea millefolium</i> L., <i>Centaurea jacea</i> L., <i>Trifolium medium</i> L., <i>Ranunculus acris</i> L.
6	Разнотравный полидоминантный суходольный луг	Афанасьевский	Дерново-карбонатная суглинистая зернистая	<i>Origanum vulgare</i> L., <i>Festuca pratensis</i> Huds., <i>Rubus saxatilis</i> L.
7	Суходольный разнотравный луг	Афанасьевский	Дерново-карбонатная суглинистая зернистая	<i>Leucanthemum vulgare</i> (Vaill.) Lam., <i>Cota tinctoria</i> (L.) J.Gay, <i>Trifolium medium</i> L., <i>Origanum vulgare</i> L.

Рекогносцировочное исследование показало, что *H. perforatum* приурочен к луговым сообществам: преимущественно к разнотравно-злаковым суходольным лугам. В изученных ценопопуляциях *H. perforatum* произрастал спорадически, не образуя густых зарослей, что является характерной чертой вида [12]. Основными часто встречаемыми «видами-спутниками» в сообще-

ствах с *H. perforatum* выступали *Jacobaea vulgaris* Gaertn., *Origanum vulgare* L., *Trifolium medium* L.

Ценопопуляции *H. perforatum* в регионе исследования встречались на дерновых и дерново-карбонатных супесчаных и суглинистых почвах разной степени оподзоленности (слабо- и среднеоподзоленные).

Сопоставление фрагментов фундаментальной (потенциальной) и реализованной (состоявшейся) экологических ниш *H. perforatum* в регионе исследования показало следующее. Диапазон реализованной экологической ниши изученных ценопопуляций довольно узок и приближен к центральному положению относительно климатических шкал и фактора освещенности-затенения (рис.). Наиболее широкий диапазон отмечен по параметрам почвенных экологических факторов, особенно по шкале переменности увлажнения (fH). По фактору переменности увлажнения почв, к колебаниям которого *H. perforatum* наиболее чувствителен, наблюдалось значительное смещение реализованной экологической валентности за границы от потенциальной возможной для вида (К.ес.эф. = 159%). Вероятно, это указывает на значительное освоение ценопопуляциями *H. perforatum* экологического пространства по данному фактору в регионе исследования.

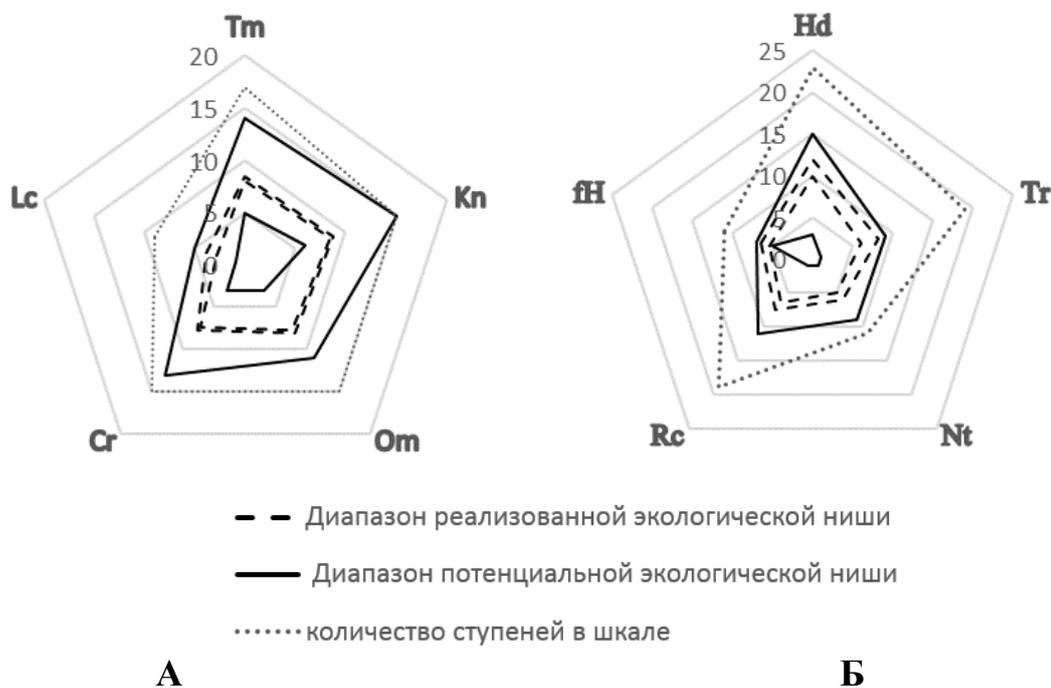


Рис. Графическое изображение фрагмента экологической ниши ценопопуляций *Hypericum perforatum*: А – климатические факторы и фактор освещенности-затенения; Б – почвенные факторы

Коэффициент эффективности освоения экологического пространства по шкале континентальности климата (К.ес.эф. = 103%) также свидетельствует, что по данному фактору реализованная валентность вида выступает за границы от потенциально возможной. Кроме того, в значительной степени реализованы экологические возможности для эдафических факторов: солевого ре-

жима почв (К.ес.ефф. = 100%), кислотности почв (К.ес.ефф. = 75%), увлажнения почв (К.ес.ефф. = 71%), а также по фактору освещенности (К.ес.ефф. = 80%). Наименьшие экологические возможности реализованы для фактора богатства почвы азотом (К.ес.ефф. = 63%).

Таким образом, в ходе исследования установлено, что *H. perforatum* приурочен к луговым сообществам, преимущественно к разнотравно-злаковым суходольным лугам. Фрагмент реализованной экологической ниши *H. perforatum* в Кировской области свидетельствует об оптимальных для произрастания климатических и эдафических условиях. Показатель реализованной экологической валентности по шкале переменности увлажнения указывает на высокую адаптацию ценопопуляций вида к данному фактору.

### Библиографический список

1. Egoshina T. L., Luginina E. A. Medicinal plants in folk medicine of taiga zone of Russia: peculiarities of use and resources // Plant, fungal and habitat diversity investigation and conservation. Proceedings of IV BVC. 2006. P. 624–631. doi: 10.13140/2.1.4303.9044.
2. Егoшина Т. Л., Лугинина Е. А., Кириллов Д. В. Лекарственные растения и грибы народной медицины Кировской области: особенности использования и ресурсы // Вестник Оренбургского государственного университета. 2016. № 4 (192). С. 66–71.
3. Государственная фармакопея СССР. Издание XI (Выпуск 2). М. : «Медицина», 1989. 400 с.
4. Егoшина Т. Л. Особенности восстановления *Hypericum perforatum* L. после заготовок // Геоботаника XXI века. Воронеж, 1999. С. 139–140.
5. Егoшина Т. Л., Помелов А. В. Возделывание лекарственных растений в условиях Волго-Вятского региона (методические указания). Киров, 2003. 162 с.
6. Современное состояние недревесных растительных ресурсов России. Киров : ВНИИОЗ, 2003. 263 с.
7. Егoшина Т. Л. Запасы сырья и ресурсная характеристика некоторых лекарственных растений в северо-восточных районах Кировской области // Растительные ресурсы, 1989. Т. 25, вып. 2. С. 173–180.
8. Кислицына А. В., Егoшина Т. Л. Основные ресурсные и популяционные параметры *Vaccinium myrtillus* L. в южнотаежных лесных экосистемах Кировской области // Вестник ПГТУ. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. Йошкар-Ола, 2016. № 3 (31). С. 77–86.
9. Карпухин М. Ю., Абрамчук А. В., Сапарклычева С. Е. Продуктивное долголетие зверобоя продырявленного (*Hypericum perforatum* L.) // Аграрный вестник Урала. 2018. № 08 (175). С. 35–40.
10. Цыганов Д. Н. Фитоиндикация режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М. : Наука, 1983. 198 с.
11. Экологические шкалы и методы анализа экологического разнообразия растений / Л. А. Жукова, Ю. А. Дорогова, Н. В. Турмухаметова, М. Н. Гаврилова, Т. А. Полянская. Йошкар-Ола : Мар. гос. у-нт, 2010. 368 с.
12. Ильина В. Н. Демографическая характеристика ценопопуляций *Hypericum perforatum* L. в условиях антропогенной нагрузки на степные фитоценозы (Самарская область) // От растения до лекарственного препарата : сб. трудов междунар. науч. конф. М. : ФГБНУ ВИЛАР, 2020. С. 45–49.

## СТРУКТУРА ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ *PULSATILLA PATENS* (L.) MILL. НА ТЕРРИТОРИИ ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ «МЕДВЕДСКИЙ БОР» КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

*М. Н. Шаклеина, И. А. Коновалова, Е. В. Лелекова*  
Вятский государственный университет, mariyashakleina@mail.ru

В работе представлены результаты оценки ценопопуляций *Pulsatilla patens* (L.) Mill. на территории памятника природы «Медведский бор». Проведение подобных исследований необходимо, поскольку вид является редким и уязвимым в регионе и нуждается в постоянном контроле и наблюдении. Отсутствие в ценопопуляциях особей прегенеративного периода, вероятно, связано с высоким проективным покрытием зеленых мхов.

Ключевые слова: *Pulsatilla patens*, редкий и уязвимый вид, структура ценопопуляции.

Изучение редких и исчезающих видов растений, как наиболее уязвимых элементов флоры, – важнейшая задача сохранения биоразнообразия растительного мира на современном этапе. На территории Кировской области исследования данной группы достаточно многочисленны [1–3] и др. Ряд работ посвящен и объекту нашего исследования – *Pulsatilla patens* (L.) Mill. [4–6] и др. Однако, все они направлены на изучение экологических характеристик *P. patens*, или его внутривокупационной изменчивости. Цель нашей работы – оценить состояние и структуру ценопопуляций (ЦП) *P. patens* и установить закономерности его возобновления.

Исследования проводили в 2020 г. на территории 68 и 69 кварталов памятника природы «Медведский бор» Нолинского района Кировской области.

Объект исследования – прострел раскрытый из семейства Ranunculaceae – опушечный лесной псаммофильный вид, средне- и восточно-европейский – западный сибирский, умеренный [7] со стратегией специализированного пациента [8]. Он входит в список редких и уязвимых видов растений, не внесенных в Красную книгу Кировской области, но нуждающихся на ее территории в постоянном контроле и наблюдении [9]. Наиболее типичные местообитания *P. patens* – разреженные сосновые и березовые леса, песчаные лесные поляны и опушки, степи, сухие склоны [7].

Изучение ценопопуляций *P. patens* проводили на основе рекомендаций ряда исследователей [10, 11].

Учетные площадки закладывали регулярным способом. За счетную единицу популяции *P. patens* принимали особи семенного происхождения – генеты.

Во время камеральной обработки определены возрастные спектры ЦП и оценены их типы [12], по характеру которых судили об успешности возобновления ЦП, этапах ее развития и т.д.

В качестве интегральных характеристик онтогенетической структуры ЦП *P. patens* использовали следующие демографические показатели [13]: индекс восстановления (Jв), индекс замещения (Jз).

Помимо этого, в работе использована классификация возрастных спектров Л. А. Животовского [14], которая построена на основе расчета индексов возрастности [15] и энергетической эффективности.

На основании расчета данных показателей определен тип ЦП *P. patens* согласно представлениям А. А. Уранова и О. В. Смирновой [16] с использованием классификации «дельта-омега» ( $\Delta-\omega$ ) [14].

Ценопопуляция 1 (ЦП 1) *P. patens* приурочена к сосняку зеленомошному с составом древостоя 10С и сомкнутостью крон 0,4. Она расположена на склоне восточной экспозиции крутизной 50°. Подрост представлен *Pinus sylvestris* L., *Picea abies* (L.) Н. Karst., *Ulmus laevis* Pall. и *Quercus robur* L. В подлеске с проективным покрытием 20 % преобладает *Juniperus communis* L. Травяно-кустарничковый (проективное покрытие 70%) ярус имеет высокую видовую насыщенность, однако доминирующее положение занимают: *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth., и *Fragaria vesca* L. Покрытие мохово-лишайникового покрова невелико (51 %) и неравномерно. Он представлен *Dicranum scoparium* Hedw. и *D. polysetum* Sw., *Cetraria islandica* (L.) Ach.

Ценопопуляция 2 (ЦП 2) расположена в сосняке бруснично-зеленомошном с составом древостоя 10С и сомкнутостью крон 0,3 на склоне северо-восточной экспозиции крутизной 30°. В подросте отмечены *Pinus sylvestris*, *Picea abies*, и *Quercus robur*. Подлесок с проективным покрытием 15% включает *Juniperus communis*, *Chamaecytisus ruthenicus*, *Sorbus aucuparia*. Травяно-кустарничковый ярус с проективным покрытием 60% отличается невысокой видовой насыщенностью и включает *Vaccinium vitis-idaea*, *Calamagrostis epigeios*, *Polygonatum odoratum*, *Pulsatilla patens*, *Trommsdorffia maculata* (L.) Bernh. Мохово-лишайниковый покров равномерно покрывает практически всю площадь ценопопуляции (90 %) и представлен *Dicranum scoparium* и *D. polysetum*.

Особи *P. patens* относили к конкретному онтогенетическому состоянию (рис. 1) согласно данным ряда исследований [17].



Рис. 1. Особи *Pulsatilla patens* некоторых онтогенетических состояний:  
а – ювенильные; б – виргинильные; в – сенильные

В обследованных ЦП выявлены особи не всех описанных для данного вида онтогенетических состояний. В частности, в ЦП 1 отсутствуют проростки и молодые генеративные особи, а в ЦП 2 – проростки, ювенильные, имма-турные и молодые генеративные особи. Выпадение из состава последней большинства онтогенетических состояний прегенеративного периода, вероятно, связано с наличием зеленых мхов в напочвенном покрове с общим проективным покрытием 90 %, которые могут препятствовать прорастанию семян *P. patens*.

Значение средней плотности ЦП 1 – 1,58 экз. / м<sup>2</sup> и экологической – 15,83 экз. / м<sup>2</sup>. Среди онтогенетических состояний преобладают виргинильные особи. Индексы восстановления и замещения – 2,7 и 1,7 соответственно свидетельствуют о достаточно успешном самоподдержании данной популяции. На основании значений индексов возрастности (0,3286) и энергетической эффективности (0,4138) ценопопуляция по классификации «дельта–омега» является молодой с преобладанием особей, не достигших генеративного состояния.

Таким образом, ЦП 1 *P. patens* можно охарактеризовать как нормальную молодую неполночленную.

В ЦП 2 *P. patens* показатель средней плотности равен 1,08 экз. / м<sup>2</sup>, а экологической – 216,67 экз. / м<sup>2</sup>. Высокое значение последнего связано с малой площадью, занимаемой видом. Индексы восстановления (0,833) и замещения (0,625) свидетельствуют о низкой эффективности семенного самоподдержания популяции, что вероятно, связано с преобладанием в напочвенном покрове зеленых мхов. Показатели индексов возрастности и энергетической эффективности (0,4765 и 0,6016 соответственно) позволяют отнести данную ЦП к переходной. Таким образом, ЦП 2 *P. patens* можно охарактеризовать как нормальную переходную неполночленную.

На основе соотношения особей разных онтогенетических состояний в ЦП *P. patens* составлены их онтогенетические спектры. Они являются левосторонними с пиком на виргинильных особях (рис. 2).

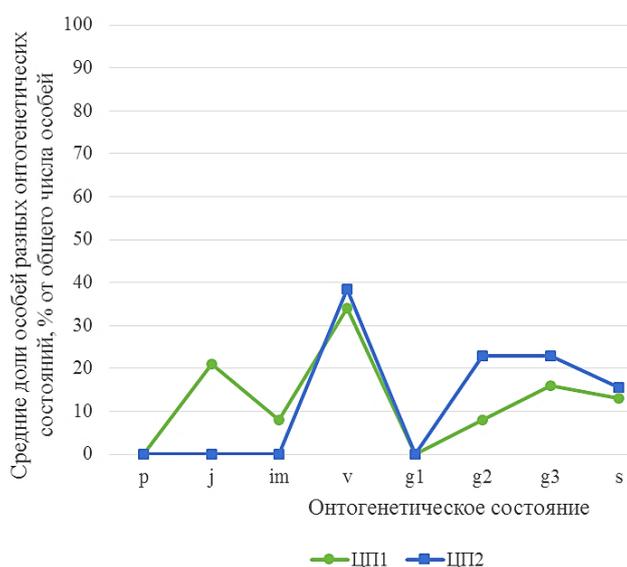


Рис. 2. Онтогенетические спектры изученных ЦП *Pulsatilla patens*

Таким образом, в ходе исследования оценены ЦП *P. patens*, приуроченные к лесным сосновым сообществам. Установлено, что в ЦП 1 значительно преобладают особи прегенеративного периода. Это свидетельствует о достаточно устойчивом положении вида в данном местообитании. Особи *P. patens* в ЦП 2 имеют низкую эффективность семенного размножения, что, вероятно, связано с высоким проективным покрытием напочвенного покрова зелеными мхами, в частности *Dicranum scoparium* и *D. polysetum*. Судя по онтогенетическому спектру и факторам, ограничивающим семенное воспроизведение особей этой ЦП, наиболее вероятен ее переход к старому типу. Установлена закономерность распространения особей *P. patens* в зависимости от топографии местности – отмечено, что они сосредоточены в средней части склона дюны, а на ее вершине и в основании – редки и зачастую отсутствуют.

Отсутствие молодых генеративных особей в составе обеих ценопопуляций, вероятно, обусловлено особенностями онтогенеза вида, в частности достаточно длительной (2–3 года) продолжительностью виргинильного онтогенетического состояния.

### Библиографический список

1. Сулейманова В. Н., Ишмуратова М. М., Егошина Т. Л. Состояние ценопопуляций *Maianthemum bifolium* (L.) F. W. Schmidt (Liliaceae) в южно-таежной подзоне Кировской области // Растительные ресурсы. 2012. Т. 48, вып. 4. С. 504–517.
2. Егорова Н. Ю., Сулейманова В. Н., Егошина Т. Л. Состояние ценопопуляций *Platanthera bifolia* (Orchidaceae) в Кировской области // Растительные ресурсы. 2014. Т. 50, вып. 3. С. 398–414.
3. Егорова Н. Ю., Сулейманова В. Н. Оценка состояния ценопопуляций *Cypripedium calceolus* L. на выходах известняковых пород по склонам долины реки Вятка // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2019. № 47. С. 40–58.
4. Егорова Н. Ю., Егошина Т. Л., Сушенцов О. Е. Популяционная изменчивость *Pulsatilla patens* s. l. (Ranunculaceae) в бассейне реки Вятка // Растительные ресурсы. 2017. Т. 53, Вып. 2. С. 237–254.
5. Королева Н. В. Фитоценотическая характеристика *Pulsatilla patens* (L.) Mill (Ranunculaceae) в Кировской области // Устойчивое развитие территорий: теория и практика : материалы X Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Сибай : Издательский дом «Республика Башкортостан», 2019. С. 148–151.
6. Egorova N. Y., Egoshina T. L., Sushentsov O. E. Ecological cenotic variations and demographic features of *Pulsatilla patens* (L.) Mill S.L. (Ranunculaceae) cenopopulations in Kirov oblast // Contemporary Problems of Ecology. 2019. Т. 12. № 1. P. 83–91.
7. Цвелёв Н. Н. Определитель сосудистых растений Северо-Западной России (Ленинградская, Псковская и Новгородская области). СПб. : СПбГХФА, 2000. 781 с.
8. Савиных Н. П., Пересторонина О. Н., Шабалкина С. В. Состояние и динамика биоразнообразия при искусственном восстановлении сосняков // Вестник Тверского государственного университета. Сер. Биология и экология. 2018. № 3. С. 301–316.
9. Красная книга Кировской области: животные, растения, грибы. Изд. 2-е / под ред. О. Г. Барановой и др. Киров : ООО «Кировская областная типография», 2014. 336 с.
10. Воронцова Л. И., Заугольнова Л. Б. О подходах к изучению ценопопуляций растений // Ботанический журнал. 1979. Т. 64, № 9. С. 1296–1307.
11. Денисова Л. В., Никитина С. В., Заугольнова Л. Б. Программа и методика наблюдений за ценопопуляциями видов растений «Красной книги СССР». М., 1986. 34 с.
12. Заугольнова Л. Б. Типы возрастных спектров нормальных ценопопуляций растений // Ценопопуляции растений (основные понятия и структура). М., 1976. С. 81–92.
13. Жукова Л. А. Популяционная жизнь луговых растений. Йошкар-Ола : РИИК «Ланар», 1995. 224 с.
14. Животовский Л. А. Онтогенетические состояния, эффективная плотность и классификация популяций растений // Экология. 2001. № 1. С. 3–7.
15. Уранов А. А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов // Научные доклады Высшей школы. Биологические науки. 1975. № 2. С. 7–33.
16. Уранов А. А., Смирнова О. В. Классификация и основные черты развития популяций многолетних растений // Бюллетень МОИП. Отдел биологический. 1969. Т. 74, вып. 1. С. 119–134.
17. Зонтиков Д. Н., Зонтикова С. А., Сергеев Р. В. Особенности онтогенеза и возрастной структуры популяций *Pulsatilla patens* (L.) Mill. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2013. № 93. С. 212–221.

## ПЕРИФИТОН АЙДАР-АРНАСАЙСКОЙ СИСТЕМЫ ОЗЕР

**З. А. Мустафаева**

*Институт зоологии Академии наук Республики Узбекистан, zuri05@mail.ru*

В статье представлены исследования экологических формаций сообщества перифитона Айдар-Арнасайской системы озер за 2019 г. Доминантный комплекс перифитона образован в основном продуцентами 248 видов, разнообразнейших и форм водорослей.

Ключевые слова: Айдар-Арнасайская система озер, перифитон, экология.

Айдар-Арнасайская система озер (ААСО) является крупнейшей озерной системой Узбекистана, которая образовалась в 1969 г. на основе трех эфемерных озер Арнасайской впадины в результате освоения земель и аккумуляции основного объема половодья реки Сырдарья. ААСО включает комплекс трех озер: Тузкан, Айдаркуль, Восточный Арнасай. Она на протяжении своей короткой истории претерпела существенные разнонаправленные изменения, продолжающиеся и в настоящее время. В период с 1973 до 1993 года из-за отсутствия попусков речной воды и полного перехода на питание коллекторно-дренажными водами (Центральный Голодностепной коллектор (ЦГК), р. Клы, коллекторы Арнасайский и Акбулак) в объеме около 2,5 км<sup>3</sup>/год, произошло осолонение и загрязнение вод ААСО. С 1993 г. в ААСО начался этап образования нового экогидрологического режима в связи с началом сбросов огромного объема паводковых вод из Чардаринского водохранилища.

Арнасайская впадина находится в северной и северо-западных частях Голодной степи в пределах Предкызылкумья и служит как бы границей между Голодной степью и пустыней Кызылкума. Основной объем (70–80%) водного баланса формируется за счет коллекторно-дренажных вод. Общая площадь водной поверхности ААСО составляет около 350 тыс.га, протяженность озерной системы более 200 км (рис.).

Перифитон – обрастания, сообщества организмов, обитающие на разнообразных подводных субстратах (камнях, макрофитах), приподнятых над дном вне зависимости от их происхождения, в состав которых входят представители трех основных функциональных групп: *автотрофные* организмы – продуценты (водоросли); *гетеротрофные* организмы – консументы (простейшие, коловратки, черви и другие) и организмы – *редуценты* (зооглейные, нитчатые, палочковидные, кокковидные и другие формы бактерий и грибы). Перифитон, как составная часть водных экосистем, претерпевает вместе с ними различные изменения, обусловленные разными природными и антропогенными факторами.

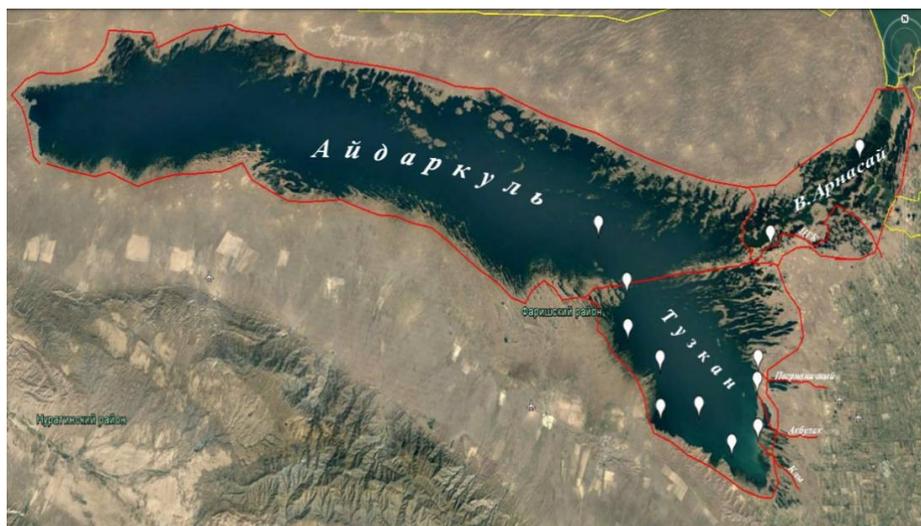


Рис. Айдар-Арнасайская система озер

Соскобы обрастаний производили с помощью скребка, скальпеля и пинцета. Небольшое количество отобранного материала вместе с водой помещали в широкогорлую банку с крышкой емкостью 0,5 л и с большим запасом воздуха и фиксировали 40% формалином [1, 2]. Идентификацию видового состава перифитона производили по определителям [3–7]. Для оценки индекса сапробности (ИС) воды применяли метод индикаторных организмов Р. Пантле и Х. Букка в модификации В. Сладечека [8] и биотический перифитонный индекс (БПИ) [9]. Индикаторную значимость S и зону сапробности определяли для каждого вида по спискам СЭВ [10].

Перифитон озер ААСО в основном представлен на стеблях высших водных растений (заросли тростника обыкновенного – *Phragmites communis* Trin., рогоза широколистного – *Typha latifolia* L., камыша – *Scirpus* sp.) и затопленных макрофитах придонных слоев (рдесты гребенчатый – *Potamogeton pectinatus* L., пронзеннолистный – *P. perfoliatus* L. и курчавый – *P. crispus* L., уруть колосистая – *Myriophyllum spicatum* L., роголистник погруженный – *Ceratophyllum demersum* L.), образующие массовые пятна-скопления на илистых донных отложениях, особенно на глубоководных участках, образуя на стеблях и листьях высших водных растений сероватый твердый налет, обрастания нитчатых водорослей или слизкие махры нитчатки темно-бурого цвета, где поселяются в дальнейшем большое количество животных (простейшие, коловратки, сидячие инфузории, личинки хирономид, круглые и малощетинковые черви и др.).

Пункты отбора проб перифитона представляют собой места с небольшой глубиной (0,5–4,0 м), соответственно хорошо прогреваемые и сильно заросшие высшей водной растительностью, поэтому здесь преобладают виды, которые предпочитают высоко эвтрофированные и заросшие водоёмы.

Доминантный комплекс перифитона представлен, прежде всего, продуцентами 248 видов, наибольшего развития и разнообразия среди которых достигают водоросли диатомовые (Bacillariophyta) – 143 вида, сине-зеленые (Cyanophyta) – 46 видов и зеленые (Chlorophyta) – 41 вид. С незначительной

встречаемостью 1–8 видов были отмечены динофитовые (Dinophyta), криптофитовые (Cryptophyta), золотистые (Chryzophyta) и эвгленовые (Euglenophyta) водоросли, а также организмы из группы консументов. В таблице представлена посезонная таксономическая структура перифитона ААСО.

Таблица

**Таксономическая структура перифитона ААСО**

Таксон / год, сезон	2019 год			
	зима	весна	лето	осень
Суанопфита	30	25	41	34
Василариопфита	111	94	126	63
Криптофита	1	1	1	1
Евгленопфита	2	3	5	3
Хризопфита	1	3	4	–
Динофита	3	4	8	7
Хлорофита	32	22	39	27
Кол-во видов	180	152	224	135

Наиболее обильно и массово в обрастаниях представлены сине-зеленые водоросли: *Synechocystis* sp., *Merismopedia glauca* (Ehr.) Nag., *M. tenuissima* Lemm., *M. elegans* A.Br., *Microcystis aeruginosa* Woron., *M. pulvereae* (Wood) Fortiemend Elenk., *Aphanothece stagnina* (Spreng.) B. Peters et Geitlend., *Coelosphaerium Kuetzingianum* Nag., *Gloeocapsa alpine* Nag. end. Brend., *Gl. turgid* (Kütz.) Hollerb., *Gomphosphaeria aponina* Kütz., *G. lacustris* Chod., *G. pusilla* Elenk., *Nodularia spumicera* Mertens, *Calothrix* sp. (Braunii), *Shizothrix lacustris* A.Br., *Anabaena constricta* (Szac.) Geitl., *Oscillatoria amphibia* Ag., *Osc. planctonica* Wolosz., *Osc. limosa* Ag., *Osc. princens* Vaucher., *Osc. spirulinoides* Woronich., *Spirulina laxa* Smith., *Sp. major* Kütz., *Phormidium ambiguum* Gom., *Ph. papillaterminatum* Kissel., *Ph. uncinatum* (Ag.) Gom., *Ph. tenue* (Menegh.) Gom., *Lyngbya limnetica* Lemm., *L. kuetzingii* (Kütz.) Schmidle и др.

Диатомовые в перифитоне разнообразно представлены как широко распространенными планктонными пресноводными, пресноводно-солонатоводными формами водорослей: *Melosira varians* Ag., *Cyclotella meneghiniana* Kütz., *C. kuetzingiana* Thw., *C. caspia* Grun., *Diatomae longatum* (Lyngb.) Ag., *D. elongatum v. tenue* (Ag.) V.H., *Fragilaria crotonensis* Kitt., *Fr. capucina* Desm., *Fr. construens* (Ehr.) Grun., *Fr. vericens* Ralfs., *Synedra acus* Kütz., *S. ulna* (Nitzsch.) Ehr., *Asterionella gracillima* (Hantzsch.) Heib., а также видами, характерными для фитобентоса: *Cocconeis pediculus* Ehr., *C. placentula* Ehr., *Achnanthes affinis* Grun., *Ach. minutissima* Kütz., *Rhoicosphenia curvata* (Kütz.) Grun., *Navicula gracilis* Ehr., *N. oblonga* Kütz., *N. radiosa* Kütz., *Pinnularia microstauron* Ehr., *Cymbella affinis* Kütz., *C. cistula* (Hemp.) Grun., *C. helvetica v. curta* CL, *C. tumida* (Breb.) V.H., *C. ventricosa* Kütz., *Gomphonema olivaceum* (Lyng.) Kütz. и др.

Необходимо отдельно отметить, что в осенний период в обрастаниях наблюдается массовое развитие видов-индикаторов повышенного эвтрофирования и солоноватоводно-морских видов, характерных для водоёмов с несколько повышенной минерализацией воды: *Mastogloia lanceolata* Thw., *M. Braunii* Grun., *M. baltica* Grun., *M. elliptica* (Ag.) Cl., *M. Smithii* Thw., *M. Smithii v. amphicephala* Grun., *Navicula protracta v. subcapitata* Woronichin, *N. specula* Hickie, *Amphiprora palludosa* W.Sm., *Amphora ovalis* Kütz., *A. coffeaformis* Ag., *A. commutate* Grun., *A. lineate* Ehr., *A. veneta* Kütz., *Synedra minuscula* Grun., *S. tabulata* (Ag.) Kütz Grun., *Gyrosigma spenseri* (W.Sm.) Cl., *Pleurosigma elongatum* W. Sm., *Bacillaria paradoxa* Gmelin, *Nitzschia obtuse* W.Sm., *N. palea* (Kütz.) Grun., *N. closterium* (Ehr.) W. Sm., *N. tryblionella* Hantzsch., *N. sigma* (Kütz.) W.Sm., *Campylodiscus clypeus* Ehr. и др.

Зеленые водоросли в перифитоне представлены в основном родами *Ankistrodesmus*, *Chlorococcum*, *Chlorella*, *Chlamidomonas*, *Dictyosphaerium*, *Carteria*, *Dunaliella*, *Cosmarium*, *Scenedesmus*, *Cladophora*, *Spirogyra*, *Vaucheria*, *Enteromorpha*. С невысоким обилием 1–4 вида в исследованных пробах отмечены динофитовые, эвгленовые водоросли видами из родов *Glenodinium*, *Peridinium*, *Euglena*, *Thrachelomonas*, *Astasia* (прибрежье).

В отдельных пробах перифитона были отмечены также организмы из группы консументов (простейшие, коловратки, кладоцера, копепода, науплии, сидячие инфузории, личинки хирономид, нематоды, олигохеты). В течение всего периода исследований в обрастаниях, отобранных с затопленных макрофитов (уруть, рдест гребенчатый, тростник), практически во всех пробах перифитона озер Тузкан, Восточный Арнасай, Айдаркуль, ЦГК, к-р Пограничный отмечены пустые створки/домики обрастателей из ракушковых простейших родов *Cyphoderia* (*C. ampulla* Ehr.), *Arcella* (*A. vulgaris* Ehr.), а также трубчатые образования от темно-бурого до буровато-оливкового цвета *Euglypha*, *Diffugia* (*D. pyriformis* Perty), *Nebela* (*N. collaris* Leidy) и спикулы *Spongilla* (р.Клы).

Качество воды по водоёмам соответствует в основном III классу, что соответствует умеренно-загрязненным водам и переходному III–IV (оз. Айдаркуль), что связано с повышением минерализации. Значения биотического перифитонного индекса (БПИ) – 6 баллов, ИС 1,89–2,17. Экологическое состояние в основном АБ – удовлетворительное, характеризующееся метаболическим и экологическим прогрессом биоценозов и АБ-АБ – переходное, связанное с заметным изменением таксономической и функциональной структуры биоценозов.

Водоросли широко используют как индикаторные организмы при экологическом мониторинге, благодаря стенотопности многих видов, их высокой чувствительности к условиям окружающей среды. По полученным результатам анализа проб перифитона можно заключить, что исследованные участки ААСО относятся к мезосапробной зоне загрязнения, которая подразделяется на  $\alpha$ - и  $\beta$ -мезосапробные подзоны. Видовое разнообразие водорослей в  $\beta$ -мезосапробной подзоне больше, наиболее характерными здесь являются

диатомовые из родов *Melosira*, *Synedra*, *Fragilaria*, *Achnanthes*, *Diatoma*, *Navicula*, из зеленых – роды *Cosmarium*, *Closterium*, *Scenedesmus*, *Spirogyra*, *Cladophora*. К  $\alpha$ -мезосапробной подзоне относят сине-зеленые водоросли родов *Oscillatoria*, *Phormidium*, *Spirulina*. Влияние минерализованных коллекторно-дренажных вод проявилось в смене доминантных комплексов сообщества, т.е. наряду с эврибионтными видами организмов осенью развиваются также солоноватоводные и солоноватоводно-морские формы из родов, характерных для водоёмов с повышенной минерализацией воды: *Mastogloia*, *Navicula* (*N. spicula*, *N. humerosa*), *Amphora*, *Bacillaria*, *Nitzschia* и др.

Анализ экологических характеристик обнаруженных организмов показывает, что большинство видов сообщества перифитона исследуемых водных объектов ААСО являются широко распространенными в умеренных условиях формами, имеющими широкую экологическую валентность.

Экологический спектр водорослей, обнаруженных в биоценозах перифитона, свидетельствует о повышенном содержании солей, определяющих повышенный уровень минерализации водной массы озер, что наиболее выражено в осенний период в озере Айдаркуль.

#### Библиографический список

1. Тальских В. Н. Использование концепции инвариантных состояний биоценозов в экологическом мониторинге и нормировании загрязнения рек Средней Азии // Экологические модификации и критерии экологического нормирования : труды Междунар. симпозиума. Л. : Гидрометеиздат, 1991. С. 163–184.
2. Федоров В. Д., Капков В. И. Практическая гидробиология пресноводных экосистем. М. : МГУ, 2006. 365 с.
3. Определитель низших растений. Водоросли / Л. И. Курсанов, М. М. Забелина, К. И. Мейер, Я. В. Ролл, Н. И. Пешинская. М. : Изд-во «Советская наука», 1977. Т. 1. 396 с.; Т. 2. 310 с.
4. Мошкова Н. А., Голлербах М. М. Зеленые водоросли. Класс Улотриксковые. 1. Порядок Улотриксковые // Определитель пресноводных водорослей СССР. Л. : Наука, 1986. Вып. 10. 366 с.
5. Макрушин А. В. Библиографический указатель по теме «Биологический анализ качества вод» с приложением списка организмов-индикаторов загрязнения. Л. : Наука, 1974. 60 с.
6. Фауна аэротенков (атлас) / под ред. Л. А. Кутиковой. Л. : Наука, 1984. 263 с.
7. Определитель вольвоксовых водорослей Узбекистана / С. А. Халилов, Р. Ш. Шоякубов, З. А. Мустафаева, Х. Э. Эргашева, Б. К. Каримов, Т. Ж. Тожибаев, Х. А. Алимжанова. Наманган, 2014. 215 с.
8. Sladecek V. System of water quality from the biological point of view // Arch. Hydrobiol. Ergoeb. 1973. Bd. 7.S. 210–218.
9. Тальских В. Н. Методы гидробиологического мониторинга водных объектов региона Центральной Азии (Рекомендации – РУз 52.25.32-97). Ташкент : Главгидромет РУз, 1997. 67 с.
10. Унифицированные методы исследования качества вод. Методы биологического анализа вод. М. : СЭВ, 1976. 185 с. Приложение 1: Индикаторы сапробности. 1977. 91 с.; Приложение 2: Атлас сапробных организмов. 1977. 227 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ БРИОФЛОРЫ КОСТРОМСКОГО РАЙОНА КОСТРОМСКОЙ ОБЛАСТИ

*А. С. Дюкова, М. Э. Нестерук, Е. С. Грехнев*

*Костромской государственной университет, annadyukova.kgu@mail.ru*

В статье приводятся данные исследования бриофлоры Костромского района Костромской области. Видовое разнообразие мохообразных оценивалось в различных лесных фитоценозах, отличающихся по видовому составу древесных пород и степени антропогенной нагрузки. В статье приводится список найденных видов мохообразных.

Ключевые слова: бриофлора, эдификатор, фитоценоз, антропогенная нагрузка, Костромская область.

Во флорах крупных регионов 1/4–1/5 от общего видового разнообразия высших растений приходится на долю мохообразных [1]. Вместе с тем мохообразные на сегодняшний день продолжают оставаться одной из наименее изученных в систематическом отношении групп высших растений [2]. От высших сосудистых растений мохообразные отличаются рядом особенностей строения и биологии. Наиболее важные отличия – преобладание гаплоидного гаметофита над диплоидным спорофитом по размерам и продолжительности существования и отсутствие специализированных проводящих тканей. Мохообразные обладают малыми размерами и ассимилируют всей поверхностью тела. Эти свойства позволяют им осваивать непригодные большинству сосудистых растений местообитания, и одновременно – ограничивают спектр доступных. Важным и регламентирующим распространение абиотическим фактором является влага; причем значимо не только общее количество осадков, но и равномерность их выпадения [3]. Мелкие размеры тела позволяют мохообразным находить подходящие местообитания (микрорестообитания) в различной обстановке. В болотных, лесных и тундровых сообществах мхи часто являются важным компонентом и могут играть роль эдификаторов фитоценозов [1]. Территория Европейской части России в бриофлористическом отношении изучена очень неравномерно. Исследования бриофлоры Костромской области, практически отсутствуют.

Костромская область расположена на северо-востоке Европейской части России. Протяженность с севера на юг – 260 км, с юго-запада на северо-восток – 500 км. Климат умеренно континентальный, среднегодовое количество осадков от 530 до 600 мм/год. Рельеф области холмистый, прорезанный густой речной сетью, основная часть рек принадлежит к бассейну р. Волги, на территории встречается большое количество болот. Более 60% территории области покрыто лесами, основными древесными породами являются ель и сосна.

Мы исследовали несколько участков лесов на территории Костромского района Костромской области. Описанные сообщества отличались между собой степенью антропогенной нагрузки и видовым составом. Были исследованы участок мелколиственного леса, где основными древесными породами являлись береза и осина (участок 1), участок хвойного леса с преобладанием сосны и подростом ели, и незначительной примесью березы (участок 2) и участок леса, представляющий собой искусственные насаждения сосны и березы, примыкающий к границе города Костромы, а следовательно, испытывающий наибольшее антропогенное влияние (участок 3). В результате было определено 30 видов мохообразных (табл.), относящихся к 3 классам: Anthocerotopsida, Marchantiopsida, Bryopsida. Класс Anthocerotopsida представлен 1 семейством Anthocerotaceae. Класс Marchantiopsida представлен 4 семействами: Marchantiaceae, Ricciaceae, Radulaceae, Aneuraceae. Класс Bryopsida представлен 16 семействами: Leucodontaceae, Brachytheciaceae, Bryaceae, Hylocomiaceae, Dicranaceae, Plagiotheciaceae, Entodontaceae, Ditrichaceae, Amblystegiaceae, Mniaceae, Polytrichaceae, Sphagnaceae, Trichostomaceae, Encalyptaceae, Neckeraceae, Funariaceae.

Таблица

**Распределение видов мохообразных по исследуемым участкам**

Вид	Участок 1	Участок 2	Участок 3
1	2	3	4
<i>Phaeoceros laevis</i> (L.) Prosk.	+	+	
<i>Marchantia polymorpha</i> L.	+	+	
<i>Riccia glauca</i> L.	+		
<i>Radula complanata</i> (L.) Dum.	+	+	+
<i>Riccardia pinguis</i> (L.) S.F.Gray	+	+	+
<i>Antitrihia curtipendula</i> (Hedw.) Brid.	+		+
<i>Leucodon sciuroides</i> (Hedw.) Schwaegr.	+	+	
<i>Brachythecium salebrosum</i> (Web.et.Mohr) B.S.G.	+		+
<i>Pseudoscleropodium purum</i> (Hedw.) Fleisch.	+		+
<i>Rhynchostegium riparioides</i> (Hedw.) C.Jens.	+	+	
<i>Bryum caespiticum</i> Hedw.	+		+
<i>Pohlia nutans</i> (Hedw.) Lindb.	+		
<i>Hylocomium splendens</i> (Hedw.) B.S.G.	+		+
<i>Hylocomiastrum umbratum</i> (Hedw.) Fleisch.		+	
<i>Dicranum scoparium</i> Hedw.	+		+
<i>Dicranum polysetum</i> Sw.	+		
<i>Dicranum congestum</i> Brid.	+	+	+
<i>Plagiothecium laetum</i> B.S.G.	+		+
<i>Pleurozium schreberi</i> (Brid.) Mitt.	+		+
<i>Ditrichum flexicaule</i> (Schwaegr.) Hampe		+	
<i>Drepanocladus uncinatus</i> (Hedw.) Warnst.		+	
<i>Mnium rugicum</i> Laur.	+	+	
<i>Mnium cinclidioides</i> Hedw.	+		+
<i>Polytrichum commune</i> Hedw.	+	+	+
<i>Sphagnum girgensohnii</i> Russ.	+	+	

1	2	3	4
<i>Sphagnum squarrosum</i> Crome	+	+	
<i>Tortella tortuosa</i> (Hedw.) Limpr.	+	+	
<i>Encalypta streptocarpa</i> Hedw.	+		
<i>Thamnum alapecurum</i> (Hedw.) B.S.G.	+		+
<i>Funaria hygrometrica</i> Hedw.	+		

Как видно из таблицы, наибольшее разнообразие мохообразных отмечено на участке 1 (мелколиственный лес) – 27 видов. На участке 2 (хвойный лес) встречено 15 видов мхов, на участке 3 (искусственные посадки в черте города) – только 14 видов. Небольшое число видов может быть связано с сильным затенением на 2 участке и высокой антропогенной нагрузкой на 3 участке.

#### Библиографический список

1. Писаренко О. Ю. Листостебельные мхи Салаиро-Кузнецкого региона и прилегающих равнин Западной Сибири: разнообразие и закономерности распределения : дис. ... д-ра биол. наук : 03.02.01. Новосибирск, 2016. 385 с.
2. Попова Н. Н. Бриофлора Среднерусской возвышенности: хорология, антропогенная трансформация и проблемы сохранения видового разнообразия : автореф. дис. ... д-ра биол. наук : 03.00.05. Воронеж, 1998. 38 с.
3. Ignatov M. S. Moss diversity patterns on the territory of the former USSR // *Arctoa*. 1993. Vol. 2. P. 13–47.

### ФЛОРА ВЫСШИХ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ ОКРЕСТНОСТЕЙ ПОС. ЯКУНЬЕЛЬ (БАССЕЙН Р. ЛЕТКА, ПРИЛУЗСКИЙ РАЙОН РЕСПУБЛИКИ КОМИ)

**В. А. Канев**

*Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения  
Российской академии наук, kanev@ib.komisc.ru*

Была впервые изучена флора окрестностей пос. Якуньель, который находится на крайнем юге Республики Коми в Прилузском МО на р. Летка (бассейн р. Вятка), которая является очень слабо изученной в ботаническом отношении. Исследования данной территории показали относительно высокое видовое разнообразие высших растений, характерных для подзоны южной тайги, и наличие редких охраняемых таксонов.

Ключевые слова: флора, сосудистые растения, подзона южной тайги, охраняемые растения.

По сравнению с центральной частью Российской Федерации (Центральный ФО, Приволжский ФО), Республика Коми до сих пор является в ботаническом плане слабо изученной. В Республике Коми относительно хорошо

обследованными являются участки вдоль долин крупных рек (например, река Вычегда с притоками), крупных населённых пунктов (обычно города и районные центры, и старинные Коми села), некоторых особо охраняемые природные территории. Также относительно неплохо изучены с ботанической точки зрения отдельные районы Уральских гор в пределах Республики, особенно в национальном парке «Югыд Ва» и Печоро-Илычском государственном природном заповеднике. Но остаются ещё в регионе очень большие территории, которые плохо исследованы во флористическом отношении: к ним относятся водоразделы крупных рек (например, между реками Вычегда и Сысола с притоками); верховья большинства крупных и средних рек; участки, прилегающие к Тиманской возвышенности и Уральским горам. Такой территорией также является бассейн р. Летка, приток реки Вятки, относящийся к Волжскому бассейну. В бассейне этой реки в пределах Республики Коми изучена только одна локальная флора – окрестности села Летка – в конце 60-хх и начале 70-х гг. В. А. Мартыненко, научным сотрудником Института биологии Коми Филиала АН СССР [1–5].

Район исследований, пос. Якуньель, находится в верховьях р. Летка (правый приток р. Вятки) на крайнем юге Республики Коми в МО МР Прилузский и расположен в районе Северных увалов с абсолютными отметками высот от 140 до 220 м над ур.м. Согласно геоботаническому районированию, данный регион относится к Камско-Печорско-Западноуральской подпровинции Восточно-Европейской равнинной таёжной провинции Евразийской таёжной области и находится в подзоне южной тайги [6]. По схеме районирования, принятой для Республики Коми, он входит в округ хвойно-лиственных и лиственных южнотаёжных лесов [7].

Изучение локальной флоры окрестностей пос. Якуньель выполняли маршрутным методом от базового лагеря с обследованием всех встречающихся местообитаний и типов растительности: лесные массивы, болотные комплексы, луга вдоль реки Летка. Протяженность радиальных маршрутов составляла до 5 км. Кроме того, при составлении списка локальной флоры использованы данные геоботанических описаний. Списки видового состава локальной флоры документированы гербарными сборами, хранящимися в гербарии Института биологии Коми НЦ УрО РАН (SYKO). Определение растений выполнено с использованием монографии «Флора Северо-Востока европейской части СССР» [8] и других сводок. По этой же сводке принята система типов ареалов видов. Латинские названия растений приводятся по сводке С. К. Черепанова [9].

Флора окрестностей пос. Якуньель насчитывает 393 вида высших споровых сосудистых, голосеменных и цветковых растений, относящихся к 226 родам и 77 семействам. К споровым растениям, которые представлены папоротниками, хвощами, плаунами, относятся 19 видов (4,8 %). Девять видов принадлежат к папоротниковидным – *Matteuccia struthiopteris*, *Dryopteris carthusiana*, *Phegopteris connectilis*, *Athyrium filix-femina*, *Diplazium sibiricum*, *Gymnocarpium dryopteris*, *Pteridium aquilinum*, *Botrychium lunaria*, *Botrychium*

*multifidum*. Почти все виды встречаются в лесных растительных сообществах, где могут достигать небольшого обилия под пологом лесов, например: *Dryopteris carthusiana*, *Athyrium filix-femina*, *Gymnocarpium dryopteris*, *Phegopteris connectilis*.

Разнообразие хвощевидных и плауновидных немного меньше: шесть и четыре вида соответственно. Хвощи с высоким постоянством и обилием встречаются в различных фитоценозах: в лесах – *Equisetum sylvaticum* и *E. hyemale*; на лугах и открытых местах – *E. arvense* и *E. pratense*; образуют заросли по берегам водоемов и водотоков – *E. fluviatile* и *E. palustre*. Плауновидные произрастают в основном в лесных сообществах – *Diphasiastrum complanatum*, *D. tristachyum*, *Lycopodium annotinum*, *L. clavatum* – и достигают небольшого обилия. Четыре вида принадлежат к голосеменным растениям, которые представлены хвойными: *Abies sibirica*, *Picea obovata*, *Pinus sylvestris*, *Juniperus communis*. Только два вида хвойных (*Picea obovata*, *Pinus sylvestris*) из перечисленных принадлежат к числу эдификаторов лесных сообществ и образуют соответственно еловые и сосновые хвойные леса, которые занимают основную площадь данной территории.

Остальные виды (370) относятся к покрытосеменным или цветковым растениям, из которых 103 – однодольные, 267 – двудольные. Соотношение однодольных и двудольных составляет 1:2,6. Однодольные растения представлены семействами Typhaceae, Sparganiaceae, Potamogetonaceae, Scheuchzeriaceae, Alismataceae, Butomaceae, Hydrocharitaceae, Poaceae, Cyperaceae, Araceae, Lemnaceae, Juncaceae, Melanthiaceae, Trilliaceae, Liliaceae, Convallariaceae, Orchidaceae. Виды двудольных растений принадлежат к семействам Salicaceae, Betulaceae, Uricaceae, Polygonaceae, Chenopodiaceae, Caryophyllaceae, Aristolochiaceae, Nymphaeaceae, Ceratophyllaceae, Ranunculaceae, Brassicaceae, Droseraceae, Crassulaceae, Saxifragaceae, Parnassiaceae, Grossulariaceae, Rosaceae, Fabaceae, Geraniaceae, Oxalidaceae, Euphorbiaceae, Callitrichaceae, Empetraceae, Balsaminaceae, Rhamnaceae, Tiliaceae, Hypericaceae, Violaceae, Thymelaeaceae, Onagraceae, Apiaceae, Cornaceae, Pyrolaceae, Ericaceae, Primulaceae, Menyanthaceae, Polemoniaceae, Boraginaceae, Lamiaceae, Solanaceae, Scrophulariaceae, Lentibulariaceae, Plantaginaceae, Rubiaceae, Caprifoliaceae, Viburnaceae, Adoxaceae, Valerianaceae, Dipsacaceae, Campanulaceae, Asteraceae.

Наибольшим числом видов отличаются семейства Asteraceae (47), Poaceae (34), Cyperaceae (34), Rosaceae (22), Caryophyllaceae (19), Ranunculaceae (19), Scrophulariaceae (16), Salicaceae (13), Polygonaceae (12) и Fabaceae (11). 10 ведущих семейств включают 57,8 % видов всей флоры.

Среди родов наибольшим числом видов представлен *Carex* (27). Второе место по численности занимает род *Salix* (12). Заметным разнообразием видов также отличаются роды *Viola* (8), *Stellaria* (8), *Poa* (7), *Hieracium* (7), *Equisetum* (6), *Galium* (6), *Veronica* (6), *Potamogeton* (6), *Ranunculus* (6), *Rubus* (5), *Cirsium* (5). Родовая насыщенность составляет 1,74. Родовой коэффициент составляет 57,5%.

Растения, произрастающие во флоре окрестной пос. Якуньель, относятся к разным географическим элементам. Географический анализ флоры по составу широтных групп показал преобладание бореальных видов, которых чуть больше половины выявленных сосудистых растений – 276, или 70,2%. В числе бореальных видов есть такие эдификаторы и доминанты растительных сообществ, как *Abies sibirica*, *Picea obovata*, *Carex vaginata*, *Calamagrostis purpurea*, *Carex rostrata*, *Aconitum septentrionale*, *Bistorta major*, *Crepis sibirica*. Намного меньше – 22 вида, или 5,6% от общего числа зарегистрированных таксонов, принадлежит к северным широтным группам: аркто-альпийской и гипоарктической. Арктические виды, характерные для тундровой зоны, в нашей флоре отсутствуют. Аркто-альпийских видов 3, или 0,8 % – *Poa alpina*, *Bistorta vivipara*, *Alchemilla murbeckiana* и др. Гипоарктических видов отмечено 19, или 4,8% – *Carex paupercula*, *Salix lapponum*, *Stellaria crassifolia*, *Petasites frigidus* и др.

Суммарное участие южных широтных групп составило 10,2%, которые представлены неморальными, неморально-бореальными и лесостепными видами. Неморальных видов – 11, или 2,8% – *Asarum europaeum*, *Stellaria holostea*, *Viola mirabilis*, *Tilia cordata*, *Lonicera xylosteum* и др. Неморально-бореальных видов 17, или 4,4 % – *Phegopteris connectilis*, *Melica nutans*, *Milium effusum*, *Poa nemoralis*, *Paris quadrifolia*, *Padus avium*, *Lathyrus vernus*, *Crepis paludosa* и др., которые произрастают в смешанных разнотравных лесах. Лесостепных видов 12 (3%) – *Carex praecox*, *Silene tatarica*, *Viola arenaria*, *Centaurea jacea*, *Centaurea scabiosa* и др. Относительно большое число видов (55, или 9%) имеют полизональное распространение, ареалы которых располагаются в нескольких природных зонах – *Botrychium lunaria*, *Equisetum arvense*, *E. fluviatile*, *E. palustre*, *Potamogeton alpinus*, *Phalaroides arundinacea*, *Lemna minor*, *Cerastium holosteoides*, *Callitriche palustris* и др.

Среди долготных групп преобладают виды с широкими голарктическими – *Phegopteris connectilis*, *Juniperus communis*, *Poa palustris*, *Carex pauciflora*, *Cerastium arvense*, *Pyrola rotundifolia* и евразийскими ареалами – *Festuca ovina*, *Carex juncella*, *Gymnadenia conopsea*, *Thalictrum minus*, *Rubus saxatilis*, *Hieracium laevigatum*, их доли составляют соответственно 41,2% и 31,3% от общего числа видов. Это типичная черта флоры таёжной зоны Голарктики.

К азиатским видам относятся 14 видов, или 3,6% – *Abies sibirica*, *Calamagrostis obtusata*, *Salix jensseensis*, *Actaea erythrocarpa*, *Ribes hispidulum* и др. Европейских видов 74, или 18,8% от общего числа таксонов – *Urtica sondenii*, *Trollius europaeus*, *Padus avium*, *Rosa acicularis*, *Trifolium medium*, *Euphrasia frigida*, *Solidago virgaurea*, *Cirsium oleraceum* и др. Космополитных видов 20 (5,1%) – *Poa annua*, *Lemna minor*, *Lemna trisulca*, *Chenopodium album*, *Sagina procumbens*, *Callitriche cophocarpa*, *Plantago major*.

Основной жизненной формой являются травы, к которым относится свыше трех четвертей биоморфологического состава флоры (87,8%). Большая часть трав – 77,6% – многолетние: *Diplazium sibiricum*, *Equisetum sylvaticum*,

*Potamogeton alpinus*, *Deschampsia cespitosa*, *Carex vesicaria*, *Cardamine pratensis*, *Vicia sepium* и др. Одно-двулетних растений мало: 40 видов, или 10,2% – *Cerastium holosteoides*, *Sagina procumbens*, *Spergula arvensis*, *Euphrasia frigida*, *Melampyrum pratense*, *Melampyrum sylvaticum*, *Pedicularis palustris*, *Erigeron acris*. Древесную жизненную форму имеют 48 видов, или 12,2%. Из них деревьев 16 видов, или 4,1% – *Picea obovata*, *Abies sibirica*, *Pinus sylvestris*, *Populus tremula*, *Betula pubescens*, *Salix caprea*, *S. dasyclados*, *S. pyrolifolia*, *S. jennisensis*, *S. pentandra*, *S. pyrolifolia*, *S. triandra*, *S. viminalis*, *Sorbus aucuparia* и *Padus avium*, часть деревьев являются эдификаторами и доминантами лесных растительных сообществ. Кустарников чуть больше – 19 видов, или 4,8%: *Juniperus communis*, *Salix lapponum*, *S. myrtilloides*, *S. phylicifolia*, *Betula nana*, *Ribes hispidulum*, *Ribes nigrum*, *Rosa acicularis*, *R. majalis*, *Rubus idaeus*, *Spiraea media*, *Daphne mezereum*, *Lonicera pallasii*. Кустарничков и полукустарничков меньше, чем кустарников и деревьев – 13, или 3,3%: *Atragene sibirica*, *Empetrum hermaphroditum*, *Andromeda polifolia*, *Arctostaphylos uva-ursi*, *Chamaedaphne calyculata*, *Ledum palustre*, *Oxycoccus microcarpus*, *Oxycoccus palustris*, *Vaccinium uliginosum*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Vaccinium myrtillus*, *Linnaea borealis*, некоторые из них играют существенную роль в растительном покрове лесов и болот при образовании травяно-кустарничкового яруса.

Во флоре окрестностей пос. Якуньель произрастают четыре вида, включённые в Красную книгу Республики Коми, пять видов занесены в приложение к региональной Красной книге, как нуждающиеся в постоянном контроле численности популяций [10].

Все четыре вида охраняемых растений классифицированы как редкие (категория статуса 3) – *Viola selkirki*, *Anemonoides ranunculoides*, *Ficaria verna*, *Tilia cordata*. Пять видов нуждаются в постоянном контроле численности популяций – *Pteridium aquilinum*, *Gymnadenia conopsea*, *Dactylorhiza fuchsii*, *Nymphaea candida*, *Viola mirabilis*.

Флора высших сосудистых растений окрестностей пос. Якуньель насчитывает 393 вида высших споровых сосудистых, голосеменных и цветковых растений, относящихся к 226 родам и 77 семействам. Большинство растений флоры являются широко распространёнными видами и находятся в пределах своего ареала. Проведение географического анализа флоры показало, что она имеет типичные черты бореальной таёжной, т. к. более 70% видов растений представлены бореальными видами. Кроме того, имеются виды северных и южных широтных групп, которые в большинстве случаев являются реликтовыми видами – представителями перигляциальной и голоценовой эпох. При проведении экологического анализа выявлено, что большинство видов принадлежит к мезофитам – растениям, произрастающим в местообитаниях с умеренным увлажнением. Кроме того, заметно участие видов, которые обитают в местах с избыточным увлажнением – гидрофильных растений, что связано с относительно большой заболоченностью данной территории. Флора испытывает среднее антропогенное воздействие со стороны сорных

видов, что выражается в небольшом числе сорных и заносных растений, которые в основном отмечены по мусорным местам и вдоль лесных дорог.

*Исследование выполнено в рамках бюджетной темы отдела флоры и растительности Севера Института биологии АААА-А19-119011790022-1 «Разнообразии растительного мира западного макросклона Приполярного Урала». Собранные образцы хранятся в УНУ «Научный гербарий Института биологии Коми НЦ УрО РАН (СЫКО)».*

#### **Библиографический список**

1. Состояние изученности природных ресурсов республики Коми. Сыктывкар, 1997. 200 с.
2. Особо охраняемые природные территории Республики Коми: итоги анализа пробелов и перспективы развития. Сыктывкар, 2011. 256 с.
3. Флоры, лишено- и микобиоты особо охраняемых ландшафтов бассейнов рек Косью и Большая Сыня (Приполярный Урал, национальный парк «Югыд ва») / под ред. С. В. Дёгтевой. М. : Товарищество научных изданий КМК, 2016. 483 с.
4. Мартыненко В. А. Сравнительная характеристика бореальных флор северо-востока европейской части СССР. : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.05. Л., 1974. 27 с.
5. Мартыненко В. А., Груздев Б. И., Канев В. А. Локальные флоры таежной зоны Республики Коми. Сыктывкар, 2008. 76 с.
6. Исаченко Т. И., Лавренко Е. М. Ботанико-географическое районирование // Растительность Европейской части СССР. Л. : Наука, 1980. С. 10–20.
7. Леса Республики Коми / под ред. Г. М. Козубова, А. И. Таскаева. М. : Дизайн. Информация. Картография, 1999. 332 с.
8. Флора Северо-Востока европейской части СССР. Л., 1974. Т. I. 257 с.; 1976. Т. II. 316 с.; 1976. Т. III. 293 с.; 1977. Т. IV. 312 с.
9. Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств / под ред. Г. С. Розенберга, С. В. Саксонова. СПб. : Мир и семья, 1995. 990 с.
10. Красная книга Республики Коми. Сыктывкар : ООО «Коми республиканская типография», 2019. 768 с.

### **ФЛОРА ВЫСШИХ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ВАНГЫР (БАССЕЙН РЕКИ ЩУГОР, НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПАРК «ЮГЫД ВА», ПРИПОЛЯРНЫЙ УРАЛ РЕСПУБЛИКИ КОМИ)**

***В. А. Канев***

*Институт биологии Коми научного центра  
Уральского отделения Российской академии наук, kanev@ib.komisc.ru*

Была впервые исследована флора среднего течения р. Вангыр (бассейн р. Косью), которая является очень слабо изученной в ботаническом отношении. Исследование данной территории показывает целесообразность включения ее в национальный парк «Югыд Ва», с целью охраны ее и необходимостью дальнейшего его изучения.

Ключевые слова: флора, сосудистые растения, национальный парк, «Югид Ва».

По сравнению с Печоро-Илычском заповедником, сведения о разнообразии экосистем национального парка «Югид ва» намного более скудные. Национальный парк «Югид ва» – крупнейший по площади (1 894 133 га) природоохранный объект федерального значения в Республике Коми, включенный в Список объектов всемирного наследия ЮНЕСКО [1, 2].

Наиболее изученными во флористическом отношении являются нижнее и среднее течение рр. Косью и Кожим с некоторыми притоками, нижнее течение рр. Щугор и Подчерье; а слабо исследованными являются верховья рр. Косью, Сыня, Щугор и некоторые их притоки, горные хребты на границе Республики Коми и ХМАО. Сведения о ботаническом разнообразии данного района (бассейн р. Вангыр с прилегающими горными хребтами), подтвержденные гербарными образцами (по данным материалов гербария СУКО Института биологии Коми НЦ УрО РАН) и публикациями, крайне бедны или отсутствуют [3–5].

Район исследований, бассейн р. Вангыр (64°58' с. ш., 59°10' в. д., левый приток р. Косью) расположен на западном макросклоне Приполярного Урала с абсолютными отметками высот от 250 до 1120 м над ур.м. между хребтом Лапапай (севере) и г. Сундук (на юге). Река Вангыр течет в широкой долине между горными хребтами шириной от 3 до 5 км. Долина покрыта хвойными и смешанными лесами, преобладающая порода ель и береза; территория сильно заболочена, имеется большое количество небольших озер. Этот отрезок Уральских гор имеет среднегорный рельеф с высокогорными формами выветривания, представленными скалами, останцами, крупнокаменными осыпями, а также многочисленными карами и цирками, днища которых заполнены озерами, постоянными ледниками и снежниками. Горные поднятия территории сложены кварцитами, песчаниками, сланцами, гнейсами, гранитами и другими породами [1].

Согласно геоботаническому районированию данный регион относится к Восточноуральско-Западносибирской подпровинции Урало-Западносибирской таежной провинции Евразийской таежной области и располагается в подзоне северной тайги [6].

Для района исследований характерно несколько высотных поясов растительности: горно-лесной, подгольцовый, горно-тундровый и гольцовый. Они сменяют друг друга при подъеме вверх по высотному градиенту. Лесная растительность поднимается в горы до высоты 550–650 м над ур. м. Выше расположен горно-тундровый пояс, сменяющийся с уровня 800–1000 м гольцовым.

Изучение локальной флоры среднего течения р. Вангыр выполняли маршрутным методом от базового лагеря с обследованием всех встречающихся местообитаний и типов растительности на правом берегу реки Вангыр: лесные массивы, болотные комплексы вверх и вниз по течению, западный

склон хр. Лапапай. Протяженность радиальных маршрутов составляла до 8 км. Списки видового состава локальной флоры документированы гербарными сборами, хранящимися в гербарии Института биологии Коми НЦ УрО РАН (SYKO). Названия латинский названий растений приводится по сводке С. К. Черепанова [7].

В результате флористических исследований было выявлено, что флора среднего течения р. Вангыр насчитывает 222 вида сосудистых растений, относящихся к 143 родам и 54 семействам. Пропорция флоры (среднее число родов и видов в одном семействе) составляет 1:1,5:4,1.

К споровым растениям, которые представлены папоротниками, хвощами, плаунами, относятся 18 видов (8,1%). Восемь видов принадлежат к папоротниковидным – щитовник мужской (*Dryopteris filix-mas*), щитовник широколистный (*Dryopteris dilatata*), многорядник копьевидный (*Polystichum lonchitis*) и др. Разнообразие хвощевидных немного меньше – семь видов. Плауновидных всего три вида, они встречаются в сообществах лесов и редколесий. Шесть видов принадлежат к голосеменным растениям, которые представлены хвойными: пихта сибирская (*Abies sibirica*), лиственница сибирская (*Larix sibirica*), ель сибирская (*Picea obovata*), сосна сибирская (*Pinus sibirica*), можжевельники обыкновенный (*Juniperus communis*) и сибирский (*J. sibirica*). Первые четыре из перечисленных видов принадлежат к числу эдификаторов лесных сообществ.

Остальные виды (199) относятся к покрытосеменным или цветковым растениям, из которых 63 – однодольные, а 136 – двудольные. Соотношение однодольных и двудольных составляет 1:2,2. Наибольшим числом видов отличаются семейства Poaceae (26), Cyperaceae (22), Asteraceae (17), Rosaceae (14), Ericaceae (12), Ranunculaceae (11), Salicaceae (11), Caryophyllaceae (9), Equisetaceae (7), Scrophullariaceae (6), Fabaceae (6), Orchidaceae (5). Доля видов в 10 ведущих семействах составляет 61,4%

Среди родов наибольшим числом видов представлен *Carex* (16). Второе место по численности занимает род *Salix* (10). Заметным разнообразием видов также отличаются роды *Equisetum* (7), *Poa* (6), *Rubus* (5), *Eriophorum* (4), *Stellaria* (4), *Hieracium* (3), *Ranunculus* (3), *Calamagrostis* (3), *Viola* (3), *Vaccinium* (3). Родовая насыщенность составляет 1,55. Родовой коэффициент составляет 64,4%.

Растения, произрастающие в среднем течении р. Вангыр, относятся к разным географическим элементам. Географический анализ флоры по составу широтных групп показал преобладание бореальных видов, которых больше половины выявленных сосудистых растений – 134 вида, или 60,4%. В числе бореальных видов есть такие эдификаторы и доминанты растительных сообществ, как *Abies sibirica*, *Larix sibirica*, *Picea obovata*, осока влагалищная (*Carex vaginata*), вейник пурпурный (*Calamagrostis purpurea*), осока бутыльчатая (*Carex rostrata*), борец высокий (*Aconitum septentrionale*), горец змеиный (*Bistorta major*), скерда сибирская (*Crepis sibirica*). В два раза меньше, чем бореальных – 66 видов, или 29,6% от общего числа зарегистрированных таксо-

нов, принадлежит к северным широтным группам: арктической, аркто-альпийской и гипоарктической. Арктических видов, характерных для тундровой зоны, девять, или 4% – осока арктосибирская (*Carex arctisibirica*), осока кругловатая (*Carex rotundata*), ива шерстистая (*Salix lanata*), астрагал субполярный (*Astragalus subpolaris*), копеечник арктический (*Hedysarum arcticum*), остролодочник грязноватый (*Oxytropis sordida*), тофиельдия маленькая (*Tofieldia pusilla*), гариманелла мохнатая (*Harrimanella hypnoides*), одуванчик тундровый (*Taraxacum nivale*). Аркто-альпийских видов 25, или 11,2% – криптограмма курчавая (*Cryptogramma crispa*), мятлик альпийский (*Poa alpina*), пухонос дернистый (*Baeotryon caespitosum*), пушица Шейхцера (*Eriophorum scheuchzeri*), ллойдия горная (*Loydia serotina*), мытник компактный (*Pedicularis compacta*), толстореберник альпийский (*Pachypleurum alpinum*) и др. Гипоарктических видов отмечено 32, или 14,4% – хвощ пестрый (*Equisetum variegatum*), пушица рыжеватая (*Eriophorum russeolum*), кипрей Хорнемана (*Epilobium hornemannii*), вейник лапландский (*Calamagrostis lapponica*), жирянка обыкновенная (*Pinguicula vulgaris*), дерен шведский (*Chamaepericlymenum suecicum*) и др.

Южные широтные группы представлены только неморально-бореальной, к которой относится 8 видов, или 3,6% – *Dryopteris dilatata*, *Dryopteris filix-mas*, телиптерис лесной (*Phegopteris connectilis*), перловник поникший (*Melica nutans*), бор развесистый (*Milium effusum*), мятлик неморальный (*Poa nemoralis*), вороний глаз обыкновенный (*Paris quadrifolia*), скерда болотная (*Crepis paludosa*), которые произрастают в смешанных разнотравных лесах. Десять видов имеют полизональное распространение, ареалы которых располагаются в нескольких природных зонах (4,5%) – хвощ полевой (*Equisetum arvense*), хвощ топяной (*Equisetum fluviatile*), хвощ болотный (*Equisetum palustre*), мятлик однолетний (*Poa annua*), двукисточник тростниковидный (*Phalaroides arundinacea*), бескильница расставленная (*Puccinellia distans*), ясколка дернистая (*Cerastium holosteoides*), мшанка лежачая (*Sagina procumbens*), звездчатка средняя (*Stellaria media*), ястребинка латуковидная (*Hieracium hypoglaucum*), большинство которых произрастают во влажных, водных и болотных сообществах. По одному виду принадлежат к бореально-горной – многоножка обыкновенная (*Polypodium vulgare*) и горно-степной – *Polystichum lonchitis* группам.

Среди долготных групп преобладают виды с широкими голарктическими – телиптерис лесной (*Phegopteris connectilis*), *Juniperus communis*, мятлик болотной (*Poa palustris*), осока малоцветковая (*Carex pauciflora*), ясколка полевая (*Cerastium arvense*), грушанка круглолистная (*Pyrola rotundifolia*) и евразийскими ареалами – овсяница овечья (*Festuca ovina*), осока ситничек (*Carex juncella*), осока шаровидная (*Carex globularis*), гвоздика пышная (*Dianthus superbus*), василистник малый (*Thalictrum minus*), костяника (*Rubus saxatilis*), ястребинка сглаженная (*Hieracium laevigatum*), их доли составляют соответственно 42,8 и 35,6% от общего числа видов. Это типичная черта флоры таежной зоны Голарктики.

К азиатским относится 21 вид, или 9,4%. Европейских видов, столько же, как и азиатских – 21, или 9,4%. Соотношение европейских и азиатских (сибирских) видов закономерно отражает положение изученной территории на границе двух частей света – Европы и Азии. Космополитных видов четыре (1,5%). Два вида (1%) являются эндемиками Северного и Приполярного Урала – гусиный лук ненецкий (*Gagea samojedorum*) и ветреница пермская (*Anemonastrum biarmense*).

Во флоре среднего течения р. Вангыр произрастает 9 видов, включенных в Красную книгу Республики Коми [8], из 9 родов и 8 семейств, или 3,6% от всей флоры высших растений данного района, и пять видов включены в приложение к региональной Красной книге, как нуждающиеся в постоянном контроле численности популяций. Все флористические находки редких и охраняемых видов для данного района являются новыми.

Два вида – *Cryptogramma crispa* и *Pinus sibirica*, отнесены к группе таксонов с категорией статуса редкости 2. Семь видов классифицированы, как редкие (категория статуса 3) – ветреница пермская (*Anemonastrum biarmiense*), родиола розовая (*Rhodiola rosea*), пион уклоняющийся (*Paeonia anomala*), *Dryopteris filix-mas*, *Polystichum lonchitis*, *Polypodium vulgare*, *Gagea samojedorum*. Пять видов нуждаются в постоянном контроле численности популяций и включены в приложение к региональной Красной книге – пальчатокоренник Фукса (*Dactylorhiza fuchsii*), *Hedysarum arcticum*, гариманелла мохнатая (*Harrimanella hypnoides*), луазелерия лежачая (*Loiseleuria procumbens*), филлодоце голубая (*Phyllodoce caerulea*).

Таким образом, была впервые исследована флора среднего течения р. Вангыр (бассейн р. Косью), которая является очень слабо изученной в ботаническом отношении. На исследуемой территории впервые выявлено 222 вида сосудистых растений, относящихся к 143 родам и 54 семействам. Флора среднего течения р. Вангыр имеет типичные бореальные черты, что выражается большим участием видов бореальной широтной группы, но также и относительно большим участием северных широтных групп – арктической и аркто-альпийской; и малым участием видов южных широтных групп. Это связано с тем, что данная территория находится в предгорной и горной частях с абсолютными высотами от 250 до 1000 м над ур.м. Сорных и заносных видов не обнаружено, что говорит об отсутствии антропогенного воздействия. Здесь отмечено 9 видов охраняемых растений из Красной книги РК, и пять видов нуждаются в постоянном контроле численности популяций и включены в приложение к региональной Красной книге. Часть найденных здесь популяций редких и охраняемых растений являются относительно большими, с большим количеством особей (*Dryopteris filix-mas*, *Polystichum lonchitis*, *Cryptogramma crispa*, *Rhodiola rosea*, *Paeonia anomala*), у которых угроза исчезновения популяций мало вероятна. Исследование данной территории показывает целесообразность включения ее в национальный парк «Югыд Ва», с целью охраны ее и необходимостью дальнейшего его изучения, особенно за

состоянием ценопопуляций редких растений и возможным нахождением новых редких и охраняемых видов растений.

*Исследование выполнено в рамках бюджетной темы отдела флоры и растительности Севера Института Биологии АААА-А19-119011790022-1 «Разнообразии растительного мира западного макросклона Приполярного Урала». Собранные образцы хранятся в УНУ «Научный гербарий Института биологии Коми НЦ УрО РАН (СЫКО)».*

#### **Библиографический список**

1. Национальный парк Югыд ва / под ред. В. И. Пономарева. М. : Дизайн. Информация. Картография, 2001. 208 с.
2. Кадастр особо охраняемых природных территорий Республики Коми / под ред. С. В. Дёгтевой, В. И. Пономарева. Сыктывкар : Кировская обл. тип., 2014. 428 с.
3. Мартыненко В. А., Дегтева С. В. Конспект флоры национального парка «Югыд Ва» (Республика Коми). Екатеринбург : УрО РАН, 2003. 108 с.
4. Флоры, лишено- и микобиоты особо охраняемых ландшафтов бассейнов рек Косью и Большая Сыня (Приполярный Урал, национальный парк «Югыд ва») / под ред. С. В. Дёгтевой. М. : Товарищество научных изданий КМК, 2016. 483 с.
5. Особо охраняемые природные территории Республики Коми: итоги анализа пробелов и перспективы развития. Сыктывкар, 2011. 256 с.
6. Исаченко Т. И., Лавренко Е. М. Ботанико-географическое районирование // Растительность Европейской части СССР. Л. : Наука, 1980. С. 10–20.
7. Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств / под ред. Г. С. Розенберга, С. В. Саксонова. СПб. : Мир и семья, 1995. 990 с.
8. Красная книга Республики Коми. Сыктывкар : ООО «Коми республиканская типография», 2019. 768 с.

### **СИСТЕМАТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ФЛОРЫ МАЛЫХ ВОДОТОКОВ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ЮГЫД ВА»**

***Б. Ю. Тетерюк, Л. В. Тетерюк, Н. А. Оплеснина**  
Институт биологии Коми научный центр Уральского отделения  
Российской академии наук, [b\\_tetryuk@komisc.ru](mailto:b_tetryuk@komisc.ru)*

Приведены данные о систематической структуре флоры малых водотоков крупнейшего на Европейском Северо-Востоке России национального парка «Югыд ва».

Ключевые слова: флора, национальный парк, «Югыд ва», ручьи, ключи.

Национальный парк «Югыд ва» расположен на западном макросклоне Северного и Приполярного Урала в пределах Республики Коми. Это один из крупнейших в России природных резерватов и его площадь составляет около 1,9 млн га. Природные ландшафты национального парка изобилуют разнообразными водотоками, растительный покров которых обладает уникальной структурой.

Цель настоящей статьи – охарактеризовать основные черты систематической структуры флоры малых водотоков национального парка «Югид ва».

Изучение растительного покрова водных объектов национального парка «Югид ва» начато в 1998 г. с обследования бассейна реки Косью [1]. В июле-августе 2011, 2013 и 2014 гг. проведены полевые работы на водных объектах в бассейне р. Кожим.

Сбор материала выполнен согласно методическим разработкам для гидробиотических исследований [2]. Видовой состав документирован гербарными сборами, хранящимися в Гербарии Института биологии Коми НЦ УрО РАН (СУКО). Одновременно с выявлением разнообразия флоры сосудистых растений выполняли сборы мохообразных. Определение мохообразных выполнено д.б.н. Г. В. Железновой.

Объём таксонов сосудистых растений принят по сводке С. К. Черепанова [3], мхов – согласно сводке М. С. Игнатова с соавторами [4], печеночников – по Н. А. Константиновой с соавторами [5]. Названия таксонов выверены по базе данных «The Plant List».

Обработка флористического материала выполнена с использованием интегрированной ботанической информационной системы IBIS 7.2 [6].

Флористическое разнообразие малых водотоков (ключи, ручьи) бассейна р. Кожим объединяет 200 таксонов высших растений видового ранга (включая 97 таксонов мохообразных), относящихся к 112 родам и 54 семействам (табл. 1). Цветковые растения в анализируемой флоре представлены 100 видами, из которых 75 видов – двудольные и 25 – однодольные. Сосудистых споровых в составе флоры отмечено 3 вида – *Equisetum arvense* L., *E. sylvaticum* L. и *E. variegatum* Schleich. ex F. Weber & D. Mohr.

Таблица 1

**Систематическая структура флоры малых водотоков бассейна р. Кожим**

Показатель	Значение
Общее число видов	200
Общее число родов	112
Общее число семейств	54
Родовой коэффициент (S/G)	0,56
Число (доля, %) одновидовых родов	70 (62,50)
Число (доля, %) одновидовых семейств	16 (29,63)
Максимальное число видов в одном роде	8
Максимальное число видов в одном семействе	13
Число (доля, %) видов в 10 ведущих родах	54 (27,00)
Число (доля, %) видов в 10 ведущих семействах	88 (44,00)
Число (доля, %) мохообразных	97 (48,50)
Число (доля, %) сосудистых споровых	3 (1,50)
Число (доля, %) цветковых	100 (50,00)
Число (доля, %) однодольных среди цветковых	25 (25,00)
Число (доля, %) двудольных среди цветковых	75 (75,00)

Существенный вклад в видовое разнообразие флоры малых водотоков вносят мохообразные. Соотношение их числа и числа сосудистых растений в структуре рассматриваемой флоры составляет 1:1,06. Увеличение численной доли мохообразных в растительном покрове – характерная черта северных территорий и обусловлена она, прежде всего, экстремальностью условий [7].

Ведущие по числу видов семейства объединяют более 2/3 состава флоры ручьёв (табл. 2). Главные позиции в семейственном спектре занимают в равном соотношении и мохообразные, и сосудистые (табл. 2). Однако количественный перевес по числу видовых таксонов (74:65) на стороне сосудистых растений. Состав ведущих семейств в целом характерен для бореальных флор [8, 9]. Своеобразие же таксономической структуры рассматриваемой флоры проявляются в очерёдности ведущих семейств (табл. 2). При этом гидрофильные свойства флоры чётче выражены в составе семейств Bryophyta: ведущее положение здесь принадлежит семействам Amblystegiaceae, Calliergonaceae и Sphagnaceae (табл. 2). Состав ведущих семейств сосудистых растений, где Cyperaceae, традиционно лидирующее по числу видов во флорах водоёмов, занимает лишь восьмое место после Poaceae, Asteraceae, Caryophyllaceae и Ranunculaceae, свидетельствует о слабой выраженности гидрофитных черт флоры ручьёв бассейна р. Кожим. Около 46% семейств (25 из 54) флоры водотоков представлены 1–2 видами, при этом они объединяют лишь 16,5% её видового состава. Это свидетельствует о гетерогенности экологических условий ручьевых местообитаний Приполярного Урала.

Ведущее положение в родовом спектре (табл. 2) занимают роды *Sphagnum* и *Carex*. Необходимо отметить, что во флоре ручьёв 92 рода (почти 82%) содержат по 1–2 вида (табл. 1), которые объединяют 57% видового состава флоры.

Таблица 2

**Распределение видов в ведущих семействах и родах во флоре малых водотоков бассейна р. Кожим**

Семейство	Число видов	Доля, %	Роды	Число видов	Доля, %
1	2	3	4	5	6
Poaceae	13	6,5	<i>Sphagnum</i>	8	4,0
Amblystegiaceae	11	5,5	<i>Carex</i>	7	3,5
Asteraceae	10	5,0	<i>Bryum</i>	5	2,5
Caryophyllaceae	10	5,0	<i>Dicranum</i>	5	2,5
Ranunculaceae	9	4,5	<i>Poa</i>	5	2,5
Calliergonaceae	8	4,0	<i>Salix</i>	5	2,5
Sphagnaceae	8	4,0	<i>Schistidium</i>	5	2,5
Cyperaceae	7	3,5	<i>Sciuro-hypnum</i>	5	2,5
Brachytheciaceae	6	3,0	<i>Stellaria</i>	5	2,5
Dicranaceae	6	3,0	<i>Calliergon</i>	4	2,0
Grimmiaceae	6	3,0	<i>Cerastium</i>	4	2,0
Mniaceae	6	3,0	<i>Ranunculus</i>	4	2,0
Scrophulariaceae	6	3,0	<i>Equisetum</i>	3	1,5
Bryaceae	5	2,5	<i>Fontinalis</i>	3	1,5

1	2	3	4	5	6
Polygonaceae	5	2,5	<i>Pedicularis</i>	3	1,5
Polytrichaceae	5	2,5	<i>Philonotis</i>	3	1,5
Rosaceae	5	2,5	<i>Pohlia</i>	3	1,5
Salicaceae	5	2,5	<i>Polytrichum</i>	3	1,5
Ditrichaceae	4	2,0	<i>Saxifraga</i>	3	1,5
Saxifragaceae	4	2,0	<i>Warnstorfia</i>	3	1,5
Итого:	139	69,5	Итого:	86	43.0

Специфику условий флоры, по мнению А. И. Толмачева [8], хорошо отражает родовой коэффициент флоры как отношение числа видов к числу родов, к которым они принадлежат. Чем выше значение родового коэффициента, тем ниже разнообразие экологических условий. Родовой коэффициент флоры ручьёв составляет 0,56, что, как уже отмечалось, свидетельствует о довольно высокой гетерогенности ручьевых экотопов.

Среди цветковых в составе флоры явно преобладают двудольные (табл. 1), однако значение данного показателя здесь явно превосходит такую во флорах водных объектов региона [10, 11], что обусловлено отсутствием в составе флоры таких гидрофитных семейств как Potamogetonaceae, Sparganiaceae, Nymphaeaceae и др.

Флористическое разнообразие малых водотоков (ключи, ручьи) бассейна р. Кожим объединяет 200 таксонов высших растений видового ранга, относящихся к 112 родам и 54 семействам. Цветковые растения в анализируемой флоре представлены 100 видами, из которых 75 видов – двудольные и 25 – однодольные. Существенный вклад в видовое разнообразие флоры малых водотоков вносят мохообразные (97 таксонов). В конкретных растительных сообществах приполярноуральских ручьёв доля мхов в составе сообществ колеблется от 30 до 80 %.

*Исследование выполнено в рамках бюджетной темы отдела флоры и растительности Севера Института Биологии АААА-А19-119011790022-1 «Разнообразие растительного мира западного макросклона Приполярного Урала».*

*Собранные образцы хранятся в УНУ «Научный гербарий Института биологии Коми НЦ УрО РАН (SYKO)».*

#### Библиографический список

1. Тетерюк Б. Ю. Флористическое и ценогическое разнообразие сообществ околоводной растительности Атаманских озер (Приполярный Урал) // Развитие сравнительной флористики в России: вклад школы А. И. Толмачева : материалы VI рабочего совещания по сравнительной флористике. Сыктывкар, 2004. С. 122–128.
2. Катанская В. М. Высшая водная растительность континентальных водоёмов СССР. Методы изучения. Ленинград : Наука, 1981. 187 с.
3. Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб. : Мир и семья-95, 1995. 992 с.

4. Список мхов Восточной Европы и Северной Азии / М. С. Игнатов, О. М. Афонина, Е. А. Игнатова и др. // *Arctoa*. 2006. Т. 15. С. 1–130.
5. Список печеночников (Marchantiophyta) России / Н. А. Константинова, В. А. Бакалин, Е. Н. Андреева, А. Г. Безгодков, Е. А. Боровичев, М. В. Дулин, Ю. С. Мамонтов // *Arctoa*. 2009. Т. 18. С. 1–64.
6. Зверев А. А. Информационные технологии в исследованиях растительного покрова : учебное пособие. Томск : Изд-во Томского ун-та, 2007. 304 с.
7. Матвеева Н. В. Зональность в растительном покрове Арктики. СПб. : Наука, 1998. 220 с.
8. Толмачев А. И. Введение в географию растений. Л. : Изд-во Ленинградского ун-та, 1974. 244 с.
9. Железнова Г. В. Флора листостебельных мхов европейского Северо-Востока. СПб. : Наука, 1994. 149 с.
10. Тетерюк Б. Ю. Флора и растительность древних озёр Европейского Северо-Востока России. СПб. : Наука, 2012. 237 с.
11. Тетерюк Б. Ю. Флора водоемов бассейна реки Подчерем (Северный Урал) // *Ботанический журнал*. 2019. Т. 104, № 2. С. 206–225.

## **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОДУКТИВНОСТИ МАКРОФИТОВ В МАЛЫХ ВОДОХРАНИЛИЩАХ БАСЕЙНА РЕКИ ВЫЧЕГДЫ**

*Е. В. Князева*

*Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения  
Российской академии наук, [ev\\_knyazeva@mail.ru](mailto:ev_knyazeva@mail.ru)*

В статье представлены данные по продуктивности макрофитов в малых водохранилищах бассейна реки Вычегды. Приведена сравнительная оценка продуктивности в разные по теплообеспеченности годы.

Ключевые слова: продуктивность, водохранилище, макрофиты, река Вычегда.

Интенсивность развития высшей водной растительности в первую очередь зависит от погодных условий, химического состава вод и антропогенной нагрузки на водоём. Если макрокомпонентный химический состав вод – характеристика наиболее постоянная, то погодные условия могут сильно различаться в зависимости от года.

Цель работы – провести сравнительный анализ продукционных характеристик макрофитов в 2019–2020 гг. в малых водохранилищах бассейна реки Вычегды.

Изучение продуктивности высшей водной растительности проводили на трех водохранилищах (Кажимское, Ньючимское, Ньюпасское), расположенных на юге республики Коми в подзоне средней тайги в конце июня – июле 2019–2020 гг.

Отбор и обработку гидрботанических материалов выполняли согласно методике В. М. Катанской [1]. Для пересчета абсолютно-сухого веса в чистую годовую продукцию согласно методике В. Г. Папченкова [2] использовали коэффициент 1,2 для высокотравных гелофитов, 2,0 – для осок, 2,3 – для низкотравных гелофитов, 2,5 – для гидрофитов.

Исследования показали, что продуктивность макрофитов в 2020 г. выросла в Кажимском и Нючпасском водохранилищах на 14%, а в Нювчимском – на 33%. В мае и начале июня (начальная фаза вегетации большинства макрофитов) температуры воздуха отличались незначительно (рис. 1). Однако в фазу цветения, во время накопления наибольшей биомассы, температура воздуха в 2020 г. была выше на 5 °С (рис. 1), что оказало существенное влияние на продуктивность высшей водной растительности исследуемых водоёмов.

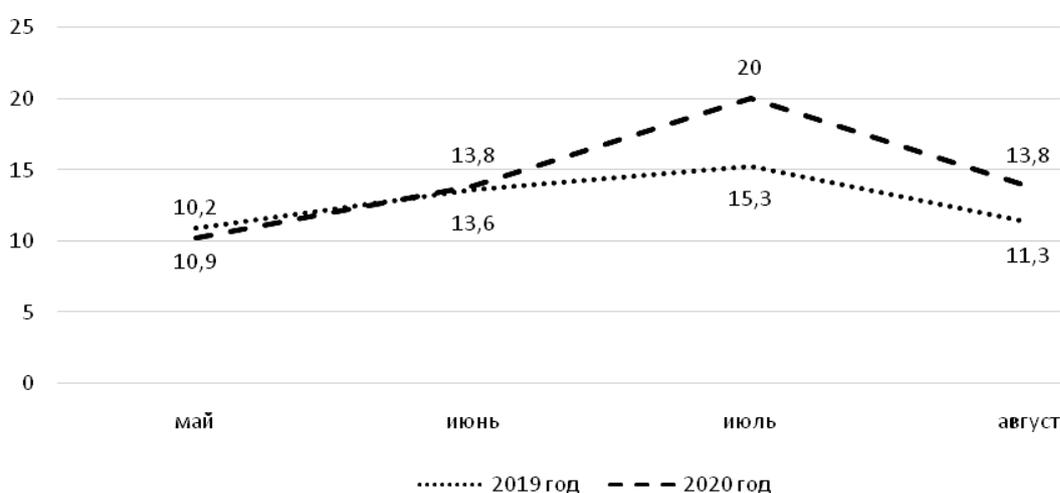


Рис. 1. Средние температуры воздуха в 2019–2020 гг. в районе исследования [3]

В Кажимском водохранилище продуктивность сообществ увеличилась в среднем в 1,7 раза (рис. 2). При этом увеличение продуктивности гелофитов выросло значительно меньше (лишь в 1,2 раза). Для ассоциаций *Caricetum aquatilis* и *Schoenoplectetum lacustris* выявлена иная закономерность: в 2020 г. продуктивность их сообществ уменьшилась в 1,5 раз. Уменьшение продуктивности ценозов осоки водяной связано, по нашему мнению, с деградацией занимаемых ею местообитаний, а именно разрушением дернины и вымыванием органического субстрата. Низкие значения продуктивности сообществ камыша озерного обусловлены поднятием уровня воды в водохранилище, что создало дискомфортные условия для этого вида. Значительно выросла продуктивность гидрофитов, больше всего сообществ *Lemno-Callitrichetum palustris* (в 6,6 раз), в среднем собственно водные растения произвели в 3,2 раза больше, чем в 2019 г. (рис. 2).

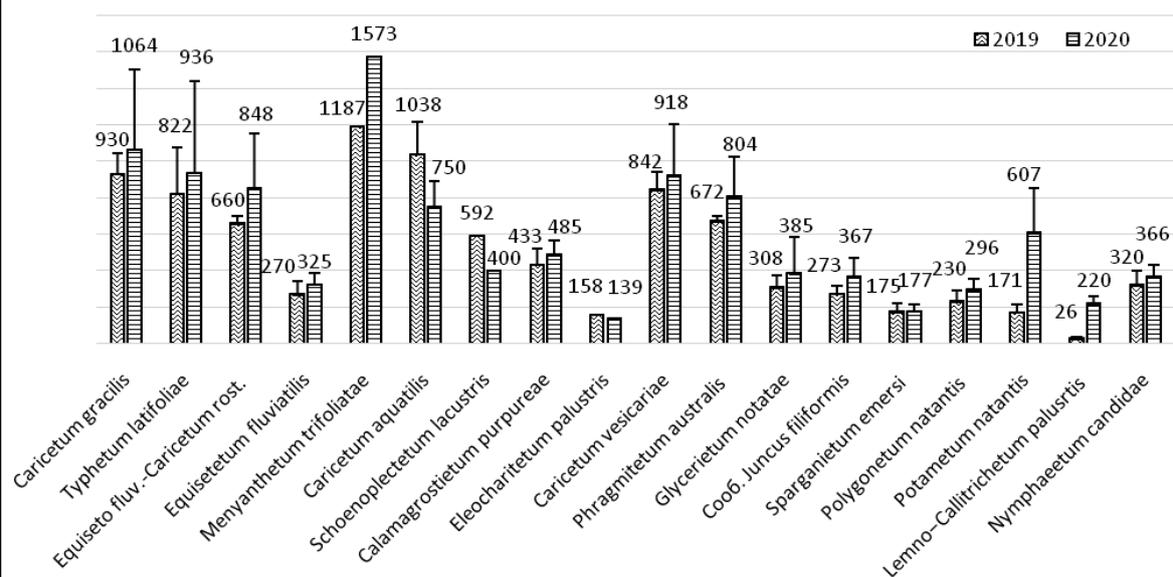


Рис. 2. Продуктивность сообществ макрофитов в 2019–2020 гг. в Кажимском водохранилище

В Нювчимском водохранилище отмечается наибольший прирост продуктивности (в 2,8 раза). Так же как и для Кажимского, здесь выявлено значительное увеличение продукции сообществ гидрофитов (в 4,4 раза) и небольшое для гелофитных ценозов (в 1,4 раза). Наибольшие различия в накоплении органического вещества зафиксированы для сообществ *Potametum tenuifolii* (в 6,3 раза) и *Potametum natantis* (в 6,2 раза). Сравнительно постоянной осталась продукция ассоциаций *Alopecuretum aequalis*, *Phalaridetum arundinaceae* и *Calamagrostietum purpureae* (рис. 3).

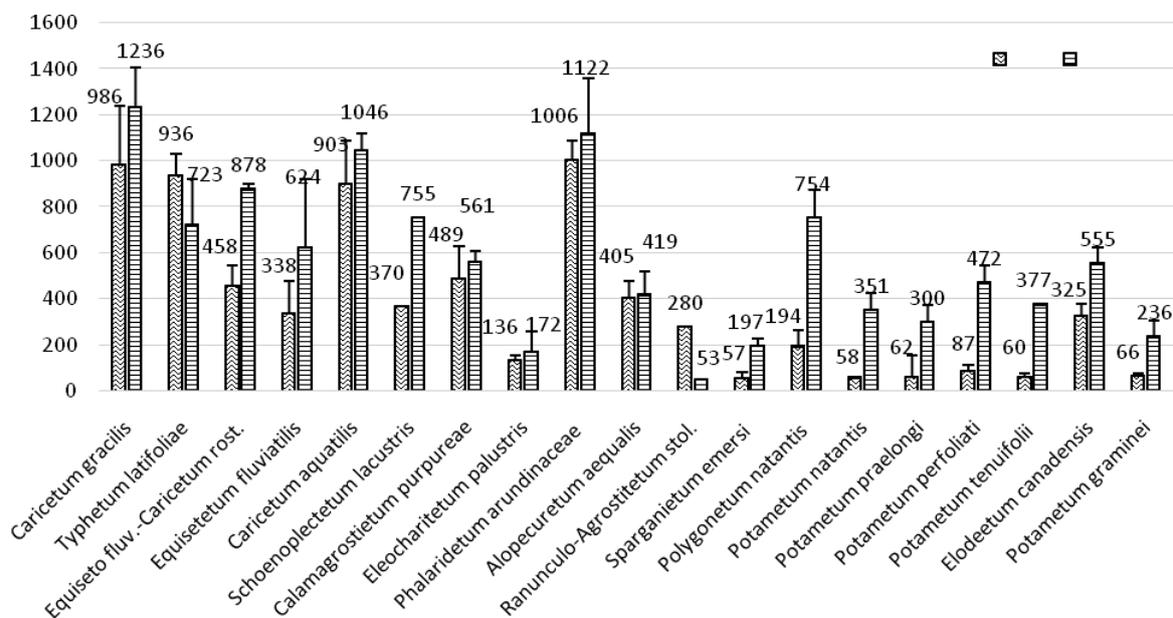


Рис. 3. Продуктивность сообществ макрофитов в 2019–2020 гг. в Нювчимском водохранилище

В Нючпасском водохранилище выявлены значительные колебания в продуктивности сообществ. Так, в сообществах 9 ассоциаций наблюдалось

увеличение продуктивности в ассоциациях гелофитов в 1,5 раза и гидрофитов в 1,4 раза. В шести ассоциациях она снизилась в 1,3 раза (рис. 4). Наибольшие различия отмечены в ценозах *Callietum palustris* (в 2,6 раза) и *Potametum natantis*–*Polygonetum natantis* (в 1,9 раз). Постоянной осталась продукция *Potametum tenuifolii* и *Eleocharito palustris*–*Hippuridetum vulgare*. Во всех сообществах гидрофитов зафиксировано увеличение органического вещества, за исключением *Potametum praelongi*, продуктивность которого снизилась в 1,4 раза. Вероятнее всего, со временем сообщество рдеста длиннейшего в этом водохранилище совсем исчезнет. Предпочитая проточные и глубокие места с илистыми и илисто-торфянистыми отложениями [4], жизнеспособность и продуктивность популяции на насыпном щебенистом грунте в мелющем водоёме будет все больше снижаться. Что касается гелофитов, то в большинстве изученных ассоциаций в 2020 г. отмечено снижение их продуктивности (рис. 3).

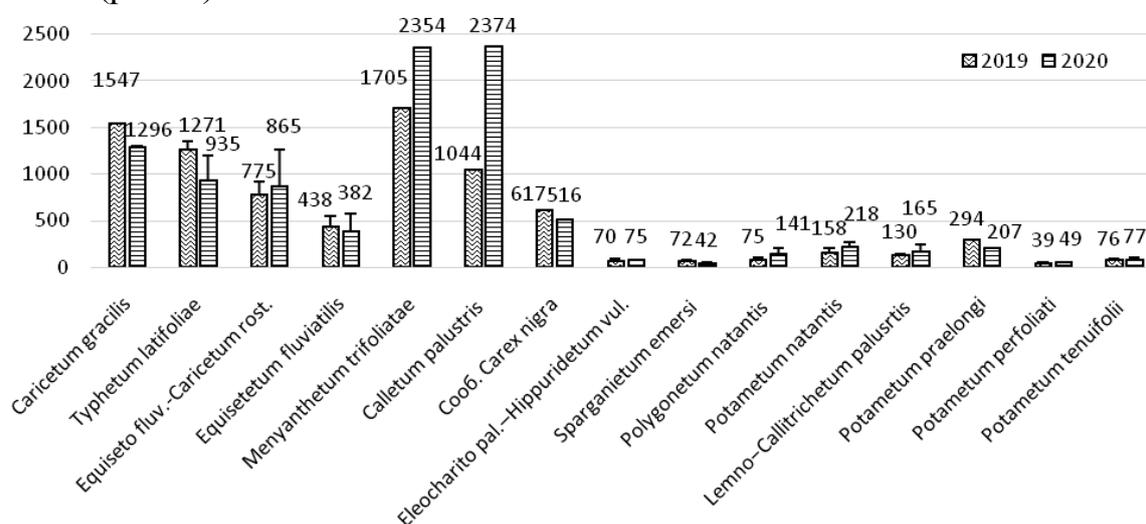


Рис. 4. Продуктивность сообществ макрофитов в 2019–2020 гг. в Нючпасском водохранилище

Таким образом, прибрежно-водные сообщества (сообщества гелофитов) оказываются менее требовательными к понижению температуры воздуха. Для гидрофитов температура является одним из основных факторов (при прочих равных), определяющих интенсивность развития растений. Поэтому в более теплообеспеченном 2020 г. продуктивность гидрофитов во всех исследуемых водоёмах значительно выше.

#### Библиографический список

1. Катанская В. М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР. Методы изучения. Л. : Наука, 1981. 187 с.
2. Папченков В. Г. Растительный покров водоемов и водотоков Среднего Поволжья. Ярославль: ЦМП МУБиНТ, 2001. 200 с.
3. Архив погоды в Сыктывкаре / им. П. А. Истомина (аэропорт) [Электронный ресурс]. – URL: [https://tp5.ru/Погода\\_в\\_Сыктывкар](https://tp5.ru/Погода_в_Сыктывкар) (дата обращения: 29.03.2021).

4. Макрофиты – индикаторы изменений природной среды / Д. В. Дубына, С. М. Стойко, К. М. Сытник, Л. А. Тасенкевич, Ю. Р. Шеляг-Сосонко, С. Гейны, З. Гродова, Ш. Гусак, Г. Отягелова, О. Эржабкова. Киев : Наукова думка, 1993. 435 с.

## **ФЛОРА СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ ОСОБО ОХРАНЯЕМОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ «КОМПЛЕКС ПОЙМЕННЫХ ОЗЕР ХОЛУНОВО, КРИВЕЛЬ, ЧЕРНОЕ»**

*Ю. О. Бушуева, Т. Л. Егошина  
ФГБНУ ВНИИОЗ им. проф. Б. М. Житкова, etl@inbox.ru*

В статье представлены материалы рекогносцировочных исследований флоры особо охраняемой природной территории «Комплекс пойменных озер Холуново, Кривель, Черное». Выполнены систематический, ареалогический, биоморфологический, экологический анализы флоры, оценен эколого-ценотический статус, выявлены редкие виды.

Ключевые слова: ООПТ, пойма р. Вятки, растительность, флора, геме-робность, редкий вид.

В результате объединения в единую особо охраняемую природную территорию (ООПТ) трёх памятников природы – «Озеро Холуново», «Озеро Кривель», «Озеро Черное у деревни Малая Субботиха», в Кировской области образован памятник природы регионального значения «Комплекс пойменных озёр Холуново, Кривель, Черное». Работа по слиянию в единую ООПТ выполнена на основании Перспективной схемы развития особо охраняемых природных территорий регионального значения Кировской области, разработанной до 2030 года [1]. Поэтому формирование материалов по флоре и растительности ООПТ весьма актуальны [2].

Целью настоящего исследования было проведение инвентаризации и систематизации сведений по составу флоры на территории государственного памятника природы регионального значения «Комплекс пойменных озер Холуново, Кривель, Черное».

Эта ООПТ расположена в пойме р. Вятки между дер. Малая Субботиха и пос. Сидоровка, общей площадью 659,15 га. Представляет собой три пойменных озера, находящихся на небольшом расстоянии друг от друга, включая и прилегающие лесные пойменные угодья. Место отдыха и любительского рыболовства.

ООПТ «Комплекс пойменных озер Холуново, Кривель, Черное» была создана в целях сохранения в естественном состоянии пойменных биогеоценозов, старичных озер в пойме реки Вятки, находящихся в разной стадии зарастания, являющихся местом произрастания редких видов растений, занесенных в Красную книгу Кировской области и приложение к ней [3–5].

В ходе исследования проведен комплексный количественный и качественный анализ флоры. Исследования осуществляли общепринятыми метода-

ми: маршрутно-рекогносцировочным и методом заложения геоботанических площадок с последующим сбором и гербаризацией растений.

Определение степени гемеробиальности основывается на методическом подходе, разработанном D. Kunick и S. Klotz [6], в основе которого лежит разделение видов на 7 уровней гемеробии:

**a** – агемероб (*natuerlich*) – виды естественных сообществ, не выносящие антропогенного влияния;

**o** – олигогемероб (*naturnah*) – виды сообществ, близких к естественным, переносящие нерегулярные слабые влияния;

**m** – мезогемероб (*halbnatuerlich*) – виды полунатурных сообществ, устойчивые к экстенсивным влияниям;

**b** – б-эугемероб (*naturfern*) – виды далеких от естественных сообществ, устойчивые к интенсивному использованию;

**c** – а-эугемероб (*naturfern*) – сорные виды природных и антропогенных сообществ, переносящие регулярные сильные нарушения;

**p** – полигемероб (*naturfremd*) – специализированные сорные виды интенсивных культур;

**t** – метагемероб (*kuenstlich*) – виды полностью нарушенных экосистем, находящихся на грани уничтожения.

Флора ООПТ «Комплекс пойменных озер Холуново, Кривель, Черное», по предварительным данным, представлена 232 видами сосудистых растений, относящимся к 61 семейству, что составляет 15,8 % от общего числа видов природной флоры Кировской области [7]. В систематической структуре преобладают семейства Asteraceae, Poaceae, Rosaceae, Apiaceae, Lamiaceae (рис.).

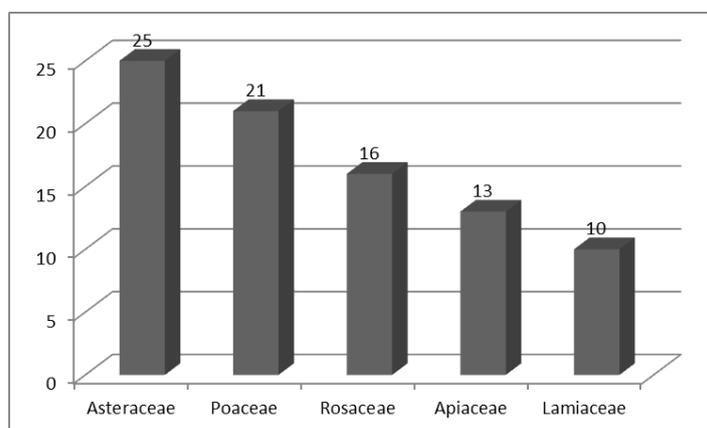


Рис. Преобладающие семейства

Флора обследованной ООПТ носит бореальный характер (бореальных видов – 146, или 62,9% от общего состава), обусловленный расположением ее территории в пределах южнотаежной подзоны. Плюризональная фракция флоры ООПТ включает 42 вида (18,1% от общего числа видов флоры). Это такие виды, как: *Achillea millefolium* L., *Lemna minor* L., *Phleum pratense* L. и др. Лесостепные элементы встречаются нечасто: выявлено 13 видов (5,6%) – *Chamaecytisus ruthenicus* (Fischer ex Woloszczak) Klásk., *Veronica spicata* L., *Carex praecox* Schreb. и др. Неморальная и бореально-неморальная фракция

флоры составляет 12,9% (30 видов) от общего числа видов флоры исследуемой территории. К их числу относятся *Lathyrus vernus* (L.) Bernh., *Carex leporina* L., *Scirpus sylvaticus* L. и др. К арктобореальным элементам флоры на данной территории относится только один вид – *Comarum palustre* L.

В географическом аспекте преобладают евразиатские и евросибирские виды – 149 (64,2%): *Lathyrus pratensis* L., *Geranium pratense* L., *Carex acuta* L. и др. Циркумбореальных видов отмечено 59 (25,4%): *Equisetum sylvaticum* L., *Rosa acicularis* Lindl., *Leucanthemum vulgare* (Vaill.) Lam. и др. Доля европейских видов во флоре ООПТ достигает 5,2% (12 видов) – *Centaurea phrygia* L., *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm., *Linaria vulgaris* Mill. и др. Плурирегиональные виды немногочисленны и составляют 3,4% (8 видов): *Lemna minor* L., *Lemna trisulca* L., *Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleid. и др. К американской группе относится только 4 вида – *Elodea canadensis* Michx., *Acer negundo* L. и др., входящих в адвентивную фракцию флоры.

По способу иммиграции во флоре преобладает группа автохоров – 221 вид (95,3%). Ксенофиты составляют 3,9% (9 видов). Эргазиофиты и эргазиоксенофиты насчитывают по одному виду (0,4%).

Согласно классификации С. Raunkiaer [8] во флоре ООПТ, как и во всех внетропических флорах, преобладают гемикриптофиты – 119 видов (51,3%). На втором месте по численности – фанерофиты – 35 видов (15,1%), далее следуют геофиты – 24 вида (10,3%). Гидрофиты представлены 17 видами (7,3%). Хамефиты насчитывают 13 видов, что составляет 5,6%. Терофиты составляют 6,5 % (15 видов). Наименьшее количество видов характерно для геолофитов – 9 видов (3,9%).

По классификации жизненных форм И. Г. Серебрякова, наиболее высокая доля участия во флоре принадлежит травянистым поликарпикам – 77,16% (179 видов), что характерно для умеренных флор Голарктики. Древесные растения составляют 12,5% от общего количества видов флоры исследуемой территории. Из них на долю деревьев приходится 6,03% (14 видов): *Betula pubescens* Ehrh., *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *Picea abies* (L.) H. Karst. Кустарники представлены 13 видами (5,60 %): *Rosa majalis* Herrm., *Rosa acicularis* Lindl. и др. Полудревесные растения составляют 2,59% (6 видов). К этой группе относятся, например, полукустарник *Solanum dulcamara* L.

По отношению растений к водному режиму большая часть видов флоры отнесена к мезофитам – 163 вида (70,3%). Среди них, например, *Rubus saxatilis* L., *Festuca pratensis* Huds., *Ajuga reptans* L. и др. Группа гигрофитов составляет 22,4% (52 вида): *Mentha arvensis* L., *Scutellaria galericulata* L., *Pedicularis palustris* L. и др. Гидрофитов насчитывается 17 видов (7,3 %). К ним относятся *Typha latifolia* L., *Hydrocharis morsus-ranae* L., *Rumex aquaticus* L. и др. Растений сухих местообитаний (ксерофитов) в пределах исследуемой ООПТ не обнаружено.

У всех выявленных видов исследованной ООПТ оценен эколого-ценотический статус [9]. Бореальная группа насчитывает 21 вид (10,6 %). Это такие виды, как: *Abies sibirica* Ledeb., *Betula pendula* Roth, *Picea abies* (L.)

Н. Karst., *Equisetum sylvaticum* L. и др. Луговая и лугово-опушечная группа включает 70 видов (35,4%): *Poa pratensis* L., *Rumex crispus* L., *Sanguisorba officinalis* L., *Sonchus arvensis* L. и др. Неморальная ценотическая группа содержит 24 вида растений (12,1%) исследуемой ООПТ. Это такие виды, как *Tilia cordata* Mill., *Viola mirabilis* L., *Milium effusum* L. и др. Нитрофильная группа включает 21 вид (10,6%). К ней относятся: *Angelica archangelica* L., *Athyrium filix-femina* (L.) Roth., *Deschampsia cespitosa* (L.) P. Beauv. и др. Олиготрофная группа насчитывает 2 вида (1,0%): *Comarum palustre* L., *Menyanthes trifoliata* L. Боровая группа содержит 11 видов (5,6%), таких как *Pinus sylvestris* L., *Rumex acetosella* L. и др. Водно-болотная или гидрофильная группа насчитывает 49 видов (24,7%). Это такие виды как *Sagittaria sagittifolia* L., *Alisma plantago-aquatica* L. и др.

Флора ООПТ представлена преимущественно мезо-гемеробными видами – 180 (39,56%). Достаточно большой процент занимают олиго-гемеробные виды – 29,45% (134 вида), несколько меньше приходится на долю б-эугемеробных видов – 95 (20,88%). Около 6,81% (31 вид) составляет доля участия а-эугемеробных видов, а полигемеробных – не превышает 3,08% (14 видов). Наименьшая часть приходится на виды, очень чувствительные к антропогенному воздействию – а-гемеробы (менее 1%), метагемеробные виды не выявлены.

Во флоре доминируют антропофобные виды 69,23 %. Доля антропопотерантных видов оставила 30,77 %.

В ходе исследований ООПТ «Комплекс пойменных озер Холуново, Кривель, Черное» выявлены виды, включенные в Приложение № 2 к Красной книге Кировской области [10] – *Iris sibirica* L. и *Campanula latifolia* L. В Красную книгу Кировской области [10] внесен макромизет *Hericium coralloides* (Fr.) Pers. (категория III).

Таким образом, проведенное исследование флоры ООПТ «Комплекс пойменных озер Холуново, Кривель, Черное» позволило выявить 232 вида сосудистых растений. Ботанико-географический анализ показал, что она является бореальной, типичной для умеренной зоны Голарктики, с преобладанием евразийских и евросибирских видов. В биоморфологической структуре флоры ООПТ преобладают травянистые поликарпики (77,16%). В экологической структуре доминируют мезофиты (70,30%). Оценка эколого-ценотического статуса показала, что в составе кормовых растений преобладала луговая и лугово-опушечная (35,4%). Флора исследуемой ООПТ представлена преимущественно мезо-гемеробными видами (180 видов, или 39,56%). Были установлены виды, включенные в Красную книгу Кировской области и Приложение № 2 к ней. Данная территория может выступать в качестве резервата для сохранения типичной пойменной флоры, включающей и редкие виды.

#### Библиографический список

1. Распоряжение Правительства Кировской области от 20 сентября 2019 года № 251 «Об утверждении концепции развития особо охраняемых природных территорий Кировской области на период до 2030 года и перспективной схемы развития особо охра-

няемых природных территорий регионального значения Кировской области на период до 2030 года».

2. Постановление Правительства Кировской области от 28.07.2020 № 404-П «Об утверждении режима охраны территории памятника природы регионального значения «Комплекс пойменных озер Холуново, Кривель Черное».

3. Бушуева Ю. О., Егорова Н. Ю., Егошина Т. Л. Материалы к флоре сосудистых растений правобережной поймы реки Вятка на примере ООПТ «Озеро Чёрное у д. Малая Субботиха // Тобольск научный – 2016 : материалы XIII Всерос. науч.-практ. конф. с международ. участием. 2016. С. 34–38.

4. Егорова Н. Ю., Егошина Т. Л., Бушуева Ю. О. Оценка степени гемеробиальности флор особо охраняемых природных территорий правобережной поймы р. Вятки // Ботанико-географические исследования. Камелинские чтения. Пермь, 2019. С. 53–56.

5. Бушуева Ю. О. Флора сосудистых растений ООПТ «Озеро Холуново» // Актуальные проблемы экологии и природопользования в современных условиях : материалы Международ. науч.-практ. конф. 2018. С. 147–150.

6. Klotz S. Die ruderalgesellschaften eines neubaugebietes – ihre verbeitung und combination // Acta bot. Slov. Acad. Sci. Slovacae. Ser.A. 1984. No. 1. S. 111–125.

7. Тарасова Е. М. Флора Вятского края. Часть 1. Сосудистые растения. Киров : ОАО «Кировская областная типография», 2007. 440 с.

8. Raunkiaer Ch. The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography. Oxford : Clarendon Press, 1934. 632 p.

9. Расширенная система эколого-ценотических групп видов сосудистых растений для бореальной, гемибореальной и умеренной лесных зон Европейской России (2008) [Электронный ресурс] – URL: <https://www.impb.ru/?id=div/lce/ecg> (дата обращения: 03.12.20).

10. Красная книга Кировской области: животные, растения, грибы. Изд. 2-е / под ред. О. Г. Барановой и др. Киров : ООО «Кировская областная типография», 2014. 336 с.

## **АНАЛИЗ ХАМЕФИТОВ ФЛОРЫ ТАРКАПЧИГАЙСКОГО БОТАНИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОГО РАЙОНА (УЗБЕКИСТАН)**

*А. С. Абдураимов, С. А. Данияров*

*Гулистанский государственный университет, Abduraimov2017@inbox.ru*

В статье рассмотрены хамефиты во флоре Таркапчигайского ботанико-географического района (ТБГР). В результате исследований, проведенных в 2018–2020 годы, выявлено 896 видов высших растений, принадлежащих к 374 родам и 74 семействам. Хамефиты во флоре ТБГР представлены 46 видами, относящихся к 16 родам и 8 семействам, что составляет 5,13% общей флоры.

Ключевые слова: Таркапчигай, хамефит, флора, ботанический район, Узбекистан.

Растения приспосабливаются ко всему комплексу условий местообитания, поскольку экологические факторы влияют на него не изолированно друг от друга, а во всей их совокупности. При этом адаптации растений к окружающим условиям среды проявляются не только в физиологических особен-

ностях, анатомической структуре органов, но и во внешних морфологических признаках, определяющих их общий габитус. Одним из важнейших видов анализа флор является биоморфологический, основанный на выделении специфических биологических элементов – биоморф (жизненных форм) и составлении их спектров. Биоморфологическая структура флоры определенной территории зависит от почвенно-климатических, экологических и ценологических условий среды и позволяет оценить современное состояние флоры и ее связь с основными экологическими факторами. При этом анализе флоры одним из основных подходов является выделение групп растений по С. Raunkiaer [1].

Следовательно, цель настоящей работы – выявление и анализ хамефитов Таркапчигайского ботанико-географического района.

Хамефиты – растения, у которых предназначенные для перенесения неблагоприятного периода почки и верхушки побегов развиваются на побегах, лежащих на поверхности земли или расположенных близко к ней. В областях, где зимой поверхность земли покрыта снегом, он закрывает почки и концевые побеги, а в тёплых областях их частично закрывают отмершие остатки растений, лежащие на поверхности земли. Эту жизненную форму С. Raunkiaer подразделил на 4 подтипа: полукустарники, пассивные хамефиты, активные хамефиты и растения-подушки. Но существуют растения, очень похожие на хамефиты, не являющиеся ими. Важно уметь их различать [1].

Таркапчигайский район включает западные отроги Гиссарского хребта, расположенные к югу от Гузара и Дехканабада, на левобережье Кичик-Урадарьи и в бассейне р. Таркапчигай (горы Элликбаш, Сакрыртау и др.). Юго-восточная граница района проходит по левому водораздельному гребню Таркапчигая. С севера район ограничивает долина Кичик-Урадарьи и Гузардарьи. Здесь представлены ландшафты аридных низкогорий, широко распространены выходы пестроцветных пород и гипса. Район неоднократно посещался многими крупными ботаниками, здесь работали геоботанические и ресурсоведческие экспедиции, но видовой состав флоры и биоморфологический анализ почти не изучены [2].

В результате исследований, проведенных в 2018–2020 гг., выявлено 896 видов высших растений, принадлежащих к 374 родам и 74 семействам. Взаимное соотношение крупных таксономических единиц данной флоры особо не отличается от других локальных флор южной части горной Средней Азии. Хамефиты во флоре ТБГР представлены 46 видами, относящихся к 16 родам и 8 семействам, что составляет 5,13% общей флоры. Среди них ведущее положение занимают ксерохамефиты и являются индикаторами засушливых условий среды обитания [3].

В структуре флоры хамефиты распределены следующим образом: ведущими семействами являются Asteraceae, Fabaceae, Lamiaceae, Plumbaginaceae и Amaranthaceae – они составляют в сумме 40 видов. Семейства Convolvulaceae, Phyllanthaceae и Tamaricaceae представлены по одному роду (табл.).

## Хамефиты во флоре ТБГР

№	Семейство	Род	Вид
1	Asteraceae	3	15
2	Lamiaceae	6	13
3	Fabaceae	1	6
4	Plumbaginaceae	2	3
5	Amaranthaceae	2	3
6	Convolvulaceae	1	2
7	Phyllanthaceae	1	2
8	Tamaricaceae	1	2
Общее:		17	46

Выявленные виды хамефитов были проанализированы по родам. Во флоре ТБГР они относятся к *Astragalus* (6 вид), *Reaumuria* (2), *Acantholimon* (2), *Limonium* (1), *Hammada* (1), *Salsola* (2), *Convolvulus* (2), *Ajuga* (1), *Lagochilus* (3), *Perovskia* (1), *Salvia* (1), *Scutellaria* (4), *Ziziphora* (3), *Artemisia* (14), *Pseudolinosyris* (1) и *Andrachne* (2).

В растительных сообществах предгорных районов основное место занимают *Salvia bucharica* Popov, *Ajuga turkestanica* (Regel) Brik., *Convolvulus fruticosus* Pall., *Convolvulus hamadae* (Vved.) Petrov, *Prosopis farcta* (Banks et Sal.) C. F. Macbr. На каменистых склонах преобладают флороценоотипы *Scutellaria colpodea* Nevski, *Scutellaria leptosiphon* Nevski, и другие виды доминируют [3].

Из 46 видов хамефитов, распространенных во флоре ТБГР, 16 видов имеют Памиролайский ареал, 12 Древнесредиземноморский, 10 Среднеазиатский, 4 Горносреднеазиатский, 3 Палеарктический и 1 Голарктический ареалы. *Lagochilus inebrians* Bunge, *Scutellaria colpodea* Nevski и *Ziziphus jujuba* Mill, встречающиеся во флоре ТБГР, включены в Красную книгу Республики Узбекистан [4].

В заключение следует сказать, хамефиты во флоре ТБГР занимают основное место в биологическом разнообразии территории. Они доминируют в флороценоотипах и играют важную роль в формировании общего облика растительного покрова.

## Библиографический список

1. Raunkiaer C. The life form of plants and statisticae plant geography. Oxford, 1934. 632 p.
2. Тожибаев К. Ш., Бешко Н. Ю., Попов В. А. Ботанико-географическое районирование Узбекистана // Ботанический журнал. 2016. № 10 (101). С. 1105–1130.
3. Камелин Р. В. Флорогенетический анализ естественной флоры горной Средней Азии. Л. : Наука, 1973. 356 с.
4. Красная книга Республики Узбекистан. Ташкент : Chinor ENK, 2019. Т. 1. 358 с.

## ЭФИРОМАСЛИЧНЫЕ РАСТЕНИЯ ГОРЫ БАХИЛЬТАУ (УЗБЕКИСТАН)

**О. С. Абдураимов<sup>1,2</sup>, Х. Ф. Шомуродов<sup>1</sup>, А. А. Бердалиев<sup>2</sup>**  
<sup>1</sup> Институт ботаники Академии наук Республики Узбекистан,  
<sup>2</sup> Национальный университет Узбекистана им. М. Улугбека,  
ozodbek88@bk.ru

В статье описываются эфиромасличные растения, встречающиеся в горах Бахильтау. В результате исследования выявлено 66 видов, относящихся к 29 родам и 9 семействам. Доминирующими семействами являются *Apiaceae*, *Lamiaceae*, *Asteraceae*, *Zygochryllaceae*, *Amarantaceae*, а доминирующими родами – *Nepeta*, *Ferula*, *Phlomis*, *Salvia*, *Perovskia*, *Ziziphora* и *Artemisia*.

Ключевые слова: эфиромасличные растения, флора, ботанический район, Бахильтау, Узбекистан.

К началу XX в. были опубликованы первые сводки о полезных, хозяйственно-ценных, в том числе и эфиромасличных растениях, имеющих мировое экономическое значение и широкую практику применения в разных отраслях народного хозяйства.

Общее число эфиромасличных растений мировой флоры оценивается в 2500–3000 видов. Во флоре стран СНГ было определено порядка 1100–1300 видов, которые представляют 77 семейств. Главные семейства, включающие большее число эфиромасличных растений, – это *Lamiaceae*, *Apiaceae*, *Asteraceae* [1]. В Советском Союзе определены районы их распределения и промышленного выращивания – Крым (Россия), Молдавия, Кавказ (Армения, Азербайджан и Грузия) и Средняя Азия (Узбекистан, Таджикистан и Туркмения; в меньшей степени Киргизия и Казахстан). На полях СНГ в XX в. (до середины 1980-х гг.) возделывали небольшой ассортимент видов (от 15 до 20 популярных и основных востребованных видов растений). Чаще выращивали такие культуры, как *Coriandrum sativum* (до 90% всех площадей страны), *Carum carvi*, *Anethum graveolens*, *Foeniculum officinalis*, *Mentha piperita*, *Salvia sclarea*, *Rosa damascena*, *Rosa alba* и некоторые другие [2].

Флора Узбекистана отличается многочисленностью, разнообразием и в определенной степени уникальностью видового состава растений. Это обусловлено в значительной мере резкими контрастами природной среды, характеризующейся сложным рельефом и большим разнообразием почвенно-климатических факторов, что, естественно, создает пестроту экологических условий, отражающихся на характере расселения и специфике растительного покрова.

По количеству видов, их роли в растительном покрове, наличию ресурсов – одно из ведущих мест занимают эфиромасличные растения – источники сырья, широко используемого в пищевой, медицинской, парфюмерно-

косметической и других отраслях промышленности [2, 3]. По литературным данным [2], во флоре Республики Узбекистан выявлено 650 видов, относящихся к 261 родам и 56 семействам.

Уникальность флоры Узбекистана проявляется и в числе эндемичных эфиромасличных видов. При геоботанических и ресурсоведческих исследованиях выявлено 39 эндемичных и 15 с ограниченным ареалом видов, содержащих эфирное масло. Из них, следует назвать в первую очередь *Achillea millefolium* L., *Allium baissunensis* Lipsky, *A. pskemense* B. Fedtsch., *A. stipitstum* Vved., *Bunium angreni* Korov., *B. intermedium* Korov., *Cardamine densiflora* Gontsch., *Dianthus uzbekistanicus* Lincz., *Dracocephalum spinulosum* M.Pop., *Erysium nuratense* M.Pop., *Ferula moschata* (Reinsch.) K. Pol., *F. prangifolia* Korov., *F. sumbul* Korov., *F. uganica* Korov., *Helichrysum nuratavicum* H. Krasch. и др.

В Узбекистане эфиромасличные растения распространены во всех поясах и зонах, что обусловлено высотно-поясными закономерностями, характерными в целом для растительности Средней Азии. Наибольшее число таких видов приурочено к юго-восточной части Узбекистана, почти повсеместно занятой горами и подгорными равнинами.

Наше исследование проводилось в Актогском районе Нурагинского хребта (рис.).



Рис. Район исследований

К Актаускому району Нурагинского округа в Навоийской области относится западная часть хребта Актау (Бахильтау), включая и высшую точку

хребта г. Тахку высотой 1993 м н.у.м., а также невысокий и сильно опустыненный хребет Каратау. Из-за небольшой высоты хребтов южной ветви Нуратинских гор, меньшего разнообразия ландшафтов и местообитаний и более засушливых условий, по количеству видов флора Актауского района в целом несколько беднее, чем флора Нуратинского района. В Навоийской области располагается наиболее интересная в плане растительного и ландшафтного разнообразия часть Актауского ботанико-географического района, включая обширные массивы мраморных скал Актау, являющиеся местообитаниями многих узкоареальных видов.

В результате исследования обнаружено 66 видов эфиромасличных растений, относящихся к 29 родам и 9 семействам. Доминирующими семействами являются *Apiaceae*, *Lamiaceae*, *Asteraceae*, *Zygochryllaceae*, *Amarantaceae*, а доминирующими родами – *Nepeta*, *Ferula*, *Phlomis*, *Salvia*, *Perovskia*, *Ziziphora* и *Artemisia*.

#### Библиографический список

1. Ткаченко К. Г. Эфирномасличные растения и эфирные масла: достижения и перспективы, современные тенденции изучения и применения // Вестник Удмуртского университета. 2011. Вып. 11. С. 88–100.
2. Хожиматов К. Эфиромасличные растения Узбекистана и пути их рационального использования : дис. д-ра биол. наук. Ташкент : Институт ботаники, 1999. 110 с.
3. Горяев М. И. Эфирные масла флоры СССР. Алма-Ата : АН КазССР, 1952. 380 с.

## МАТЕРИАЛЫ К ИЗУЧЕНИЮ ФЛОРЫ ГОРОДА КОСТРОМЫ

**В. А. Чистякова**

*Костромской государственный университет,  
vera.chistyakova.1997@mail.ru*

Проведено детальное обследование флоры особо охраняемой природной территории «Парк «Берендеевка». Флора данной территории представлена 236 видами из 158 родов и 61 семейства. В составе флоры отмечен один охраняемый вид и 11 агрессивных чужеродных видов.

Ключевые слова: флора, охраняемый вид, чужеродный вид, Берендеевка, Кострома.

В городе Костроме мало парковых зон, имеющих мозаичную структуру, приближенную к естественным ландшафтам. Парк «Берендеевка» является таковым и поэтому представляет не только рекреационный, но и природоохранный интерес. Однако под действием высокой антропогенной нагрузки природные элементы подвержены сильной трансформации, что делает необходимым их изучение и зонирование.

Парк «Берендеевка» получил статус особо охраняемой природной территории (ООПТ) Постановлением Главы администрации Костромской области от 10.11.1999 №483 «Об утверждении границ особо охраняемых природ-

ных территорий г. Костромы» [1]. Туристско-рекреационная местность регионального значения «Парк «Берендеевка» организована в целях сохранения природных сообществ, обладающих высоким потенциалом для организации отдыха людей.

Изучением экологического состояния и рекреационного потенциала ООПТ «Парк «Берендеевка» занимались некоторые исследователи города Костромы в разные периоды времени. А. И. Чудецким с соавторами [2] были разработаны рекомендации, способствующие повышению рекреационной ценности парка, включающие проведение санитарных рубок, очистку территории от мусора и валежа; формирование и развитие дорожно-тропиночной сети на участках с плохой проходимостью; благоустройство мест отдыха и регулярный мониторинг насаждений парка. Ранее проведенными флористическими исследованиями А. Б. Грязнова и А. А. Третьякова [3] было обнаружено 39 видов прибрежно-водных растений и 30 видов водорослей. А. С. Дюкова и А. А. Герасимова [4] упоминают 95 видов растений, отмеченных на территории парка.

Целью работы было изучение видового богатства сосудистых растений особо охраняемой природной территории «Парк «Берендеевка».

Для этого необходимо ознакомиться с доступными материалами по указанной территории, собрать данные по флоре и составить флористический список, проанализировать полученную информацию по парку «Берендеевка».

Исследование проводили в июне – сентябре 2020 г. маршрутным методом при помощи прокладывания трансект перпендикулярно водотоку реки Ребровки в направлении с северо-востока на юго-запад по парку через каждые 100 метров с целью изучения всех элементов рельефа. В рамках работы во всех растительных сообществах фиксировали все отмеченные виды и вели фотофиксацию некоторых из них с отметкой на платформе iNaturalist, некоторые растения собирали в гербарий.

На территории парка «Берендеевка» выявлено разнообразие растительных сообществ, включающее лесные (80%), луговые (12%) и прибрежно-водные участки (6%), а также трансформированные участки (2%).

Лесные сообщества представлены в основном сосняками и в незначительной степени березняками. Сосняки с присутствием березы в древостое встречаются на данной территории довольно часто. Здесь можно отметить в составе древостоя *Picea abies*. Подлесок зачастую достаточно густой, представлен *Rubus idaeus*, реже *Sorbus aucuparia*, *Sambucus racemosa*, встречается *Viburnum opulus* и *Lonicera xylosteum*. Травяной ярус образован *Dryopteris carthusiana*, *Geum urbanum*, *Calamagrostis epigeios* и *Chamaenerion angustifolium*.

Участки сосняков – с самым богатым подлеском, но подрост здесь отсутствует. В подлеске такого сообщества можно встретить *Viburnum opulus*, *Rubus idaeus*, *Sambucus racemosa*, *Sorbus aucuparia*, *Malus sylvestris*, *Lonicera xylosteum*. Разнообразие травяного яруса здесь беднее, можно отметить *Calamagrostis epigeios*, *Geum urbanum*, *Anthriscus sylvestris*, *Urtica dioica*.

В березняках с вывалами, возникшими в результате естественных процессов в сообществе, встречается подрост сосны. Древостой березы примерно такого же возраста, что и сосны. В составе древостоя можно встретить такие породы, как *Picea abies*, *Populus tremula*, *Tilia cordata*. Подлесок очень редок, представлен *Rubus idaeus*, *Sambucus racemosa*, *Cornus alba*, либо почти отсутствует. Травяной покров здесь достаточно обильный, массово встречаются *Calamagrostis epigeios*, *Dactylis glomerata*, *Lysimachia vulgaris*, *Geum urbanum*, *Chamaenerion angustifolium*.

В открытых разнотравных луговых сообществах с наличием злаков имеются небольшие участки с частично оголенной почвой, что обусловлено присутствием антропогенной нагрузки. Для них характерны такие виды, как *Taraxacum officinale*, *Trifolium repens*, *Veronica chamaedrys*, *Ajuga reptans*, *Glechoma hederacea*.

Результаты обследования показали, что существующие сообщества сформировались в условиях определённого уровня рекреации. Об этом свидетельствует наличие некоторых адвентивных видов (*Erigeron canadensis*, *Trifolium hybridum*), а также преобладание синантропных видов (*Plantago major*, *Polygonum aviculare*, *Potentilla anserina*, *Glechoma hederacea*, *Taraxacum officinale*).

Наиболее распространёнными травянистыми видами здесь являются *Ranunculus repens*, *Rumex obtusifolius*, *Trifolium repens*, *Ajuga reptans*, *Poa annua*.

Общий флористический список насчитывает 236 видов. Аборигенный компонент флоры (199 видов) составляет около 84,3% от общего списка отмеченных видов. Компонент заносных видов и «выходцев из культуры» составляет 15,7% (37 видов).

Эколого-ценотический анализ травяного яруса показал, что здесь имеется большое разнообразие видов разных групп. Преобладающими являются группы основных местообитаний – леса, луга и их совокупностей (рис. 1).

Систематический анализ показал, что флора насчитывает 236 видов растений, относящихся к 61 семейству. Это составляет 47,2% от всего состава флоры города Костромы (500 видов), отмеченного автором. Преобладающими являются следующие 9 семейств (в скобках указано число видов): Compositae (28), Gramineae (21), Rosaceae (19), Leguminosae (16), Labiatae (13), Caryophyllaceae (10), Polygonaceae (9), Salixaceae (7), Cruciferae (7). Они включают 130 видов, входящих в 90 родов.

Биоморфологический анализ по системе И. Г. Серебрякова показал, что состав растительного покрова разнообразен. В полученном материале преобладают травянистые растения (201 вид), они составляют 85,17% от общего числа видов. Самой малочисленной группой является жизненная форма полукустарников и полукустарничков – по 1 виду, что составляет по 0,42% на каждую.

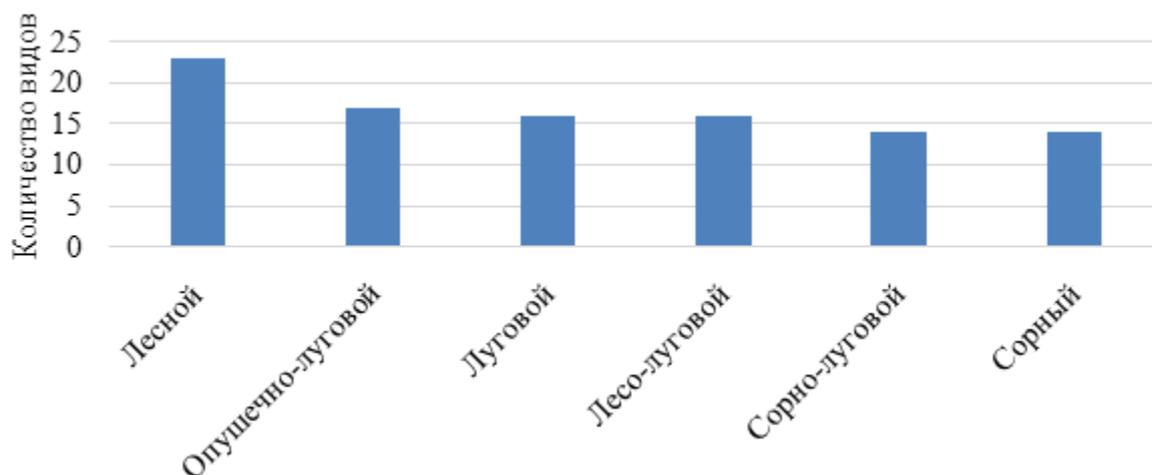


Рис. 1. Преобладающие эколого-ценотические группы травяного яруса

Биоморфологический анализ по системе С. Raunkiaer выявил, что преобладающим биологическим типом являются гемикриптофиты, включающие 145 видов (рис. 2), что составляет 61,44% от общего числа отмеченных здесь видов. Последнее место по количеству занимают хамефиты, объединяющие 8 видов (3,39%).

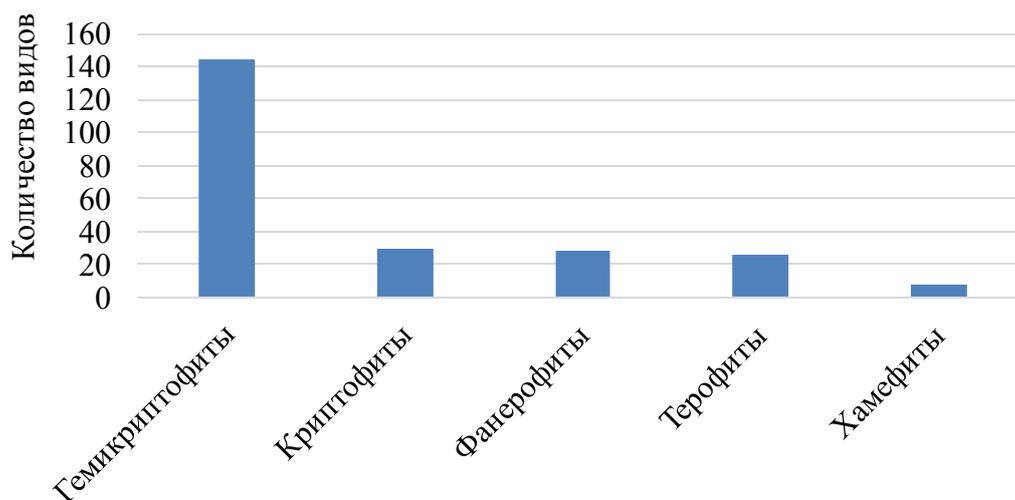


Рис. 2. Биоморфологическая структура по системе С. Raunkiaer

Один из обнаруженных видов растений — *Listera ovata* — включён в Красную книгу Костромской области [5]. Он относится к 5 категории (восстанавливающиеся виды).

В составе флористического списка 37 видов являются адвентивными. Из них в Черную книгу флоры Средней России [6] входят 9 видов. Наиболее агрессивные чужеродные виды составляют 17,3% от общего числа Черной книги. Они представлены 9 семействами (табл.) и распространены главным образом на участках с травяным покровом, нарушенным в результате обустройства дорожек на территории парка.

## Чужеродные виды

Семейство	Латинское название	Русское название
Onagraceae	<i>Epilobium pseudorubescens</i>	Кипрей ложнокраснеющий
Fabaceae	<i>Lupinus polyphyllus</i>	Люпин многолистный
Cucurbitaceae	<i>Echinocystis lobata</i>	Эхиноцистис лопастный
Aceraceae	<i>Acer negundo</i>	Клен американский
Balsaminaceae	<i>Impatiens parviflora</i>	Недотрога мелкоцветковая
Compositae	<i>Bidens frondosa</i>	Черда олиственная
Oleaceae	<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	Ясень пенсильванский
Hydrocharitaceae	<i>Elodea canadensis</i>	Элодея канадская
Juncaceae	<i>Juncus tenuis</i>	Ситник тонкий

Систематический анализ показал, что флора насчитывает 236 видов растений, относящихся к 61 семейству. Преобладают травянистые растения (201 вид), что составляет 85,17% от общего числа видов. Преобладание гемикриптофитов (145 видов) говорит об устойчивости экосистемы. На территории парка отмечен охраняемый вид – *Listera ovata* и 9 агрессивных чужеродных видов.

## Библиографический список

1. Постановление Главы администрации Костромской области от 10.11.1999 № 483 «Об утверждении границ особо охраняемых природных территорий г. Костромы» [Электронный ресурс]. – URL <http://oopt.aari.ru/doc/Постановление-главы-администрации-Костромской-области-от-10111999-№483> (дата обращения: 25.03.2021).
2. Чудецкий А. И., Лебедев В. П., Рыжова Н. В. Состояние и рекреационный потенциал насаждений парка «Берендеевка» города Костромы // Вестник Костромского государственного университета им. Н. А. Некрасова. Кострома. 2014. Т. 20, № 5. С. 27–31.
3. Грязнова А. Б., Третьякова А. А. Исследование прибрежной и водной флоры водоема на территории ООПТ «Парк «Берендеевка» // Природа Костромского края: современное состояние и экомониторинг : материалы межрег. науч.-практ. конф. (Кострома, 24–25 марта 2017 г.). Кострома : Костромской гос. ун-т, ОГБУК «Музей природы Костромской области», 2017. С. 177–180.
4. Дюкова А.С., Герасимова А.А. Сравнительная характеристика флористического состава и экологического состояния парков Ярославля и Костромы // Белозёровские чтения : материалы Всерос. (с междунар. участием) науч.-практ. конф. Кострома : КГУ, 2020. С. 63–66.
5. Красная книга Костромской области / под науч. ред. М. В. Сиротина, А. Л. Анциферов, А. А. Ефимова. 2-е изд., перераб. и доп. Кострома : Костромской государственный университет, 2019. 432 с.
6. Виноградова Ю. К., Майоров С. Р., Хорун Л. В. Черная книга флоры Средней России (Чужеродные виды растений в экосистемах Средней России). М. : ГЕОС, 2009. 494 с.

# АНТРОПОУСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ ИСКУССТВЕННЫХ ВОДОЕМОВ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

**В. В. Соловьева**

*Самарский государственный социально-педагогический университет,  
solversam@mail.ru*

В статье анализируются устойчивости растений к антропогенному фактору. Изучена флора 172 водоемов, находящихся в условиях различной антропогенной нагрузки. Определены группы растений с высокой, умеренной, низкой и очень низкой антропоустойчивостью.

Ключевые слова: водоем, растение, макрофиты, мониторинг, шкала антропоустойчивости.

Гидробиотическими исследованиями было охвачено 172 водоема, из них 28 прудов и 12 водохранилищ служили объектами долговременного экологического мониторинга [1–3]. Из всех изученных водоемов 98 находились на селитебных территориях, включая г. Самару, 74 – в природных комплексах долинно-водосборных геосистем, вдалеке от населенных пунктов.

Мониторинг и сравнительный анализ флоры данных групп водоемов, находящихся в различных условиях хозяйственного воздействия, позволил создать шкалу антропоустойчивости для 42 видов водных и прибрежно-водных растений (табл.).

*Таблица*

**Шкала антропоустойчивости водных макрофитов**

Ступени антропоустойчивости	Показатели антропоустойчивости				Название вида
	водоемы селитебных территорий		водоемы природных комплексов		
	частота встречаемости, %	характер встречаемости	частота встречаемости, %	характер встречаемости	
1	2	3	4	5	6
I. Высокая	42,0	очень часто	63,3	очень часто	<i>Alisma plantago-aquatica</i>
	41,6		68,1		<i>Lemna minor</i>
	39,0	часто	68,1		<i>Typha angustifolia</i>
	33,0		61,1		<i>Typha latifolia</i>
	29,1		38,0		<i>Eleocharis palustris</i>
	26,7	часто	39,0		<i>Persicaria amphibium</i>
	26,3		38,0		<i>Spirodella polyrhiza</i>
	25,0		38,0		<i>Juncus gerardii</i>
	24,6		41,6		<i>Potamogeton berchtoldii</i>

## Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	
I. Высокая	22,1		37,1		<i>Sparganium erectum</i>	
	21,3		34,5		<i>Lythrum salicaria</i>	
	22,0		33,6		<i>Phragmites australis</i>	
II. Умеренная	20,7		26,5	часто	<i>Ceratophyllum demersum</i>	
	15,3		18,6		<i>Carex acuta</i>	
	15,0		27,8		<i>Alisma gramineus</i>	
	13,5		29,9		<i>Scirpus lacustris</i>	
	13,5		28,5		<i>Butomus umbellatus</i>	
	13,4		21,2		<i>Agrostis stolonifera</i>	
	12,5		15,0		<i>Bidens tripartita</i>	
	12,3		18,0		<i>Lycopus europeus</i>	
	10,2		23,3		<i>Potamogeton pectinatus</i>	
	9,3				12,4	
III. Низкая	6,3	не часто	8,8		не часто	<i>Glyceria maxima</i>
	5,2		10,6	часто	<i>Sagittaria sagittifolia</i>	
	5,1		8,8	не часто	<i>Sparganium emersum</i>	
	4,1		15,0	часто	<i>Potamogeton perfoliatus</i>	
	4,0		10,6		<i>Potamogeton natans</i>	
	4,0		7,9		<i>Carex riparia</i>	
	3,7		11,5		часто	<i>Potamogeton lucens</i>
	3,5			8,8	не часто	<i>Typha laxmanii</i>
	3,5			3,5		<i>Salvinia natans</i>
IV. Очень низкая	3,0		редко	2,7	редко	<i>Iris pseudacorus</i>
	2,8		7,0	не часто	<i>Lemna trisulca</i>	
	2,7		5,3		<i>Zannicellia palustris</i>	
	2,3		4,7		<i>Oenanthe aquatica</i>	
	2,1		4,4		<i>Ceratophyllum submersum</i>	
	1,7		3,5		<i>Carex vesicaria</i>	
	1,5		3,5		<i>Carex pseudocyperus</i>	
	1,4		2,7		редко	<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>
	1,4		2,7		редко	<i>Potamogeton crispus</i>
	1,4		14,1		часто	<i>Bolboschoenus maritimus</i>
1,4			3,5	не часто	<i>Rorippa amphibia</i>	

Под антропоустойчивостью понимается возможность длительного произрастания растений в условиях напряженной экологической среды урбанизированных экосистем, способность восстанавливаться и проходить полный жизненный цикл при высоком антропогенном прессе на экосистему (антропогенное загрязнение вод, рекреационная нагрузка, многократное скашивание травостоя в прибрежной зоне). Показателями антропоустойчивости являются частота встречаемости и характер встречаемости растений в различных условиях антропогенной нагрузки. Они не имеют видимых следов угнетения в росте и развитии вегетативных и генеративных органов. В результате многолетних наблюдений было установлено 4 степени антропоустойчивости: высокая, умеренная, низкая и очень низкая.

Высокую антропоустойчивость имеют 12 видов растений. Они постоянно встречались во всех изученных нами экосистемах в разные годы исследований, встречаемость от 33 до 63 %. В порядке убывания частоты встречаемости этот ряд представлен следующими видами: частуха подорожниковая, ряска малая, рогоз узколистный, рогоз широколистный, ситняг болотный, горец земноводный, многокоренник обыкновенный, рдест Берхтольда, ежеголовник прямой, дербенник иволистный, ситник Жерарда и тростник обыкновенный. Являясь выносливыми и неприхотливыми растениями, они имеют декоративный внешний вид, что позволит успешно использовать их в оформлении искусственных водоемов.

Умеренную антропоустойчивость имеют 10 макрофитов – роголистник темно-зеленый, осока острая, полевика побегообразующая, камыш озерный, сусак зонтичный, зюзник европейский, рдест гребенчатый, элодея канадская и череда трехраздельная. Данные виды растений имеют частый характер встречаемости (от 10 до 30 %) как в водоемах населенных пунктов, так и в природных ландшафтах.

Растения, имеющие редкий и нечастый характер встречаемости в водоемах селитебных территорий, но довольно широко распространены в прудах природных комплексов отнесены к третьей группе – низкой антропоустойчивости, их частота встречаемости в условиях антропогенного пресса от 10 до 30%. К этой группе растений относится 9 видов: сальвиния плавающая, манник водный, стрелолист стрелолистный, ежеголовник всплывающий, рдест пронзеннолистный, рдест плавающий, осока береговая, рдест блестящий, рогоз Лаксмана.

К группе растений, имеющих очень низкую антропоустойчивость, принадлежит 11 видов: ирис водный, ряска трехдольная, занникелия болотная, омежник водный, роголистник светло-зеленый, осока пузырчатая, осока ложносытевидная, водокрас обыкновенный, рдест курчавый, клубнекамыш морской, жерушник земноводный. Частота встречаемости этих растений в водоемах природных ландшафтов составляет от 3% до 15%, а в антропогенных – от 1 до 3%.

Другие макрофиты очень редко встречаются в природных условиях или совсем не были отмечены в антропогенных экосистемах, то есть не являются антропоустойчивыми растениями. Это большинство видов тонколистных рдестов, виды урути, пузырчатки, риччия, каулиния малая, хвостник обыкновенный, кубышка желтая и кувшинки.

Антропогенный фактор является ведущим в формировании прибрежно-водной и водной растительности, поэтому приведенные сведения следует учитывать при создании зеленой зоны вокруг водоемов, особенно в урбанизированных условиях. Такие многолетние прибрежные антропоустойчивые растения, как сусак зонтичный, виды рогозов и частух, тростник обыкновенный, ежеголовник ветвистый, дербенник иволистный имеют крупные размеры, декоративный внешний вид, неприхотливы, поэтому могут быть в первую очередь рекомендованы для культивирования в искусственных водоемах.

Среди гидрофитов успешными для введения в культуру, могут быть широколистные рдесты и водокрас.

Изучение антропогенного воздействия на флору искусственных водоемов имеет прикладное значение в связи с широким использованием макрофитов в ландшафтном дизайне.

#### Библиографический список

1. Папченков В. Г., Соловьева В. В. Анализ флоры прудов Среднего Поволжья // Ботанич. журн. 1995. Т. 80, № 2, С. 59–67.
2. Соловьева В. В. Комплексный анализ флоры антропогенных аквальных экосистем Самарской области // Известия Самарского научного центра РАН. Спец. выпуск «Актуальные проблемы экологии». 2005. Вып. 4. С. 276–286.
3. Соловьева В. В., Саксонов С. В. Флористический мониторинг малых искусственных водоемов Самарской области (2001–2005 гг.) // Поволжский экологический журнал. 2007. № 2–3. С. 188–195.

### ИЗУЧЕНИЕ ЖИЗНЕННОСТИ ОСОБЕЙ *QUERCUS ROBUR* L. НА РЕКРЕАЦИОННОМ УЧАСТКЕ МАЛИНОВОЙ ЗАСЕКИ г. ТУЛЫ

*А. В. Солдатова, А. В. Хапкина*  
Тульский государственный университет,  
*rolemodel693@gmail.com, khapkina-av@yandex.ru*

В данной статье представлены результаты изучения относительного жизненного состояния особей дуба черешчатого, произрастающих на территории рекреационного участка Малиновой засеки г. Тулы.

Ключевые слова: дуб черешчатый, оценка жизненности.

Малиновая засека, как участок Большой засечной черты, протяженностью от с. Крапивна Щекинского района до южной границы г. Тулы около 60 км, расположен на территории г. Тулы и Тульской области в непосредственной близости от Косогорского металлургического завода. В настоящее время представляет большой биоэкологический, исторический и рекреационный интерес. В лесах Малиновой засеки обустроены несколько экологических троп разной сложности и протяженности, проложены лыжные трассы для общего использования, установлены исторические памятники о событиях Второй мировой войны. Для сохранения ценности и целостности данной территории необходимо контролировать состояние лесной экосистемы, обращая особое внимание на древесные породы, в частности в *Quercus robur* L. (дуба черешчатого), а также проводить восстановительные и профилактические работы в данной области.

Оценка относительной жизненности любого лесного массива в целом и популяции исследуемого вида в частности происходит при комплексной оценке признаков особей в условиях его реального экологического существо-

вания. При изучении экосистемы Малиновой засеки особое внимание уделяли состоянию дубовой части древостоя. Замеры проводили в части леса, подверженной наиболее высокой антропогенной нагрузке. Исходя из описания таких параметров, как: высота дерева, прозрачность кроны, диаметр ствола, состояние и характер повреждений побега – проводили оценку относительного жизненного состояния популяции *Q. robur* по шкале В. А. Алексеева [2].

Согласно этой шкале выделяются следующие категории жизненного состояния деревьев по визуальным характеристикам кроны: 1 – здоровое; 2 – поврежденное (ослабленное); 3 – сильно поврежденное (сильно ослабленное); 4 – отмирающее; 5а – свежий сухостой; 5б – старый сухостой.

Жизненность описывали в разные фенологические периоды жизни растений. Также учитывали расстояние между особями, наличие и обилие плодов, биоразнообразие. Данные получены при описании пробных площадей 10x10м и единичных отдельных особей дуба черешчатого, произрастающих на территории Малиновой засеки в период за сентябрь 2020 – февраль 2021 года (рис.).

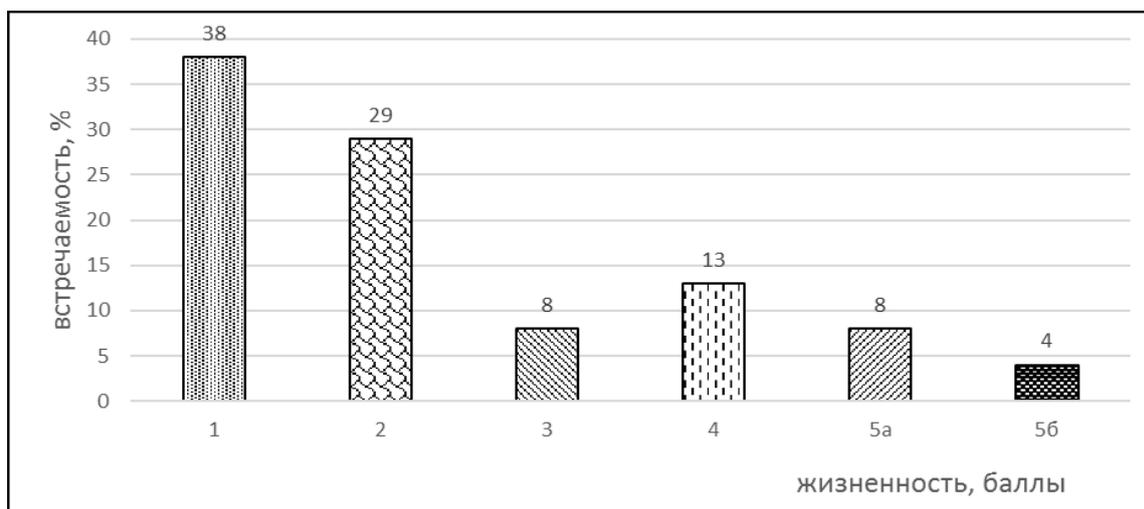


Рис. Соотношение особей вида *Quercus robur* разного относительного жизненного состояния

Анализ определенной относительной жизненности дубов, небольшое биоразнообразие на территории Малиновой засеки позволяет сделать вывод о том, что ценопопуляция дуба черешчатого находится в нормальном неполночленном состоянии [3], поскольку на исследуемых участках отсутствуют растения прегенеративного периода. Особи в популяции ослаблены. Причиной повреждения деревьев и снижения их жизненного состояния может служить ряд факторов, включая: близость Косогорского металлургического завода; проводившуюся разработку высоких горизонтов геологического профиля с целью добычи полезных ископаемых, что в свою очередь привело к образованию полостей под лесным массивом с последующим нарушением водного питания растений; высокую урбанизационную, промышленную и рекреационную нагрузку на биоценоз.

### Библиографический список

1. Малиновая засека [Электронный ресурс]. – URL: <http://malinovayazaseka.ru/about/> (дата обращения: 10.03.2021).
2. Алексеев В. А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев. Некоторые вопросы диагностики и классификации поврежденных загрязнением лесных экосистем // Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение / под ред. В. А. Алексеева. Л. : Наука, 1990. С. 38–53.
3. Работнов Т. А. Фитоценология : учеб. пос. М. : Изд-во МГУ, 1992. С. 352.

## ВСТРЕЧАЕМОСТЬ КЛЕНА ЯСЕНЕЛИСТНОГО (*ACER NEGUNDO* L.) НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ЙОШКАР-ОЛА И МЕДВЕДЕВСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

*О. А. Белошапкина, Н. В. Илюшечкина*  
*Марийский государственный университет, olya7307@mail.ru*

В статье представлен анализ встречаемости североамериканского вида клёна ясенелистного на территории города Йошкар-Ола и Медведевского района Республики Марий Эл.

Ключевые слова: клен ясенелистный, инвазионный вид, частота встречаемости.

Клен ясенелистный, или американский (*Acer negundo* L.) – листопадное дерево родом из Северной Америки, интродуцированное в Европу в XVII веке и попавшее в Россию в 1796 г. В настоящее время в России клен ясенелистный является опасным инвазионным видом, который широко распространился, вышел из парков и активно внедряется в естественный растительный покров. Присутствие этого клена ведет к существенному изменению лесных экосистем, снижению их хозяйственной ценности, вытеснению аборигенных видов, ухудшению кормовой базы крупных копытных животных [1, 2].

В последние десятилетия проблема биологических инвазий становится мощным экологическим фактором, вызывающим эволюционные изменения во флоре регионов с умеренным и тропическим климатом [3]. Клен ясенелистный неприхотлив к почвенным условиям, но лучше растет на хорошо освещенных местах, зимостоек, обладает высокой скоростью роста и устойчив к загрязнению воздуха [2]. Опыляется ветром, размножается пневой порослью и семенами, причем процесс расселения идет очень быстро [4, 5]. Клен ясенелистный на данный момент можно увидеть практически на всех улицах, в парках и дворах, как в самом городе Йошкар-Ола, так и его окрестностях.

В период с весны по осень 2020 г. проводили исследования на территории скверов и парков города Йошкар-Ола и пригорода: сквер Эшпая, парк Победы, центральный парк п. Медведево. Каждое растение клена ясенелистного точно занесено на карту. У каждой взрослой особи определена жизненная форма. Точное количество молодых растений (проростки, всходы,

ювенильные и имматурные растения) не учитывалось, а отмечалось лишь их положение на карте. У каждой взрослой особи определяли пол (мужской или женский).

На основании наблюдений мы установили, что на территории г. Йошкар-Олы и близлежащего Медведевского района (парки и скверы) клен ясенелистный представлен следующими вариантами биоморфы: одноствольное дерево, дерево плодового типа, древовидный комплекс, двуствольное дерево, многоствольное дерево.

Одноствольное прямостоячее дерево у *A. negundo* формируется в условиях хорошего увлажнения и равномерного освещения. Деревья плодового типа широко распространены, у них ствол на высоте 2–5 м от поверхности земли начинает ветвиться, что связано с повреждением верхушки [6].

В каждом из исследуемых местообитаний в большом количестве представлен семенной подрост.

В Москве, например, высаживают как аборигенные, так и чужеродные виды деревьев. Большинство аборигенных видов не могут быть использованы в озеленении проблемных в экологическом отношении территорий поскольку не выдерживают воздействие неблагоприятных факторов городской среды: поражаются вредителями и болезнями и быстро погибают [7].

Одним из древесных интродуцентов является североамериканский инвазионный клен ясенелистный. В настоящее время процент *A. negundo* среди всех деревьев, используемых в озеленении Москвы, составляет около 40%, а в некоторых дворах может достигать 80% [2].

Из всех наблюдаемых и исследуемых площадок на территории г. Йошкар-Ола и пригорода, наибольшее разнообразие биоморф (одноствольное дерево, дерево плодового типа, древовидный комплекс, двуствольное дерево, многоствольное дерево, подрост) выделено для парка Победы города (рис.).

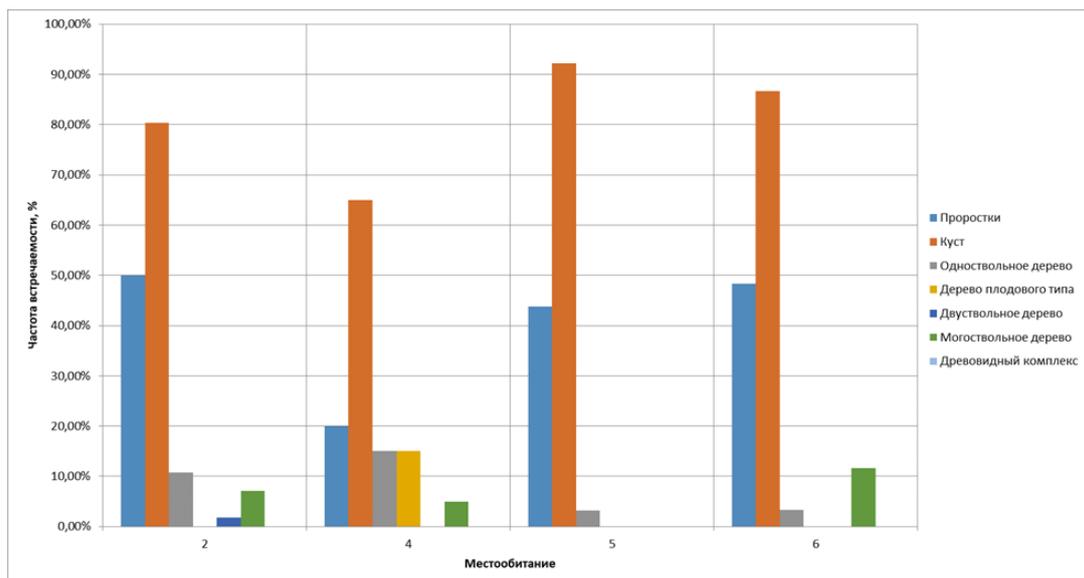


Рис. Частота встречаемости различных биоморф клена ясенелистного на территории г. Йошкар-Ола и пригорода

Клен ясенелистный встречается во всех исследованных участках города Йошкар-Ола и Медведевского района, в большом количестве отмечен и семенной подрост. Максимальное разнообразие биоморф представлено в парке Победы г. Йошкар-Ола. Однако, следует помнить, что возможности даже самых устойчивых к негативным условиям городской среды древесных пород не безграничны. Можно обратить внимание, что необходим контроль за численностью женских растений. В противном случае скверы и парки станут источником распространения этого опасного инвазионного вида в естественные сообщества.

#### Библиографический список

1. Иллюстрированный определитель растений Средней России / И. А. Губанов, К. В. Киселева, В. С. Новиков, В. Н. Тихомиров. М. : Т-во научных изданий КМК, 2003. 665 с.
2. Костина М. В., Минькова Н. О., Ясинская О. И. О биологии клена ясенелистного в зеленых насаждениях Москвы // Российский журнал биологических инвазий. 2013. № 3. С. 32–42.
3. Тишков А. А. Экологические последствия вступления России во всемирную торговую организацию (ВТО) // Экономическая политика. 2005. [Электронный ресурс]. – URL: <http://trade.ecoaccord.org/docs/tishkov.html>.
4. Виноградова Ю. К. Формирование вторичного ареала и изменчивость инвазионных популяций клёна ясенелистного (*Acer negundo* L.) // Бюл. Гл. ботан. сада. 2006. Вып. 190. С. 25–47.
5. Виноградова Ю. К., Майоров С. Р., Хорун Л. В. Черная книга флоры Средней России (чужеродные виды растений в экосистемах Средней России). М., 2009. 494 с.
6. Илюшечкина Н. В., Макарова И. Г., Колупаева Е. С. Распространение клена ясенелистного (*Acer negundo* L.) на территории города Йошкар-Ола. Йошкар-Ола : Марийский государственный университет, 2015.
7. Кузьмичев Е. П., Соколова Э. С., Мозолевская Е. Г. Болезни древесных растений: справочник // Болезни и вредители в лесах России. Т. 1. М. : ВНИИЛМ, 2004. 120 с.

### **ФЕНОЛОГИЯ НЕКОТОРЫХ ДЕКОРАТИВНЫХ И ЛЕКАРСТВЕННЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ СЫКТЫВКАРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ ПИТИРИМА СОРОКИНА**

**Г. С. Шушпанникова, О. В. Пахтусова, Я. А. Фомина**  
Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина,  
*shushpannikova.galina@yandex.ru*

В статье представлены результаты фенологических наблюдений за некоторыми видами декоративных и лекарственных растений (*Bergenia crassifolia* (L.) Fritsch, *Gentiana lutea* L., *Heuchera sanguinea* Engelm, *Lunaria rediviva* L.) при интродукции в ботаническом саду Сыктывкарского государственного университета. Даны рекомендации по их выращиванию в условиях средней тайги.

Ключевые слова: интродукция, фенология, сезонное развитие, *Bergenia crassifolia* (L.) Fritsch, *Gentiana lutea* L., *Heuchera sanguinea* Engelm, *Lunaria rediviva* L.

Ботанический сад Сыктывкарского университета имени Питирима Со-рокина (СГУ) занимается интродукцией декоративных и лекарственных растений на северо-востоке европейской части России. В интродукционное исследование привлекаются растения со всего мира, полученные путем обмена семенами и другими зачатками из ботанических садов и опытных сортоиспытательных станций, а также из природных местообитаний разных регионов. В настоящее время коллекции живых растений ботанического сада насчитывают около одной тысячи таксонов (видов, форм и сортов) декоративных растений открытого грунта, среди которых более 150 видов являются лекарственными растениями [1].

В данной статье изложены материалы по фенологии четырех видов лекарственных и декоративных растений. Фенологические наблюдения проводили в 2016–2020 гг. на территории ботанического сад СГУ (61° с. ш., 50° в. д.) в окрестностях г. Сыктывкара (подзона средней тайги) по методике Главного ботанического сада им. Н. В. Цицина [2]. Средние показатели температуры воздуха и осадков в вегетационный период представлены в таблице 1.

*Бадан толстолистный* (*Bergenia crassifolia* (L.) Fritsch) из семейства камнеломковые (Saxifragaceae Juss.) – корневищный многолетник высотой до 50 см. Ареал – горные области южной части Сибири, Дальнего Востока, Средней Азии, Афганистана, севера Монголии, Гималаев, Кореи, Китая. В ботаническом саду СГУ произрастает с 1980 г., хорошо переносит зиму, к почве нетребователен и растет на любых грунтах с нейтральной реакцией (рН около 7). Для растений вреден как избыток, так и недостаток влаги, поэтому при продолжительном отсутствии осадков его обязательно поливают.

Таблица 1

**Средние показатели температуры воздуха и осадков, апрель – сентябрь (гидрометеостанция г. Сыктывкара, 2016–2020 гг.)**

Месяц	2020		2019		2018		2017		2016	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Апрель	5,1	32	2,1	37	1,6	31,3	1,1	77,4	4,9	56,4
Май	15,1	42	10,9	84,3	8,1	77,4	5	54,2	11,4	34,8
Июнь	19,6	63	13,6	90,4	13,5	75,9	12,5	97,6	14,6	50,6
Июль	25,7	73	15,3	134,2	19,4	86,7	18,3	79	19,9	70,4
Август	18,1	62	11,3	111,1	14,5	51,9	16	83,2	18,1	112
Сентябрь	14,6	57	8,1	27,6	9,6	59,5	7,5	82,2	9	93,4

Примечание: 1 – средняя температура воздуха, °С; 2 – сумма осадков, мм.

Наиболее благоприятным для бадана является умеренный климат, где зимой средняя температура составляет около 0 °С, а летом – от +15 до +20 °С. В естественной среде он стойко выдерживает морозы около минус 30–40 °С.

Зимостойкий вид – листва не меняет цвет под снегом, весну растение встречает зелёными и пурпурными красками листьев [3]. Весенняя вегетация у бадана в ботаническом саду СГУ начинается в первых числах мая (табл. 2), когда средняя температура воздуха достигает 15 °С. В 2017 и 2018 гг. она началась позже (11 и 19 мая) в связи с холодной весной. Средняя температура мая в эти годы составила 5–8 °С (табл. 1), хотя в отдельные дни повышалась до 18–20 °С. По данным Г. А. Волковой с соавторами [4] вегетационный период в местах произрастания, а именно в высокогорных участках Евразии, приходится на начало – середину мая, в интродукции ботанического сада СГУ данные сроки сдвинуты на конец мая – начало июня.

Таблица 2

**Сроки наступления основных фенологических фаз развития  
*Bergenia crassifolia*, *Heuchera sanguinea*, *Gentiana lutea*, *Lunaria rediviva*  
в культуре ботанического сада СГУ, 2016–2020 гг.**

Год	Вегетация	Бутонизация	Цветение	Плодоношение
<i>Bergenia crassifolia</i>				
2020	04.05	14.05	24.05	30.07
2019	05.05	15.05	08.06	15.07
2018	11.05	27.05	08.06	30.07
2017	19.05	29.05	09.06	31.07
2016	04.05	10.05	23.05	20.07
<i>Heuchera sanguinea</i>				
2020	31.05	10.06	04.07	29.07
2019	31.05	10.06	04.07	29.07
2018	17.05	18.06	25.06	24.07
2017	05.06	06.07	19.07	22.08
2016	31.05	10.06	04.07	29.07
<i>Gentiana lutea</i>				
2020	17.05	09.06	03.07	07.08
2019	16.05	08.06	02.07	15.08
2018	17.05	10.06	04.07	13.08
2017	05.06	30.06	11.07	15.08
2016	16.05	07.06	01.07	09.08
<i>Lunaria rediviva</i>				
2020	06.05	22.05	06.06	01.07
2019	17.05	10.06	28.06	15.07
2018	18.05	18.06	26.06	19.07
2017	01.06	30.06	06.07	19.07
2016	06.05	23.05	06.06	01.07

Бадан толстолистный характеризуется ранним цветением. По данным литературы продолжительность периода от начала весенней вегетации до начала цветения составляет в среднем 15–20 дней [3]. Первые бутоны начинают появляться у растений, произрастающих в ботаническом саду СГУ, через 10–16 дней после весеннего отрастания, ближе к середине мая. Самое раннее образование бутонов происходило в 2016 г. в связи с ранней весной (10.05). Несмотря на запоздалую весну в 2020 г., май оказался самым теплым (+15,1 °С),

и бутонизация началась 14 мая. Самыми низкими температурами мая характеризуются 2017 и 2018 гг., соответственно и бутонизация началась позднее – в конце мая (27.05–29.05). Цветение бадана в условиях Ханты-Мансийского автономного округа наступает во второй декаде мая [3]. При интродукции в ботаническом саду СГУ в условиях средней тайги цветение начинается через 8–10 дней после начала образования бутонов, что подтверждают данные И. Н. Турбиной и И. В. Кравченко [5] по интродукции бадана в таежной зоне Западной Сибири (8–10 дней). В ботаническом саду СГУ самое раннее цветение наступало в 2016 и 2020 гг. – в конце мая (23–24 мая), поскольку и бутонизация в эти годы начиналась раньше. В 2017–2019 гг. – в начале июня. Длительность цветения составляет от 37 до 67 дней. По данным Г. А. Волковой с соавторами [4] цветение бадана в подзоне средней тайги наблюдается с мая до начала июня. В условиях Ханты-Мансийского автономного округа – Югры [3] длительность цветения составляет 25–28 дней. В ботаническом саду СГУ самое продолжительное цветение наблюдалось в 2020 г. (66 дней), поскольку данный год характеризовался самым теплым летом.

Плодоношение наступает в середине – конце июля. По данным И. Н. Турбиной с соавторами [5] в условиях Ханты-Мансийского автономного округа от начала цветения до массового созревания семян проходит в среднем 50–60 дней. В условиях ботанического сада СГУ – 37–67 дней, исключением был 2020 г., который отличался продолжительным цветением.

*Гейхера кроваво-красная (Heuchera sanguinea Engelm)* из семейства камнеломковые (Saxifragaceae Juss.) – корневищный многолетник высотой 40–60 см. Ареал – юго-запад США (теплые, сухие каньоны Аризоны и Нью-Мексико). В ботаническом саду СГУ произрастает с 1978 г. на затененном участке, именуемом «сад теней», предпочитает хорошо дренированные легкие почвы (рН 6–8), окультуренные на глубину 20 см. Увлажнение – умеренное; для обеспечения водо- и воздухопроницаемости следует добавить в почву мелкий гравий. Зимостоек, молодые растения перед зимовкой лучше прикрыть опавшей листвой и укрывным материалом.

Вегетационный период у гейхеры начинается во второй половине мая, когда температура воздуха поднимается до +12°C. В 2017 г. вегетация началась позже (05.06) в связи с холодной весной. Вегетация гейхеры при интродукции в Саратовской области отмечена в середине апреля [6].

Первые бутоны появляются в ботаническом саду СГУ ближе к середине июня (10.06–18.06); в 2017 г. – позднее (06.07) в связи с запоздалой вегетацией. Цветение наступает в начале июля. Самое раннее цветение у гейхеры наблюдалось в 2018 г. (25.06), самое позднее – в 2017 г. (19.07), что можно объяснить погодными условиями. По данным Г. А. Волковой с соавторами [4] цветение в подзоне средней тайги наступает в июне и длится в течение 3-х месяцев. По данным А. А. Селезневой с соавторами [6] массовое цветение растений приходится на период с 15 по 22 июля, конец цветения – на третью декаду августа. Длительность цветения в ботаническом саду составляет от 36 до 49 дней; в Саратовской области – до 75 дней [6].

Плодоношение начинается в конце июля и может продолжаться до начала сентября. По данным Г. А. Волковой и др. [4] семена созревают в августе–сентябре.

*Горечавка желтая* (*Gentiana lutea* L.) из семейства горечавковые (Gentianaceae Juss.) – стержнекорневой многолетник высотой 60–90 см. Ареал – высокогорная часть Западной и Средней Европы, Балканы и Малая Азия. В ботаническом саду СГУ произрастает с 1982 г. Предпочитают легкие и влажные почвы.

Начало вегетации горечавки желтой начинается в середине мая, когда среднесуточная температура достигает 8–10 °С. В связи с холодной весной 2017 г. (табл. 1) отрастание горечавки началось в начале июня (05.06.2017).

Цветение наступило в начале июля при среднесуточной температуре +20 °С. На несколько дней позже оно началось в 2017 г. в связи с затяжной весной и прохладным началом лета (11.07.2017). Согласно данным Т. А. Ильиной [7] цветение горечавки желтой в горах Центральной Европы начинается в июле.

В интродукции ботанического сада СГУ плодоношение наступает раньше – в августе, когда температура воздуха держится в пределах 12–15 °С. В сентябре уже происходит снижение температуры (8–9 °С) и наблюдаются первые заморозки. По данным Г. А. Волковой [4] плоды горечавки желтой созревают в подзоне средней тайги в сентябре.

*Лунник оживающий* (*Lunaria rediviva* L.) из семейства крестоцветные (Brassicaceae Burnett) – многолетнее корневищное растение высотой до 100 см. Ареал – вся территория Европы; произрастает во влажных тенистых лесах, на берегах лесных водоемов, по долинам рек, поднимается в горы до 1400 м [8]. Это реликтовое растение третичного периода, редкий и исчезающий вид [9]. В ботаническом саду СГУ произрастает на затененной территории («сад теней») с 1977 г., предпочитает местообитания со свежим увлажнением почв со средним содержанием гумуса, нейтральные по кислотности (рН 5,5–8).

Вегетационный период у лунника начинается в начале – середине мая, когда средняя температура воздуха достигает 7–10 °С. Исключением явился 2017 г., когда вегетация наступила 1 июня в связи с холодной затяжной весной. Первые бутоны формируются в середине мая–начале июня, когда средняя температура воздуха составила 12–15 °С. Задержка бутонизации наблюдалась в 2017 г. Цветение начинается в разные годы в разные сроки в начале июня–начале июля, когда температура продолжает расти и составляет не ниже 13–14 °С. Самое раннее цветение происходило в 2016 и 2020 гг. – в начале июня (06.06), поскольку и бутонизация в эти годы начиналась раньше – в мае. По данным литературы [10], цветение растений в Московской области начинается в апреле и продолжается почти месяц. Плодоношение наступает в начале–середине июля и продолжаться весь август и сентябрь. По данным В. А. Романовой [8] созревание семян в Московской области происходит в августе.

В заключение следует отметить, что все изученные виды (*Bergenia crassifolia*, *Gentiana lutea*, *Heuchera sanguinea*, *Lunaria rediviva*) в условиях подзоны средней тайги развиваются более быстрыми темпами по сравнению с природными условиями, успешно реализуют свои адаптивные потенциалы в культуре ботанического сада среднетаежной зоны, успешно проходя все стадии фенологического развития до созревания плодов и семян.

#### Библиографический список

1. Новаковская Т. В. Каталог растений Ботанического сада Сыктывкарского государственного университета имени Питирима Сорокина. Сыктывкар : Изд.-во СГУ им. Питирима Сорокина, 2019. 80 с.
2. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР / М. С. Александрова, Н. Е. Бульгин, В. Н. Ворошилов, Р. А. Карписонова, Л. С. Плотникова. М. : ГБС АН СССР, 1975. 27 с.
3. Турбина И. Н., Мантрова М. В., Кравченко И. В. К вопросу интродукции бадана толстолистного в условиях Ханты-Мансийского автономного округа-Югры // Вестник Оренбургского государственного университета. 2015. № 10 (185). С. 240–243.
4. Волкова Г. А., Мишуров В. П., Портнягина Н. В. Интродукция полезных растений в подзоне средней тайги Республики Коми. СПб. : Наука, 2002. 400 с.
5. Турбина И. Н., Кравченко И. В. Результаты интродукции *Bergenia crassifolia* (L.) Fritsch в таёжной зоне Западной Сибири // Экология. Сер. Биология. Экология. 2018. Т. 23. С. 43–53.
6. Селезнева А. А., Степанов М. В., Егорова О. А. Интродукция некоторых видов гейхер (*Heuchera* L.) в условиях города Саратова // Бюллетень Ботанического сада Саратовского государственного университета. Саратов. 2009. Т. 8, вып. 1. С. 188–192.
7. Ильина Т. А. Лекарственные растения. Большая иллюстрированная энциклопедия лекарственных растений. М. : Изд.-во «Эксмо», 2008. 304 с.
8. Романова В. А. Лунник оживающий // Биологическая флора Московской области. М. : Изд.-во Московского университета, 1983. Вып. 7. С. 98–110.
9. Марков М. В. Мониторинг популяций лунника оживающего // Вестник Тверского государственного университета. Серия География и геоэкология. 2011. № 1. С. 68–89.
10. *Lunaria rediviva* L. – Лунник оживающий / И. А. Губанов, К. В. Киселёва, В. С. Новиков, В. Н. Тихомиров // Иллюстрированный определитель растений Средней России. Т. 2. Покрытосеменные (двудольные: раздельнолепестные). М. : Т-во научных изданий КМК, 2003. 305 с.

### О КОЛЛЕКЦИИ ПЕРВОЦВЕТОВ БОТАНИЧЕСКОГО САДА г. КИРОВА

**Е. В. Лелекова**

*Вятский государственный университет, bioket24@mail.ru*

В статье представлен систематический анализ видов и сортов коллекции первоцветов Ботанического сада ВятГУ. Флористический список включает 9 семейств и 54 единицы названий видов и сортов с разнообразными формами. Выявлены малочисленные семейства, виды и сорта которых составляют 13% от общего видового разнообразия первоцветов сада. В семей-

ствах, лидирующих по общему количеству наполняющих их растений, видо-вое разнообразие также невелико.

Первоцветы – группа растений, которые первыми зацветают ранней весной [1–4]. Это могут быть как кустарники, так и деревья. В настоящей работе исследование проведено относительно многолетних травянистых растений, в основном, луковичных, корневищных и клубневых, составляющих коллекцию первоцветов Ботанического сада ВятГУ г. Кирова.

Пожалуй, никакие другие цветущие растения не вызывают столько эмоций, как первые: именно они говорят об окончательном приходе весны. При правильной агротехнике и расположении в композициях с многолетними растениями, затеняющими их после цветения, первоцветы долгое время будут радовать глаз своим нежным цветением.

Все травянистые многолетние первоцветы делятся на две группы. Первая включает эфемероиды – растения с осенне-зимне-весенней вегетацией. Это необычайно «торопливые» растения: вегетация начинается сразу после схождения снега, через 10–14 дней они зацветают, еще через две недели – плодоносят. К началу лета их надземные части отмирают; растения переходят в состояние покоя. В естественной среде лесных фитоценозов это: *Anemone ranunculoides* L. – ветреница лютиковая, *Ficaria verna* Nuds. – чистяк весенний, *Gagea lutea* (L.) Ker-Gawl. – гусиный лук желтый, *Corydalis* DC. – хохлатки.

Вторая группа включает раннецветущие растения с эфемероидным типом развития только генеративных побегов: они отмирают к летнему периоду, а вегетативные побеги развиваются и растут все лето и осень. Это *Mercurialis perennis* L. – пролесник многолетний, *Pulmonaria obscura* Dumort. – медуница неясная, *Viola mirabilis* L. – фиалка удивительная, *Asarum europaeum* L. – копытень европейский и др.

В коллекции первоцветов Ботанического сада собраны 54 вида и сорта этих удивительных растений (табл.). Постоянное ее пополнение и многочисленные экскурсии в весенний период говорят о неизменном к ним интересе.

Таблица

**Видовой состав коллекции первоцветов Ботанического сада ВятГУ**

Семейство	Название вида / сорта растения
1	2
Амариллисовые Amaryllidaceae J.St.-Hil.	Белоцветник весенний – <i>Leucojum vernum</i> L. Нарцисс гибридный, сорт – <i>Narcissus x hybridus hort. cv.</i> Подснежник снежный – <i>Galanthus nivalis</i> L. Подснежник снежный форма махровая – <i>G. nivalis</i> L. var. <i>flore-plena hort.</i>
Бурачниковые Boraginaceae Juss.	Медуница мягчайшая – <i>Pulmonaria mollissima</i> A. Kern.
Дымянковые Fumariaceae Eaton	Хохлатка плотная – <i>Corydalis solida</i> (L.) Clairv. Хохлатка прицветниковая – <i>C. bracteata</i> (Steph.) Pers.

Продолжение таблицы

1	2
Крестоцветные Brassicaceae Burnett	Резуха кавказская – <i>Arabis caucasica</i> Schlecht.
Касатиковые Iridaceae Juss.	Ирис сетчатый, сорт Катарина Ходжкин – <i>Iridodictyum reticulatum</i> cv. <i>Katharine Hodgkin</i> Шафран гибридный, сорт – <i>Crocus x hybridum hort. cv.</i> Шафран Зиберы Триколор – <i>C. sieberi</i> (L.) J. Gay <i>Tricolor</i>
Лилейные Liliaceae Juss.	Гусиный лук желтый – <i>Gagea lutea</i> (L.) Ker-Gawl. Кандык сибирский – <i>Erythronium sibiricum</i> (Fisch. & C.A.Mey.) Krylov Кандык туолумнийский Пагода – <i>E. tuolumnense Pagoda</i> Тюльпан Биберштейна – <i>Tulipa Biebersteiniana</i> Schult. & Schult. F. Тюльпан гибридный, сорт – <i>T. x hybridus hort. cv.</i> Тюльпан Грейга Дабл Ред Ридинг Худ – <i>T. greigii Double Red Riding Hood</i> Тюльпан Кауфмана – <i>T. Kaufmanniana</i> Regel Тюльпан многоцветковый – <i>T. Polyhroma</i> Stapf Тюльпан низкий Альба Коурелия Окулата – <i>T. humilis herb. Alba Coerulea Oculata</i> Тюльпан поздний – <i>Tulipa tarda</i> Stapf Тюльпан превосходный (многоцветковый) Уникум – <i>T. praestans Unicum</i> Тюльпан Фостера Ригас Баррикадес – <i>T. Fosteriana Rigas Barikades</i> Тюльпан хорошенький – <i>T. pulchella</i> Fenzl. Хионодокса Люцилии – <i>Chionodoxa Luciliae</i> Ch. Lu. Boiss. Хионодокса Люцилии белая – <i>C. luciliae var. f. alba hort.</i>
Лютиковые Ranunculaceae Juss.	Весенник зимний – <i>Eranthis hyemalis</i> (L.) Salisb. Морозник восточный – <i>Helleborus orientalis</i> Lam. Морозник гибридный, сорт – <i>H. x hybridus hort. cv.</i> Морозник кавказский – <i>H. caucasicus</i> A. Brawn Печеночница благородная – <i>Hepatica nobilis</i> Mill. Печеночница трансильванская – <i>H. transsilvanica</i> Fuss Прострел желтеющий – <i>Pulsatilla orientali-sibirica</i> Stepanov Прострел обыкновенный – <i>P. vulgaris</i> Mill. Прострел обыкновенный Альба – <i>Pulsatilla vulgaris</i> Mill. <i>Alba</i> Чистяк весенний – <i>Ficaria verna</i> Huds.
Первоцветные Primulaceae Batsch ex Borkh.	Первоцвет гибридный, сорта – <i>Primula x hybridus hort. cv.</i> Первоцвет крупночашечный – <i>P. veris</i> L. <i>subsp. macrocalyx</i> Bunge Первоцвет мелкозубчатый – <i>P. denticulata</i> Sm. Первоцвет Палласа – <i>P. pallasii</i> Lehm. Первоцвет ушковатый – <i>P. auriculata</i> Lam. Первоцвет Юлии – <i>P. juliae</i> Kusn.

1	2
Спаржевые Asparagaceae Juss.	Гиацинт гибридный, сорт – <i>Hyacinthus x hybridus hort. cv.</i> Гиацинтоидес или пролеска испанская Эксельсиор – <i>Hyacinthoides hispanica hort. cv. Excelsior</i> Гиацинтоидес или пролеска испанская Альба Максима – <i>H. hispanica hort. Alba Maxima</i> Мускари армянский – <i>Muscari armeniacum</i> Leichtlin ex Baker Мускари армянский Валери Финнис – <i>M. armeniacum cv. Valerie Finnis</i> Мускари армянский Пепперминт – <i>M. armeniacum cv. Peppermint</i> Мускари армянский Уайт Мэджик – <i>M. armeniacum cv. White Magic</i> Мускари армянский белый – <i>M. armeniacum</i> Leichtlin ex Baker f. <i>Alba</i> Пролеска двулистная – <i>Scilla bifolia</i> L. Пролеска испанская – <i>S. hispanica</i> Mill. Пролеска сибирская – <i>S. siberica</i> Andrews Пушкиния пролесковидная ливанская – <i>Puschkinia scilloides var. libanotica</i> (Zucc.) Boiss

Самыми малочисленными являются семейства бурачниковые, крестоцветные (представлены одним видом); дымянковые (2) и касатиковые (4), что составляет 13% от общего состава флоры первоцветов Ботанического сада. Чуть большее видовое разнообразие в семействах амариллисовые (4) и первоцветные (6) – 18%. Лидирующее положение по численности занимают семейства лютиковые (10), спаржевые (12) и лилейные (15) – 69% от общего видового разнообразия.

44% семейств представлены одним родом красиво-цветущих растений. В таких семействах, как спаржевые, лютиковые и лилейные родов растений чуть больше: 5 в первых двух и 4 – в последнем.

Анализ разнообразия видов, сортов и форм травянистых растений Ботанического сада г. Кирова, относящихся к группе первоцветов, показал необходимость пополнения коллекции за счет разведения современных сортов и садовых форм ранне-цветущих растений. Они популярны в садоводстве и дизайне на приусадебных участках горожан и вызывают их интерес в плане агротехнических приемов сохранения и размножения.

#### Библиографический список

1. Маевский П. Ф. Весенняя флора. Определитель. М. : Просвещение, 1962. 104 с.
2. Новиков В. И., Губанов И. Популярный атлас-определитель. Дикорастущие растения. М. : Дрофа, 2008. 416 с.
3. Полякова Г. А., Ротов Р. А., Швецов А. Н. Ранневесенние растения усадебных парков Москвы и Подмосковья // Бюллетень главного ботанического сада. 1997. № 175. С. 63–66.
4. Бондаренко М. А. Эколого-флористическое исследование первоцветов // Экология и рациональное природопользование агропромышленных регионов : сб. докладов III

## **РАЗМНОЖЕНИЕ, ФОРМИРОВАНИЕ, ИНТРОДУКЦИЯ ФУНДУКА В КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Г. А. Ренгартен, Е. Ю. Савиных*

*Вятский государственный агротехнологический университет,  
rengarten.g@gmail.com*

В статье представлен обзор способов вегетативного и семенного размножения лещины, особенностей формирования и обрезки кустарника. Приведен краткий обзор изучения интродуцированных сортов фундука в условиях Кировской области.

Ключевые слова: лещина, фундук, обрезка, формирование, размножение, сортоизучение, интродукция.

С точки зрения ботаники между лещиной и фундуком нет разницы, но принято считать, что лещина, или лесной орех, – это некультуренный дико-растущий кустарник, а фундук – культурное, улучшенное селекционным путем растение. Чаще всего лещина является растением умеренных широт, а фундук – преимущественно южное растение [1, 2].

Изучать орехоплодные культуры в России начал ещё И. В. Мичурин, которым были получены первые гибриды от скрещивания между разными видами лещины и сортами фундука. Последователями И. В. Мичурина – А. С. Яблоковым, И. С. Горшковым, Р. Ф. Кудашевой, С. Г. Ваничевой и др. выведен целый ряд сортов фундука, имеющих высокую урожайность, устойчивость к неблагоприятным погодным условиям. Академиком А. С. Яблоковым были проведены отборы в лесах Тамбовской области лучших форм лещин, которые использовались в сложной селекционной работе. На основе межвидовых и географически отдалённых скрещиваний зеленолистных лещин с южными формами фундука, а также с дальневосточной лещиной разнолистной был создан 1,5-миллионный фонд сортообразцов на базе Ивантеевского лесопитомника (Московская обл.), ныне Всероссийский НИИ лесоводства.

В 1949 г. в процесс селекции была включена краснолистная форма лещины обыкновенной, ценная не только как орехоплодная, но и как декоративная культура. В результате многократных скрещиваний и путём отбора лучших форм получены гибридные сеянцы с красной и пёстролистной окраской листьев и плодов, не уступающим южным фундукам ни по размеру, ни по вкусу. Со вкусом не только лесного ореха, но и южного фундука, с высокой калорийностью, даже выше грецкого ореха и миндаля.

Полученные гибриды сочетали высокую морозостойкость, как у лесной лещины, крупноплодность и урожайность, как у южного фундука. Долговечность высокая до 80–90 лет. Орехи хорошо хранятся (до 3–4 лет), не теряя своих полезных и вкусовых качеств без всякого консервирования.

Лещина является светолюбивой культурой, оптимальная кислотность почвы 7,5–8,5. Полив лещины (фундука) необходим в засушливую погоду. Допустимый уровень грунтовых вод не менее 3 м.

Фундук предпочитает азотные и фосфорные удобрения, при их недостатке листья желтеют, прирост снижается. Ежегодно осенью под куст вносят примерно 40 г минеральных удобрений на 1 м<sup>2</sup> приствольного круга. Избыток калийных удобрений приводит к не ежегодному плодоношению. Лучший срок посадки растения осенью, т.к. весной рано пробуждается (в марте уже зацветает). Рекомендуемая схема посадки саженцев 4 x 4 м. Посадочные ямы 0,5 x 0,5 x 0,5 м, саженцы сажают на 3–4 см глубже, чем они росли в питомнике. Саженец при посадке обрезают, оставив до 14 см над уровнем почвы. В посадочную яму помещают 200 г земли от старого растения, взятой в районе корней, это улучшает приживаемость, так как такая земля содержит полезную микрофлору, которая ускоряет рост отсаженных растений.

Семенами размножают только отборные формы, в то время как гибридные формы, более крупноплодные – только вегетативно [3].

*Размножение семенами.* Семенное размножение применяют в основном для селекционных целей. К преимуществу размножения сеянцами относятся повышенная морозостойкость, быстрое приспособление к условиям новой среды, слабое поражение болезнями и вредителями. При размножении орехами растения зацветают на 8–10 год.

Предпочтителен осенний посев с естественной стратификацией. Используют хорошо развитые, крупные орехи. Перед посевом желательна обработка для защиты от грызунов. Высевают рядами (расстояние 35×10 см) на глубину примерно 5–6 см. Мульчирование улучшает всхожесть семян, которая бывает 40... 70%. В первый год сеянцы достигают высоты 20–80 см.

*Вегетативное размножение* используют для сохранения ценных признаков сорта. Саженцы-отводки могут зацвести в 1-й год после посадки, саженцы, полученные путём черенкования, чаще всего – на 3-й год. Растения при других способах вегетативного размножения (деление куста, корневые отпрыски (отдирки), зеленые черенки) начинают плодоносить на 3–4-й год.

Существует несколько методов вегетативного размножения.

1. *Размножение делением куста.* Выкопанное не старое растение секатором или острой лопатой разрезают на части так, чтобы каждая имела свою придаточную корневую систему и побеги.

2. *Размножение отводками.* Укореняют 1–2 летние порослевые побеги или ветви, не отделяя их от материнского растения. Используют разные приемы: «дугой», вертикальными и горизонтальными отводками.

С увеличением возраста маточного растения способность его к укоренению уменьшается.

– При размножении отводками «дугой», рядом с кустом выкапывают ямки глубиной 10–15 см, длиной 40–50 см для каждого укореняемого побега. Каждый побег укладывают на дно ямки, прищипывая ко дну. Верхушку побега срезают оставляя на поверхности 5–6 почек и привязывают к вертикальной опоре. В месте изгиба побега со стороны побега можно сделать неглубокий (до камбия) надрез для усиления корнеобразования. Ямки засыпают землей, смешанной с перегноем, поливают. Отсутствие пустот в почве – необходимое условие для корнеобразования. При этом приеме из одного побега получается один отводок.

– Размножение вертикальными отводками проводят ранней весной. Весь куст или его часть омолаживают обрезкой с целью получения из спящих почек молодых однолетних мощных побегов, при этом старые побеги срезают на высоте примерно полметра, укрывая их пленкой. «Парниковый эффект» способствует более активному пробуждению спящих почек и росту из них побегов. При достижении высоты 15 см побеги окучивают перегноем примерно на 5 см. Листья с нижней части побегов во время окучивания удаляют. В дальнейшем, когда прирост достигнет 10–15 см, проводят окучивание до середины высоты побега. После третьего окучивания пленку снимают. Во время вегетации проводят полив и прополку.

Осенью окученную насыпь аккуратно разгребают и секатором вырезают хорошо укоренившиеся побеги. Для ускорения образования корней в нижней части перед засыпкой можно делать надрезы стебля или кольцевание проволокой.

– Размножение горизонтальными отводками. Весной, побеги с наибольшим количеством сильных почек и высотой до полутора метров, укладывают горизонтально в канавки шириной и глубиной 8–10 см. Канавки делают от центра куста по радиусу наружу. Ветки прищипывают без закапывания в землю, верхушку обрезают. Когда из почек появятся побеги с минимум тремя листочками, канавку засыпают почвой до верхушечных ростовых почек побегов. Для усиления корнеобразования у основания молодых вертикальных приростков делают перетяжку из мягкой проволоки вокруг стволика. За вегетацию окучивание делают несколько раз. На следующий год к осени горизонтальные отводки выкапывают и разрезают на части так, чтобы каждая часть имела один укоренившийся побег и придаточные корни.

3. Размножение порослью (отдирками). Для размножения выбирают 2–3-летние побеги с краю от комля куста и отделяют от корневища. Такие корневища называют «отдирками». Обычно у них слабая корневая система, поэтому их на пару лет высаживают в школку для «доращивания».

### *Обрезка*

1. *Послепосадочная.* Проводится для нормального формирования корневой системы. После посадки саженец обрезают на 6–7 почек от поверхности или на высоту 15–20 см – для стимуляции образования боковых веток и активации роста корневой системы. Чем меньше у саженца тонких корней, тем сильнее нужно обрезать ветки.

2. *Ежегодная формирующая обрезка (осветление)*. Для обильного плодоношения необходимо поддерживать хорошую освещенность в центре куста. Заботиться о разреженном расположении стволиков надо с первого года жизни куста, так как выпилить не нужные стволы из центра запущенного куста будет сложнее. Удаляют только сильно затеняющие, засохшие и больные ветки. Обрезку корневых отпрысков проводят максимально близко к основанию.

3. *Омоложивающая обрезка*. При правильной агротехнике плодоношение у орешников продолжается до 90 и более лет, но в возрасте 20 лет отрастающие плодоносящие ветки начинают усыхать, снижается урожайность, поэтому проводят омолаживающую обрезку, когда старые стволы вырезают, что повышает активный рост молодых побегов. С этой целью вырезают по 1–2 старых ствола в год и столько же оставляют на замену молодых сильных побегов. Старые побеги удаляют ранней весной, ближе к почве. Из молодой поросли, выбирают замещающие побеги и за 20–25 летний цикл проводят полное омоложение куста с сохранением урожайности.

Можно осуществить омолаживание и радикальным образом, вырезав всю надземную часть у основания, а в следующем сезоне приступать к формированию кроны из отрастающей поросли. При обрезке не оставляют пеньков и избегают больших рваных ран, места срезов замазывают садовым варом или закрашивают масляной краской.

#### *Способы формирования кустов*

1. *Обрезка фундука в форме куста*. На 2–3 год после посадки растения начинают массово образовывать прикорневую поросль, которую следует регулировать. В кусте возрастом до 7–8 лет формируют 6–8 основных побегов, старше 8–10 лет – 10–12 побегов. Слишком загущенные кусты в 12–15 стволов с единицы площади дают меньший урожай плодов, к тому же низкого качества. При формировании куста укорачивают на обратный рост все сильные боковые ветки до 3–4 почек. У основных ветвей верхушки обрезают до 1/3 годовичного прироста при сильном росте и наполовину – при слабом росте. Обрезку проводят по обращенную наружу почку.

2. При *обрезке в форме вазы* вырезают все ветки, растущие внутрь куста, а центральный побег каждой ветви (лидер) обрезают на уровне с боковыми – на наружную почку. Часть боковых стволиков отгибают наружу и закрепляют в этом положении. Такой куст напоминает вазу с серединой, доступной свету и воздуху.

3. При *обрезке в форме лодочки* вырезают ветки, растущие внутрь. Оставленные после прореживания стволики привязывают, отклоняя их влево и вправо, к двум толстым проволокам, проходящим с боков куста на высоте 1,2–1,5 м от земли. Профиль куста в этом случае выглядит как лодочка, или буква «V». Это практически шпалерная подвязка (так подвязывают кусты малины). При такой формировке кусты занимают меньше места [3].

За период с 2014 г. по 2020 г. нами в почвенно-климатических условиях Кировской области (Юрьянский район) были изучены сортообразцы фундука,

выведенные в Ивантеевском лесопитомнике (Московская обл.) – Московский рубин, Ивантеевский красный, Первенец, Пушкинский красный, Смолин, Гибрид № 4219 и алтайской селекции – Алтайский урожайный, Бийский краснолистный, Бийский зеленолистный, которые были привиты на лещину обыкновенную весной черенками в 2014 г. [4].

Первичное изучение сортообразцов показало, что первые единичные плоды сформировались в 2017 г., спустя три года после прививки, а более заметное плодоношение отмечалась в 2020 г.

Поражение болезнями за годы исследований не наблюдалось. Слабое поражение листоверткой – *Acalla ferrugana* Schiff наблюдалось в 2020 г. у единичных кустов сорта Московский рубин.

Исходя из наших наблюдений по побегообразовательной способности, силе роста и скороплодности, лучшими были выделены сортообразцы: Московский рубин, Ивантеевский красный и Гибрид № 4219.

#### **Библиографический список**

1. Сорокопудов В. Н., Ренгартен Г. А., Подкопайло Р. В. Совершенствование сортифта нетрадиционных садовых культур России // *Фундаментальные исследования*. 2013. № 11–1. С. 115–121.
2. Ренгартен Г. А. Нетрадиционные плодовые культуры России: интродукция, совершенствование сортифта // *Селекция, генетика и сортовая агротехника плодовых культур* : сб. науч. статей. Орел, 2013. С. 138–148.
3. Сорокопудов В. Н. Редкие культуры в вашем саду. Белгород, 2012. 90 с.
4. Ренгартен Г. А. Селекция и сортоизучение плодово-ягодных и малораспространённых культур в Кировской области // *Инновационные технологии – в практику сельского хозяйства* : материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящённой 75-летию со дня образования агрономического факультета ФГБОУ ВО Вятская ГСХА. Киров, 2019. С. 357–360.

### **ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ЛИПИДОВ В ПЛОДАХ ОРЕХА ГРЕЦКОГО, СФОРМИРОВАННЫХ В ДЕНДРАРИИ БОТАНИЧЕСКОГО САДА САМАРСКОГО УНИВЕРСИТЕТА: К ОЦЕНКЕ ВЛИЯНИЯ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ РАЗЛИЧНЫХ ВЕГЕТАЦИОННЫХ ПЕРИОДОВ**

*П. В. Родионова, А. В. Помогайбин*  
*Самарский национальный исследовательский университет*  
*имени академика С. П. Королева,*  
*polina-rodionova-1996@mail.ru*

В статье анализируются особенности распределения проб ядра ореха грецкого *Juglans regia* L., сформированных деревьями в лесостепи Среднего Поволжья (Ботанический сад Самарского университета) в различные по погодным условиям вегетационные периоды. Деревья ореха грецкого формируют урожай плодов высокого качества, с насыщенным липидами ядром (60–70%).

Ключевые слова: орех грецкий, липиды, интродукция, влияние погодных условий, качество плодов.

Орех грецкий (*Juglans regia* L.) – ценное древесное растение, продолжительность жизни которого в благоприятных условиях достигает 300–400 лет. Родиной ореха являются горные районы Средней и Малой Азии, Восточной Азии, Крыма, Кавказа и Балканского полуострова [1]. Он с древнейших времен выращивается человеком, что существенно расширило его ареал. Попытки выращивания ореха грецкого в новых для него регионах продолжаются, в том числе, работа по его интродукции осуществляется в Ботаническом саду Самарского университета (условия лесостепи Среднего Поволжья).

*J. regia* является растением, требующим для произрастания плодородной, хорошо увлажненной и аэрируемой почвы. Плоды ореха грецкого богаты витаминами и микроэлементами – это в первую очередь витамины группы А, В, С, Е, К, Р, РР, белками, углеводами и жирами [2]. Преимуществом жирного орехового масла является большое содержание в нем ненасыщенных жирных кислот – линолевой (78–83%), олеиновой (28,8%), линоленовой (15,8%). Насыщенные жирные кислоты представлены незначительным содержанием пальмитиновой (5,1%) и стеариновой (2,5%) [3]. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) рекомендует употреблять в рационе преимущественно растительные масла (от 6 до 11%, поступающей калорийности), в частности масло грецкого ореха, которое содержит ненасыщенные жирные кислоты. Таким образом, накопление липидов – ведущий показатель, характеризующий качество ядра (запасного вещества плодов) с точки зрения его пищевой ценности [4].

На территории Ботанического сада Самарского университета произрастает более 800 деревьев ореха грецкого, интродукция которых проводится с 50-х годов прошлого столетия. Представленные деревья имеют разный возраст, различное происхождение, из них не менее 1/3 являются плодоносящими. В коллекции в настоящее время представлены растения, полученные из семян исходных растений, двух форм по вариантам развития – скороплодные и нескороплодные [5].

Для лесостепи Среднего Поволжья характерна необыкновенная изменчивость погодных условий, то есть условия разного года могут быть для деревьев достаточно засушливыми, а в другом году может наблюдаться избыток осадков. Подобные условия влияют на развитие интродуцентов. Орехи при этом могут страдать от экстремальных зимних морозов, весенних заморозков, воздействия засух в течение вегетационного периода. Кроме того, сценарии развития погоды вегетационных периодов ежегодно меняются, что влияет на скорость сезонного развития орехов (сроки и продолжительность цветения, продолжительность созревания и качество образующихся плодов). На рисунке 1 представлены особенности погодных условий вегетационных периодов с 2015 до 2019 годов для г. Самары. Можно заметить, что сроки и длительность

засушливого периода ежегодно менялись, как и количество выпадавших осадков.

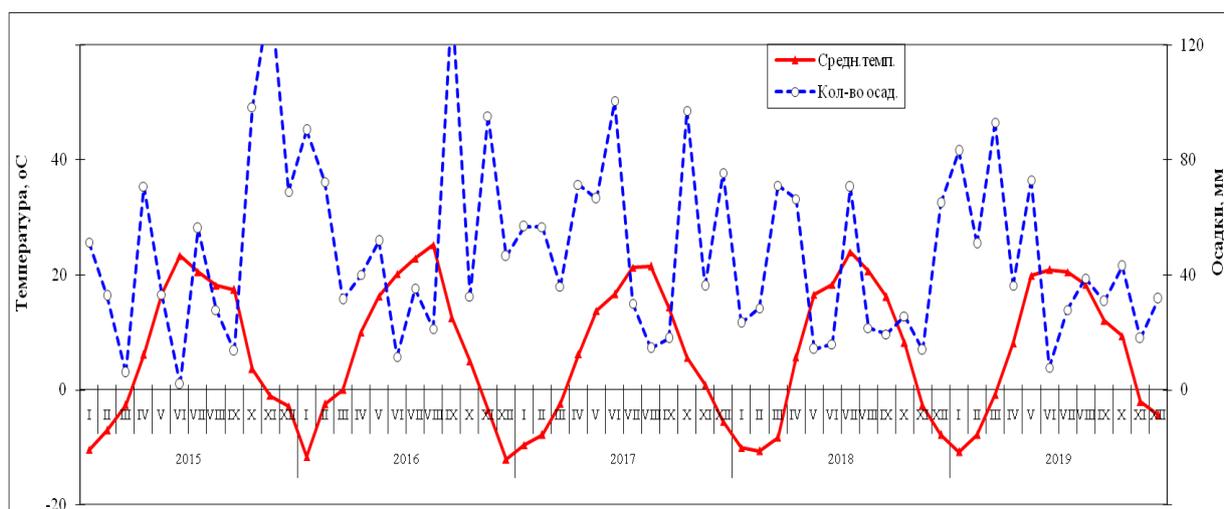


Рис. 1. Особенности погодных условий вегетационных периодов с 2015 по 2019 годы для г. Самары

В статье представлены обобщенные результаты оценки липидности образцов ядра для плодов, сформированных деревьями *J. regia* в дендрарии Ботанического сада Самарского университета (урожаи 2015–2019 гг.). Количество обрабатываемых проб ежегодно составляло от 100 (2015 г.) до 219 (2017 г.), содержание липидов определяли с помощью экстрагирования гексаном в насадке Сокслета. На рисунке 2 мы представили картину распределения проб с различным содержанием липидов в ядре ореха грецкого (образцы урожаев 2015–2019 гг.).

Анализируя зависимость распределения липидов в плодах *J. regia* от особенностей погодных условий, мы отметили, что за период вегетации в 2015 году при относительно стабильной температуре и резких перепадах осадков (рис. 1) преобладали пробы с содержанием липидов около 70% (58% образцов) (рис. 2).

В 2016 г. в выборке также преобладали образцы с липидностью около 70 % (более 60% образцов), при этом в выборке присутствовали образцы с липидностью 80% (рис. 2). В 2016 году наблюдалось плавное повышение температуры с мая по август и стабильное количество осадков (рис. 1), что могло повлиять на качество плодоношения. 2017 год характеризовался холодным маем, прохладным июнем и высоким количеством осадков в начале сезона вегетации (рис. 1). Подобные условия негативно сказались на плодоношении, а показатели липидности достигали в среднем 56% (рис. 2). 2018 г. отличался благоприятным температурным режимом с мая по сентябрь и низким количеством осадков с мая по июнь, высоким показателем в июле, и снова низким в августе, сентябре (рис. 1). Подобные изменчивые значения привели к достижению средних показателей содержания липидов на уровне 56% (рис. 2). В 2019 г. наблюдалась «сглаженная» динамика изменения температуры с мая по август, незначительное снижение температуры в сентябре. Вы-

сокое количество осадков выпало в мае, критически низкое – в июне, далее оно было стабильным до сентября (рис. 1). Такие перепады в режиме выпадения осадков повлияли на содержание липидов в плодах ореха грецкого, обнаруживших преобладание проб с липидностью около 56%, как и в 2017, 2018 гг.

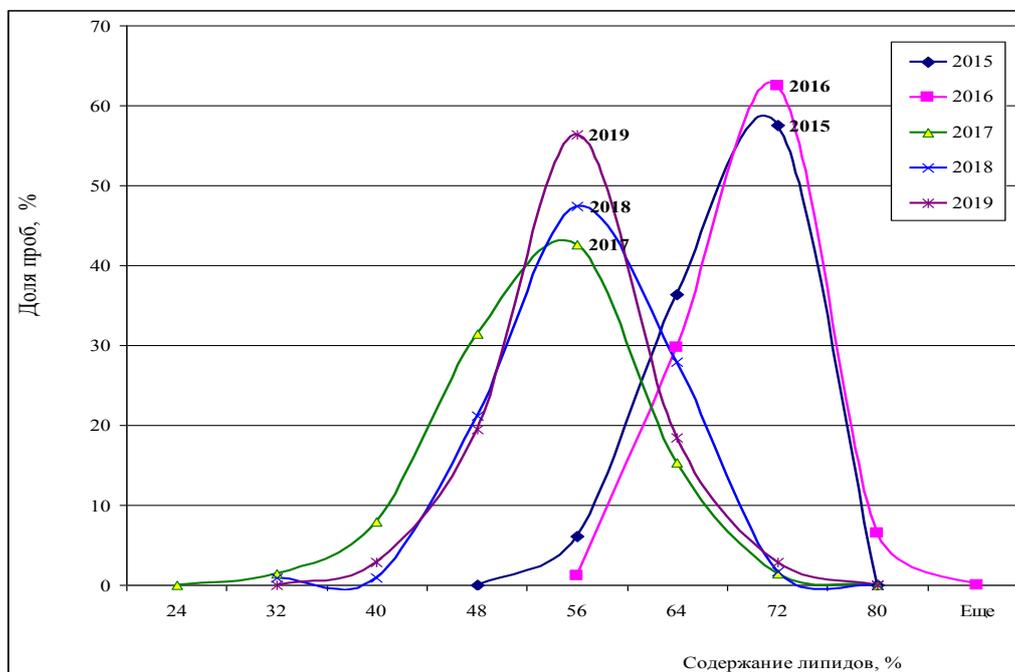


Рис. 2. Распределение проб с различным содержанием липидов в ядре *Juglans regia* (образцы урожаев 2015–2019 гг.)

В литературе среднее содержание липидов в ядре ореха грецкого характеризуется уровнем около 65% [6]. В соответствии с этим, при интродукции в условиях лесостепи Среднего Поволжья (г. Самара) деревья ореха грецкого формируют урожай плодов достаточно высокого качества, с насыщенным липидами ядром. Это повышает привлекательность ореха грецкого для садоводов-любителей и открывает перспективы его введения в промышленные сады региона.

#### Библиографический список

1. Плотникова Л. С. Деревья и кустарники рядом с нами. М. : Наука, 1994. 175 с.
2. Abdallah I. B. Content of carotenoids, tocopherols, sterols, triterpenic and aliphatic alcohols, and volatile compounds in six walnuts (*Juglans regia* L.) varieties // Food. Chem. 2015. No. 173. P. 972–978.
3. Субботина М. А. Физиологические аспекты использования жиров в питании// Техника и технология пищевых производств. Кемерово, 2009.
4. Kumanyika Sh., Afshin A. Approaches to Defining Healthy Diets: A Background Paper for the International Expert Consultation on Sustainable Healthy Diets // Food and Nutrition Bulletin. 2020. Vol. 41(2S). P. 7–30.
5. Родионова П. В., Помогайбин А. В., Кавеленова Л. М. Оценка изменчивости показателя содержания липидов в ядре плодов Ореха грецкого (*Juglans regia* L.) при интродукции в Ботаническом саду Самарского университета// Вестник молодых ученых и специалистов Самарского университета. 2018. № 12. С. 52–56.

6. Preston R. Aldrich, Cavender-Bares J. Gao Chen and others Wild Crop Relatives: Genetic and Breeding Resources // Forest Trees. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2011. P. 184.

## **ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ КОРМОВЫХ УГОДИЙ В КОТЛАСКОМ РАЙОНЕ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ И ПРИЕМЫ ИХ УЛУЧШЕНИЯ**

*С. В. Любова, О. А. Малыгина*  
*Северный (Арктический) федеральный университет*  
*имени М. В. Ломоносова, s.lyubova@narfu.ru*

В статье представлены результаты исследований фитоценозов. Объекты исследований – участки кормовых угодий Котласского района Архангельской области разного назначения: пастбища и сенокосы. Проведено сравнение основных параметров фитоценозов, даны рекомендации по предотвращению деградации кормовых угодий.

Ключевые слова: фитоценоз, видовой состав травостоя, урожайность, приемы улучшения кормовых угодий.

По геоморфологическому районированию Котласский район Архангельской области относится к Центральной провинции, которая представляет собой северную часть Русской равнины, и к району Двинской ложбины, разделяющей повышенные равнины Онего-Двинского и Двинско-Мезенского плато. Рельеф территории сформировался под воздействием двух факторов – ледниковой аккумуляции и послеледниковой эрозии. Основные формы рельефа – это долина реки Вычегды, ее пойма и террасы. Рельеф пойменной части содержит все типичные черты пойм крупных рек, небольшое повышение прирусловой поймы переходит в центральную, часто гривистую или выровненную и заканчивается пониженной и избыточно-увлажненной притеррасной поймой. По мере удаления от русла реки Вычегда вглубь поймы формы рельефа укрупняются, появляются широкие гривы с выровненной плоской поверхностью, на которых когда-то располагалась часть пахотных земель хозяйства. Притеррасная часть поймы р. Вычегды во многих местах заболочена. Здесь особенно много озер и высыхающих русел староречий. На наибольших по площади участках водораздела прослеживается грядово-холмистый рельеф.

Большая часть исследуемых кормовых угодий незаливаемой территории занята суходольными лугами. На наиболее сухих возвышенных участках террас и небольших по площади участках водоразделов развиты абсолютные суходолы с овсяницей овечьей и полевицей тонкой, на более влажных склонах террас и пойменных гривах преобладают нормальные суходолы, характеризующиеся нормальным атмосферным увлажнением. В местах с затрудненным стоком, где с весны застаивается надолго вода, создаются условия временно-избыточного увлажнения, это неглубокие понижения на террасах или

западины по склонам террас, где развиваются суходольные луга временно-избыточного увлажнения. Почвы абсолютных суходолов дерново-сильнопodzолистые, супесчаные, очень бедные и кислые, хозяйственного значения не представляют. Для других суходолов характерны дерново-слабо- и дерново-среднеpodzолистые почвы различного гранулометрического состава. Это почвы с мощностью гумусового горизонта от 8 до 30 см на разных участках, обычно слабокислые или нейтральные, слабообеспеченные фосфором и калием. Суходольные луга пригодны для использования в качестве пастбищ и для различных видов улучшения. На сходных элементах рельефа с влажными суходолами, но с другим характером увлажнения – преимущественно грунтовыми – развиваются низинные луга. Кроме того, низинные луга образуются по берегам озер и в долинах малых речек и ручьев, в условиях близкого стояния грунтовых вод. В травостое преобладают различные виды осок, луговик и влажное широколиственное разнотравье, на очень сырых подтопленных лугах – хвощ топяной.

Качество и урожайность сена во многом зависят от ботанического состава травостоя. При ботаническом анализе принято различать в сене следующие группы растений: злаки, бобовые, разнотравье съедобное, разнотравье несъедобное, ядовитые и вредные растения. Кормовые достоинства этих групп неодинаковы, и питательная ценность сена в значительной степени определяется их количественным соотношением.

Флористическая характеристика травостоя кормового угодья проводилась по следующей методике: определяли высоту растений каждого вида, проективное покрытие и фенологические фазы, обилие по Друде, жизненное состояние. Учет урожайности определяли проведением пробных укосов: скашивали 4 площадки по 4 м<sup>2</sup> с каждого участка кормового угодья. Скошенную траву с каждой площадки сразу взвешивали, затем разбирали на группы трав и каждую снова взвешивали.

На сенокосном участке в деревне Окуловка произрастают: лисохвост луговой (*Alopecurus pratensis*), тимофеевка луговая (*Phleum pratense*), кострец безостый (*Bromopsis inermis*), пырей ползучий (*Agropyron repens*), полевица белая (*Agrostis alba*), клевер луговой (*Trifolium pratense*), клевер ползучий (*Trifolium repens*), горошек мышиный (*Vicia cracca*), чина луговая (*Lathyrus pratensis*), чина весенняя (*Lathyrus vernus*), колокольчик обыкновенный (*Campanula pratense*), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale*), ромашка лекарственная (*Matricaria chamomilla*), незабудка лесная (*Myosotis silvatica*), золотарник обыкновенный (*Solidago virgaurea*), лютик едкий (*Ranunculus acris*). Соотношение групп трав фитоценоза: злаки – 45%, бобовые – 39%, разнотравье – 16%. Тип сообщества: горошково-лисохвостно-timoфеечный суходол. Во время обследования злаковые травы находились в фазе колошения, а бобовые и разнотравье – в фазе цветения. Луг характеризуется высоким обилием лисохвоста лугового, тимофеевки луговой, клевера лугового, горошка мышиного, колокольчика обыкновенного. На участке произрастают в основном верховые корневищные злаки, для эффективного исполь-

зования на сенокосных лугах должны преобладать верховые рыхлокустовые злаковые травы. Для этого необходимо проводить подсев трав: овсяницы луговой, райграса многоукосного.

Фитоценоз сенокосного участка в деревне Циренниково представлен: пырей ползучий, тимофеевка луговая, чина луговая, чина весенняя, горошек мышиный, клевер луговой, незабудка лесная, хвощ полевой (*Equisetum arvense*), одуванчик лекарственный, тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium*), нивяник обыкновенный (*Leucanthemum vulgare*), лютик едкий. Участие злаков на этом сенокосе 38%, бобовых трав – 30%, разнотравья – 32%. Доминанты фитоценоза пырей ползучий, тимофеевка луговая, чина луговая. Единично произрастают тысячелистник обыкновенный, щавель обыкновенный, болиголов пятнистый (*Conium maculatum*). Название фитоценоза: тимофеечно-чино-пырейный суходол. В период обследования данного сенокоса злаковые травы находились в фазу колошения, бобовые – в период цветения и созревания семян, разнотравье – в основном в фазы бутонизации и цветения.

На данном сенокосе произрастают как корневищные верховые, так и рыхлокустовые верховые растения. Для предотвращения деградации кормового угодья следует подсевать верховые рыхлокустовые травы и вносить минеральные удобрения (в период весеннего отрастания злаков), проводить борьбу с сорными и вредными растениями: раннее скашивание трав (до созревания семян сорных растений), скашивание сорняков по канавам вдоль дорог [1].

На пастбище в деревне Гусиха произрастают: кострец безостый, мятлик луговой, райграс пастбищный, овсяница луговая, тимофеевка луговая, чина весенняя, чина луговая, клевер луговой, клевер ползучий, клевер гибридный, горошек мышиный, болиголов пятнистый, одуванчик лекарственный, нивяник обыкновенный, лютик едкий, колокольчик обыкновенный, тысячелистник обыкновенный. Доля участия злаков составляет 38%, бобовых – 36%, разнотравья – 26%. На этом пастбище довольно высокое обилие райграса пастбищного, овсяницы луговой, чины луговой, клевера гибридного и лютика едкого. Чина весенняя, мятлик луговой, одуванчик лекарственный, колокольчик обыкновенный встречаются редко. Название сообщества: одуванчико-клеверо-райграсовый суходол. Здесь должны преобладать корневищные низовые злаковые травы, а преобладают корневищные верховые растения. Для улучшения и предотвращения деградации кормового угодья необходимо проводить подсев трав: клевера ползучего, лядвенца рогатого, клевера лугового, ежи сборной, овсяницы луговой, овсяницы тростниковой. Следует в определенную фазу роста и развития растения (колошение у злаков, ветвление у бобовых) вносить удобрения для стимулирования роста низовых злаков. Большая часть растений отлично или хорошо поедаются животными, но встречаются растения, которые вредны для коров. Это – лютик едкий и болиголов пятнистый. Необходимо проводить мероприятия по их уничтожению: подка-

шивание сорняков в течение ряда лет, подкашивание несъедобных остатков растений на пастбищах.

На пастбище в деревне Окуловка произрастают: кострец безостый, овсяница луговая (*Festuca pratensis*), тимофеевка луговая, лисохвост луговой, пырей ползучий, полевица белая, чина луговая, клевер луговой, клевер ползучий, горошек мышиный, одуванчик лекарственный, манжетка обыкновенная, лютик едкий, ромашка лекарственная, незабудка лесная. Злаковых здесь 44%, бобовых – 31%, а разнотравья – 25%. Здесь высокое обилие полевицы белой, овсяницы луговой, клевера ползучего и одуванчика лекарственного. Кострец безостый, пырей ползучий, клевер луговой, ромашка лекарственная, встречаются рассеянно, незабудка лесная отмечена единично. Название типа луга: пырейно-клеверо-райграсовый суходол. Здесь преобладают корневищные верховые злаковые, а должны – корневищные низовые растения. На основании анализа видового состава кормового угодия, можно сделать вывод, что за пастбищем не следят, не проводят уходы, происходит деградация луга, снижается его ценность. Необходимо проводить подсев трав: мятлика лугового, райграса пастбищного, тимофеевки луговой, овсяницы луговой, ежи сборной, клевера лугового, клевера гибридного. Надлежит в определенную фазу роста и развития растения вносить удобрения для стимулирования роста низовых злаков. В травостое присутствует лютик едкий, который ядовит и вреден для коров. Встречаются ромашка лекарственная и незабудка лесная, они хорошо поедаются, но придают молоку неприятный вкус.

Питательная ценность пастбищных кормов зависит, в первую очередь, от ботанического состава травостоя, фазы развития в момент стравливания. К лучшим пастбищным злаковым растениям относятся: мятлик луговой, овсяница красная и луговая, райграс пастбищный, тимофеевка, кострец безостый, ежа сборная, лисохвост луговой; из бобовых: клевер луговой и ползучий, люцерна, горошек мышиный, чина луговая и др. Однако, некоторые бобовые растения плохо переносят пастьбу крупных животных.

В таблице 1 представлено соотношение между группами хозяйственно ценных трав и урожайность зеленой массы кормовых угодий. Выше урожайность на сенокосных участках, чем на пастбище, что связано в сильной степени с ботаническим составом, преобладанием на сенокосе злаковых и бобовых трав. На пастбищных участках высока доля мелкого разнотравья, которое не оказывает влияния на формирование урожайности травостоя.

$F_{\text{факт}} > F_{\text{теор}}$ , следовательно, имеются существенные различия по урожайности на кормовых угодьях различного использования. На пастбище урожайность трав меньше, чем на сенокосе. Это связано с зоогенной нагрузкой, почва уплотнена, медленнее происходит трансформация, как органического вещества, так и питательных веществ, поэтому темпы развития растений ниже.

Таблица 1

**Ботанический состав и урожайность кормовых угодий**

Кормовое угодье	Название участка	Участие групп, %			Урожайность зеленой массы, т/га	Количество побегов, шт/м <sup>2</sup>	Запас корневой массы, т/га
		злаки	бобовые	разнотравье			
Пастбище	Гусиха	41	30	29	8,3	1061,6	*
	Окуловка	44	31	25	7,9	1342,4	50
Сенокос	Окуловка	45	39	16	11,1	1776,0	40
	Циренниково	38	30	32	12,9	1739,2	*

Примечание: \* – не определялось.  $F_{\text{факт}} = 3,19$ ;  $F_{\text{теор}} = 2,24$ ;  $\text{НСР}_{\text{т/га}} = 2,7$  т/га;  $\text{НСР}_{\%} = 5,5\%$ .

Установлена корреляционная зависимость между урожайностью зеленой массы и количеством побегов на единице площади. Коэффициент корреляции для сенокоса Окуловка – 0,95, пастбища Гусиха – 0,90, связь прямая и сильная; а для сенокоса Циренниково – 0,32, пастбища Окуловка – 0,46, связь средняя. Коэффициент регрессии показывает, на сколько увеличение густоты травостоя на 1 побег повышает урожайность зеленой массы травы в единицах измерения – т/га. Для сенокоса Окуловка коэффициент регрессии – 0,0079, сенокоса Циренниково – 0,0032, пастбища Гусиха – 0,0049, для пастбища Окуловка – 0,0048 (т/га).

Запас корневой массы трав изучается по горизонтам почвенного профиля или по слоям почвы на площадках, где определялась урожайность надземной массы растений. Исследуя запасы корневой массы в слое 0–10 см, на каждой учетной площадке делались прикопки и отбирались образцы почвы размером 10x10x10 см. Содержание корней (%) в каждом слое или горизонте почвы рассчитывают на единицу площади (1 га). Для определения соотношения надземной части растений и массы корней растения с площадки, где отбирается образец почвы, срезают слой и взвешивают в свежем состоянии, результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2

**Запасы корневой массы кормовых угодий**

Кормовое угодье	Масса надземной части, т/га	Запас корневой массы, т/га	Масса корней в абсолютно сухом состоянии, т/га	Соотношение надземной и корневой массы
Пастбище	8,3	50	2,73	1:6
Сенокос	11,1	40	1,96	1:4

На сенокосе масса надземной части травы больше (11,1 т/га), чем на пастбище (8,3 т/га). Это связано с тем, что на сенокосе преобладают верховые злаки, а на пастбище – низовые, а также изреженность травостоя на пастбище больше, чем на сенокосе. Это связано с вытаптыванием побегов травы сельскохозяйственными животными. Запас корневой массы травы на сенокосе меньше (40 т/га), чем на пастбище (50 т/га) в связи с расположением корневой массы травы на сенокосе ближе к поверхности, т. е. в верхних горизонтах. За-

пас корневой массы на пастбище больше, чем на сенокосе, т. к. на пастбище преобладают корневищные низовые растения, а на сенокосе – верховые рыхлокустовые растения. За счет низовых злаков большая часть корней находится в верхних горизонтах почвы.

#### **Библиографический список**

1. Любова С. В. Экзодинамические сукцессии фитоценозов природных кормовых угодий Архангельской области // Экологические проблемы Севера : межвузовский сборник научных трудов. Архангельск : Изд-во АГТУ, 2006. Вып. 9. С. 35–40.

### **АНАЛИЗ РАСТИТЕЛЬНОСТИ АГРОСТЕПЕЙ КУЛИКОВА ПОЛЯ, СФОРМИРОВАННЫХ ШИРОКОРЯДНЫМ ПОСЕВОМ**

*С. А. Полянчева, Е. М. Волкова*

*Тульский государственный университет, lana.polyancheva@mail.ru*

В данной статье представлены результаты анализа растительности агростепей, сформированных методом широкорядного посева на территории музея-заповедника «Куликово поле» (северная лесостепь). На экспериментальных полях было выделено 9 групп сообществ, представляющих собой стадии сукцессионного восстановления растительности.

Ключевые слова: агростепь, растительность, восстановление, Куликово поле, Тульская область.

Степные сообщества, сформированные на северной границе лесостепной зоны, являются редкими. Одной из причин является антропогенное воздействие, в ходе которого проводили распашку степных территорий для с/х пользования. С этим связано исчезновение исходной степной растительности на водоразделах. На нарушенных участках степная растительность не восстановилась, именно это делает актуальным разработку и применение различных способов искусственного восстановления степных сообществ.

На Куликовом поле, расположенном в подзоне северной лесостепи, уникальные степные сообщества сохранились небольшими участками на склонах речных долин Дона, Непрядвы, Красивой Мечи и их притоков. На территории музея-заповедника «Куликово поле» восстановлением степных сообществ занимаются более 20 лет, применяя широкорядный посев и посев травосмесей, скошенных на естественных степных склонах балок и речных долин.

Объектом данного исследования являлись экспериментальные посевы (агростепи), сформированные широкорядным посевом и занимающие на территории музея-заповедника «Куликово поле» около 50 га. Для проведения комплексной оценки состояния растительного покрова агростепей Куликова поля была заложена 31 пробная площадь и проведены их геоботанические описания. Анализ полученных результатов позволил объединить раститель-

ные сообщества в группы на основании сходства видового состава. По мере сукцессионного развития растительности происходит изменение видового состава и смена сообществ [1].

Проведенная классификация геоботанических описаний позволила выделить группы сообществ, характеризующихся определенной видовой насыщенностью (среднее количество видов растений, отмеченных на каждой пробной площади) и спецификой видового состава (совокупность видов растений, формирующих растительные сообщества любого ранга и любого типа растительности) [2]. Группы сообществ называли по доминирующим видам. Кластерный анализ и ординацию выделенных групп сообществ проводили на основе бестрендового анализа соответствия – DCA с применением программы PC-ORD for Windows v. 4.01.

Результаты кластерного анализа геоботанических описаний, основанные на видовом сходстве, показаны на рисунке 1.

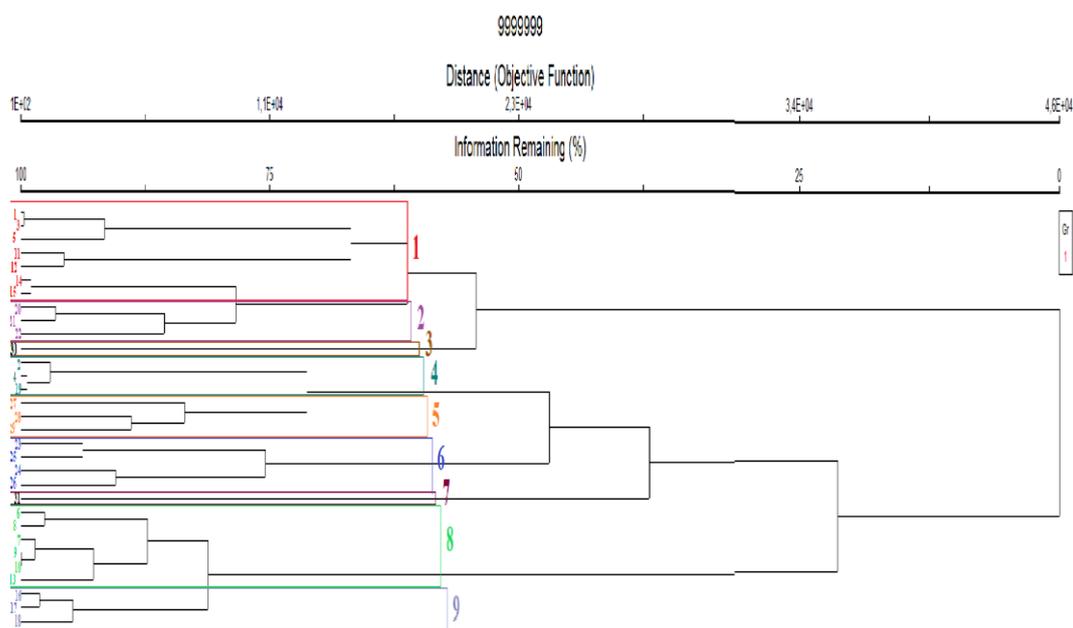


Рис. 1. Дендрограмма сходства описаний пробных площадей

Согласно представленной выше дендрограмме, на основе 60–75% уровня сходства выделено 9 групп сообществ, которые расположили в последовательности их сукцессионного развития.

Первое место занимает группа сообществ 9: *Matricaria inodorum*+*Artemisia absinthium* (ромашково–полынная). Данная ассоциация является самой молодой (2017–2018 гг.) из всех представленных и характеризуется высоким участием сорно-луговых видов: *Cirsium arvense*, *Erigeron canadensis*, *Lactuca serriola*, *Cichorium intybus*, *Linaria vulgaris*, *Sonchus arvensis*. Проективное покрытие *Stipa capillata* и *Stipa pennata* составляет 2–2,5%. Видовой состав и видовая насыщенность – одни из самых низких значений – 32 вида.

На втором месте находится группа сообществ 5: *Stipa* sp. + *Poa angustifolia* + *Festuca valesiaca* + *Artemisia absinthium* (ковыльно–мятликово–типчаковая с полынью горькой). Сообщества сформированы на «молодых» опытных полях (2015–2016 гг.). Видовой состав насчитывает 65 видов, а видовая насыщенность составляет 45 видов.

Третье место в сукцессионной схеме занимает группа сообществ 6: *Stipa* sp. + *Festuca valesiaca* + *Elytrigia intermedia* + *Cichorium intybus* + *Cirsium arvense* (ковыльно–типчаково–пырейная с цикорием и бодяком). Данная группа сформирована широкорядным посевом ковылей в 2014–2015 гг. Видовая насыщенность данной ассоциации составляет 46 видов. Видовой состав насчитывает 75 видов, что является одним из наиболее высоких показателей. Помимо указанных доминирующих видов в некоторых описаниях высокое покрытие имеют *Cichorium intybus* (до 25%) и *Cirsium setosum* (до 15%), не столь обильны и реже встречаются *Bromus inermis* и *B. mollis*.

По мере сукцессии растительности формируются сообщества группы 1: *Stipa* sp. + *Festuca valesiaca* + *Linum flavum* + *Coronilla varia* (ковыльно–разнотравная с типчаком, льном и вязелем). Она характеризуется высоким обилием типчака, а также высоким разнообразием лугово–степных и сорных видов. Видовой состав данной ассоциации является самым высоким – 89 видов, а видовая насыщенность находится на среднем уровне – 40 видов.

Дальнейшее развитие растительности сопровождается формированием группы сообществ 2: *Stipa* sp. + *Festuca valesiaca* + *Linum flavum* (ковыльно–типчаковая с льном желтым), которая сформирована в 2007–2009 гг. Группа сообществ характеризуется доминированием *Stipa capillata*, *S. pennata* и *S. pulcherrima*, *Festuca valesiaca* и *Linum flavum*. Видами с высокой встречаемостью являются *Artemisia absinthium*, *Convolvulus arvensis*, *Coronilla varia*, *Lavatera thuringiaca* и *Poa angustifolia*. Однако видовой состав характеризуется достаточно низким значением и насчитывает 44 вида, а видовая насыщенность является наименьшей из проведенных описаний и составляет 27 видов.

Группа сообществ 4: *Stipa* sp. + *Festuca valesiaca* + *Poa angustifolia* + *Linum flavum* (ковыльно–типчаково–мятликовая с льном желтым) характеризуется относительно равным соотношением степных и сорных видов. Помимо доминирующих видов в составе травостоя высокая встречаемость свойственна *Centaurea ruthenica*, *Convolvulus arvensis*, *Coronilla varia* и *Lavatera thuringiaca*. Видовой состав и видовая насыщенность также одни из самых низких – 48 и 30 видов, соответственно.

Группа сообществ 3: *Stipa* sp. + *Festuca valesiaca* + *Poa angustifolia* (ковыльно–типчаково–мятликовая) характеризуется, несмотря на обилие степных злаков, высокой константностью как степного разнотравья (*Coronilla varia*, *Elisanthe viscosa*, *Linum flavum*), так и сорных (*Artemisia vulgaris*, *Cichorium intybus*, *Cirsium arvense*, *Matricaria inodorum*) видов. Видовое богатство и видовая насыщенность находятся на среднем уровне – 51 вид.

В группе сообществ 8: *Stipa* sp. + *Poa angustifolia* + *Festuca valesiaca* + *Coronilla varia* (ковыльно–мятликово–типчаковая с вязелем) отмечено доста-

точно высокое обилие ковылей и преобладание степных видов. Сформирована в 2007–2009 гг. Помимо доминирующих видов, высокой встречаемостью характеризуются *Centaurea ruthenica*, *Convolvulus arvensis*, *Lavatera thuringiaca*, *Linum flavum*, *Nepeta pannonica*. В видовом богатстве и видовой насыщенности – одни их самых низких показателей – 43 и 29 видов, соответственно.

Завершающая стадия сукцессии (на данный момент) представлена группой сообществ 7: *Stipa* sp. + *Poa angustifolia* (ковыльно–мятликовая). В ней доминируют ковыли и комплекс степных видов, но отсутствует типчак. Среди сорных видов встречаются *Artemisia vulgaris* и *A. absinthium*. Видовой состав имеет один из самых богатых – 70 видов, а видовая насыщенность находится на среднем уровне и составляет 35 видов.

Результаты проведенной ординации (рис. 2) также подтверждают экологическое своеобразие выделенных групп сообществ. Некоторые из них были объединены в один кластер. Предположительно эти группы экологически близки и являются стадиями сукцессии.

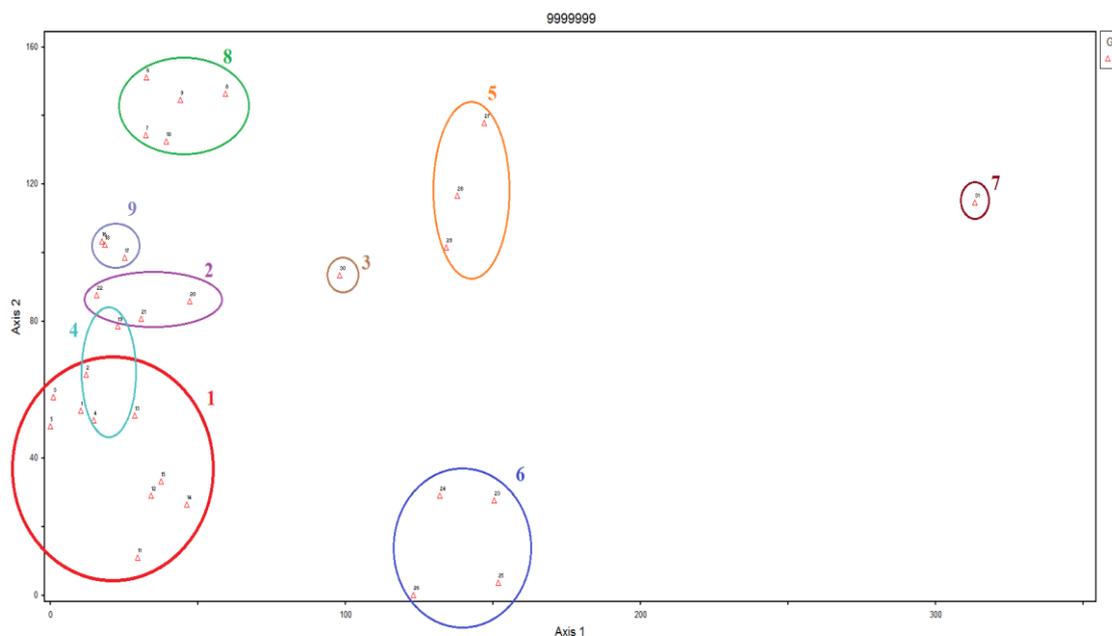


Рис. 2. Экологическая ординация групп сообществ агростепей Куликова поля

Факторами распределения сообществ в экологическом пространстве явились «возраст» заложенных экспериментов, что коррелирует с увеличением обилия степных видов. Таким образом, предположительно ось абсцисс определяет возраст, а ось ординат – долю степных видов.

#### Библиографический список

1. Сукачев В. Н. Основы лесной типологии и биоценологии. Избр. тр. Л. : Наука, 1972. Т. 3. 543 с.
2. Булохов А. Д. Травяная растительность Юго-Западного Нечерноземья России. Брянск : Изд-во БГУ, 2001. 296 с.

## ЕСТЕСТВЕННОЕ ЛЕСОВОЗОБНОВЛЕНИЕ НА СПЛОШНОЛЕСОСЕЧНОЙ ВЫРУБКЕ СРЕДНЕТАЕЖНОГО ЕЛЬНИКА ЧЕРНИЧНОГО

*М. А. Кузнецов*

*Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, kuznetsov\_ma@ib.komisc.ru*

В статье проанализированы количественные показатели самосева, подроста и подлеска на 4-летней вырубке ельника черничного по технологическим элементам лесосеки. Общее количество самосева и подроста лесообразующих пород (береза, ель, сосна) на исследуемой вырубке составляет  $73,2 \pm 26,0$  тыс. экз. га<sup>-1</sup>, с учетом подлесочных пород (ивы и рябины)  $74,9 \pm 24,7$  тыс. экз. га<sup>-1</sup>. Доминирует береза на пасечных и волочных участках. Сосна и рябина встречается только на пасечных участках.

Ключевые слова: подрост, самосев, подлесок, рубка ельника, сплошнолесосечная рубка, средняя тайга.

Заселение вырубок древесными породами – сложный и длительный процесс, обусловленный разными факторами: природно-климатическими условиями, типом леса, сохранностью подроста при лесоразработках, наличием источников семян, технологией лесосечных работ [1, 2]. В Республике Коми лесовосстановительный процесс изучен на сплошных концентрированных вырубках [3–5]. В последние десятилетия лесопользователи отказываются от традиционной хлыстовой технологии проведения лесосечных работ и переходят на сортиментную технологию с использованием системы машин харвестер-форвардер.

Объект исследования – четырехлетняя рубка ельника черничного, расположенная в подзоне средней тайги в Сыктывдинском районе Республики Коми. При проведении лесосечных работ использована скандинавская технология, базирующаяся на применении многооперационных машин харвестеров и форвардеров, технология лесосечных работ узкопасечная. На вырубках была заложена постоянная пробная площадь размером 0,24 га. На лесосеке трелевочные волока шириной 3,3–3,6 м чередуются с пасеками шириной 13–15 м.

Учет самосева, подроста и подлеска учитывался по выборочно-статистическому методу А. В. Грязькина [6]. Методика учета естественного возобновления заключалась в закладке 50 круговых учетных площадок (УП) размером 10 м<sup>2</sup>, равномерно размещенных по территории вырубки.

На каждой УП проводили сплошной пересчет самосева, подроста и подлеска, определяли видовой состав, жизненное состояние. Подрост распределяли по высоте: мелкий до 0,5 м; средний 0,5–1,5 м; крупный – более 1,5 м.

На пасечных участках вырубки ельника черничного общее количество самосева и подроста, представленного березой, елью, рябиной, ивой и сосной,

составляет  $65,1 \pm 6,6$  тыс. экз. га<sup>-1</sup>. 96,7% от общего количества составляет подрост березы, 3,1% – ель, 1,0% – ива 0,4% – рябина и 0,2% – сосна. На волочном участке вырубки в количестве  $9,7 \pm 0,6$  тыс. экз. га<sup>-1</sup> присутствует самосев и подрост березы, ели и ивы. Доминирует береза (91,8% от общего количества). На ель приходится 0,5%, доля ивы составляет 7,7%.

На пасечном участке исследуемой вырубки ельника на долю самосева и подрост мелкой категории березы приходится 71,3%, категория среднего подрост занимает 28,4%, крупного – 0,3%. На пасечном участке присутствует самосев, подрост мелкой (83,7%) и крупной (16,3%) категорий. Количество растений ели на пасечном участке составляет  $1,9 \pm 0,6$  тыс. экз. га<sup>-1</sup>, из них 70% представлены здоровыми, 13% – сомнительными, 17% – сухими особями. Более половины (58%) сухого подрост относится к категории крупной и 35% – к средней категории подрост. В категории «сомнительный» отсутствует крупный подрост, доля подрост средней категории составляет 62%, самосева и категории мелкого – 38%. Известно, что рубка леса приводит к резкому изменению светового режима, водных и температурных условий воздуха и почвы. Изменение экологических условий нарушает физиологические процессы растения, вызывая таким образом у подрост предварительной генерации необходимость приспособления к новой обстановке с неизбежным при этом отпадом. На волочном участке вырубки количество особей ели составляет 53 экз. га<sup>-1</sup>, из них 27 экз. га<sup>-1</sup> относится к самосеву и здоровому подросту мелкой категории крупности. Подрост средней категории крупности представлен только сомнительными и сухими экземплярами, подрост крупной категории отсутствует. Известно, что ель плохо возобновляется на открытых местах, она нуждается в защите лиственными породами не только от низких, но и высоких температур, а также от прямого солнечного освещения [1]. Массовое появление ели на волоках начинается после смыкания и частичного самоизреживания куртин из мелколиственных пород [4]. Самосев сосны (97 экз. га<sup>-1</sup>) встречается только на пасечном участке, он испытывает сильную конкуренцию со стороны растений напочвенного покрова и лиственных пород.

Подлесок является важнейшим компонентом лесного фитоценоза. Структурные изменения, происходящие в нем после воздействия извне, обеспечивают стабильность круговорота элементов питания и, таким образом, повышают устойчивость лесного фитоценоза. Видовой состав растений подлеска дает возможность выявить особенности восстановительных процессов. Количество растений ивы на вырубке ельников составляет  $1,4 \pm 0,3$  тыс. экз. га<sup>-1</sup> и произрастает примерно в одинаковом количестве как на пасечном (48%), так и на волочном (52%) участках. Роль рябины на исследуемой вырубке невелика. Она произрастает только на пасечных участках в количестве 267 экз. га<sup>-1</sup>. Доминирует подрост рябины средней категории (82%).

На вырубке также представлен подлесок кустарниковой формы. Особи шиповника ( $3,6$  тыс. экз. га<sup>-1</sup>) и жимолости (110 экз. га<sup>-1</sup>) встречаются как на пасечных, так и на волочных участках. Можжевельник (110 экз. га<sup>-1</sup>) сохранился лишь на пасечных участках. На волочных участках отмечено появление

малины (27 экз. га<sup>-1</sup>). Общее количество самосева и подроста лесобразующих пород (береза, ель, сосна) на исследуемой вырубке составляет 73,2±26,0 тыс. экз. га<sup>-1</sup>, с учетом подлесочных пород (ивы и рябины) 74,9±24,7 тыс. экз. га<sup>-1</sup>.

Данные по оценке появления самосева на свежих вырубках единичны. Хотя отмечено, что количество самосева березы на среднетаежных вырубках варьирует от 4 до 25 тыс. экз. га<sup>-1</sup> [1]. Общее количество подлеска кустарниковой формы на исследуемой вырубке составляет 3,9±0,6 тыс. экз. га<sup>-1</sup>, из них 91% приходится на шиповник, 6% – на можжевельник, 3% – на жимолость и менее 1% – на малину.

Таким образом, проанализированы количественные показатели лесовосстановительного процесса на 4-летней вырубке ельника черничного по технологическим элементам лесосеки (пасека, волок). На пасеках после удаления материнского древостоя вследствие резкого изменения экологических условий подрост предварительной генерации представлен нежизнеспособными и сухими экземплярами хвойных древесных растений. На волоках при проведении лесосечных работ подрост предварительной генерации был уничтожен полностью. Установлено, что сортиментная технология сплошной рубки с использованием системы машин харвестер-форвардер способствует появлению подроста последующей генерации и формированию фитоценозов мягколиственных древесных растений.

*Работа выполнена в рамках бюджетной темы научно-исследовательских работ «Пространственно-временная динамика структуры и продуктивности фитоценозов лесных и болотных экосистем на европейском Северо-Востоке России (АААА-А17\_117122090014-8)».*

#### **Библиографический список**

1. Львов П. Н., Ипатов Л. Ф., Плохов А. А. Лесообразовательные процессы и их регулирование на Европейском Севере. М. : Лесная промышленность, 1980. 112 с.
2. Паутов Ю. А. Техногенная структура вырубок – основа технологии лесовосстановления. Сыктывкар : Коми науч. центр УрО АН СССР, 1992. 18 с.
3. Ларин В. Б., Паутов Ю. А. Формирование хвойных молодняков на вырубках Северо-востока Европейской части СССР. Л. : Наука, 1989. 144 с.
4. Ларин В. Б., Паутов Ю. А., Ильчуков С. В. Трансформация лесных экосистем Севера под влиянием интенсивных сплошных концентрированных рубок // Эколого-географические основы рационально природопользования в многолесных районах. Сыктывкар, 1995. С. 47–53.
5. Ильчуков С. В. Динамика структуры лесного покрова на сплошных вырубках (подзона средней тайги, Республика Коми). Екатеринбург : УрО РАН, 2003. 120 с.
6. Грязькин А. В. Способ учета подроста // Патент на изобретение RU 2084129 C1, 20.07.1997. Заявка № 94022328/13 от 10.06.1994. С. 1–6.

## О ВОЗМОЖНЫХ ВЫСОКОЛИКВИДНЫХ ПОСТАГРОГЕННЫХ СОСНЯКАХ В ЮЖНОЙ ТАЙГЕ (КИРОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

*А. А. Березин<sup>1,2</sup>, Н. П. Савиных<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> ООО «Форест», *bierezin77@mail.ru*

<sup>2</sup> Вятский государственный университет, *savva\_09@mail.ru*

По общепринятым лесотаксационным и геоботаническим методикам изучены и описаны особенности сосновых молодняков с примесью берёзы и ели, сформировавшихся на месте длительно неиспользуемых сельскохозяйственных земель. Обоснована необходимость проведения уходов, намечены мероприятия по повышению продуктивности постагrogenных сосняков и перевода их в высокопродуктивные леса в связи с особенностями леса.

Ключевые слова: постагrogenные леса, сосновые молодняки, воспроизводство лесов, рубки ухода, бывшие сельскохозяйственные угодья.

В настоящее время 50 млн. га бывших сельхозугодий России пригодны для лесоразведения и развития лесного хозяйства. Многие из них уже представляют собой лес. Эти сообщества получили название постагrogenных лесов. Если на всех таких участках вести правильное лесное хозяйство, можно получать около 300 млн. кубометров древесины ежегодно, создать и поддерживать только в лесном хозяйстве около 100 тыс. постоянных рабочих мест [1, 2]. 21.09.2020 г. подписано постановление № 1509 Правительства РФ, подготовленное по поручению Президента РФ [3], которое разрешает многие противоречия в законодательстве и «легализует» выросший лес на бывших сельскохозяйственных землях [4].

Кировская область в числе первых вошла в ТОП-10 Гринпис России как регион с климатическими условиями, благоприятными для интенсивного выращивания леса с наибольшим потенциальным объёмом заготовки древесины на таких территориях [2]. Один из участков расположен на бывших землях сельскохозяйственного назначения СПК «Кировский» в городском округе г. Киров Кировской области в окр. д. Загоски, где один из жителей – Александр Самылов – возвёл сосновый бор [5]. С его слов на протяжении около 25 лет всё свободное от работы время он ухаживал за молодым сосновым насаждением на опустевшем поле: пересаживал молодые сосенки с комом земли из густых мест в редкие; по мере взросления разреживал, удаляя ослабленные и отставшие в росте; очищал нижние части ствола от сучьев; рыхлил почву, окашивал молодые растения, освобождая их от высокой травы, удалял часть лиственных деревьев. Территория его активной деятельности на 2017 г. была более 1,5 гектара. Для участка характерно ступенчатое зарастание сосной обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) от стенки леса с запада на восток в течение длительного периода времени: от 50 лет – ближние к лесу, до 20 лет –

крайние к используемому лугу. Эта территория и стала объектом нашего исследования.

Цель: изучение состояния растительности зарастающего поля для оценки её состояния и рекомендаций к использованию в лесном хозяйстве.

Для реализации этих целей решали следующие задачи.

1. Подобрать и заложить пробные площади в разных возрастных состояниях естественного соснового молодняка.

2. Выполнить лесотаксационное, геоботаническое описание растительности и оценить состояние участка.

3. Обосновать возможные и необходимые лесохозяйственные мероприятия для развития высокопродуктивного насаждения и получения ликвидной древесины.

Для исследования выбраны и заложены 3 пробных площадки (ПП) размером 20 x 20 метров (0,04 га) в лесах разных возрастов, состава, условий и степени зарастания. На всех пробных площадях провели согласно традиционным методикам полные геоботаническое [6] и лесотаксационные [7–12] описания.

Древостой оценивали по признакам: возраст, породный состав, густота, полнота, бонитет, подрост (наличие, густота), запас древесины в пересчёте на 1 га и др. Густоту древостоя определяли [10] как плотность стояния деревьев в древостое, характеризующуюся числом деревьев на 1 га.

Кроме того, произвели почвенные раскопки на каждой пробной площади. Установили, что все почвы относятся к сухим песчаным бедным подзолистым, тип лесорастительных условий на всех – сосняк лишайниковый (Л А1), т.е. исходные условия бывшего поля позволяют развитие сосняков на его месте.

В ходе работы использовали навигатор Garmin-62, буссоль финскую, мерную ленту металлическую 50 метров, мерную вилку алюминиевую, высотомер электронный финский, высотомер механический ВМ-1, возрастной бурав, лицензионную программу Абрис+, программный продукт МДОЛ, программу Base Camp, краску-маркер, топор, лопату, сигнальную ленту в рулоне.

**ПП 1** с координатами N58°37,450' E49°33,257' – сосняк с примесью берёзы (*Betula*) и ели (*Picea*) во втором ярусе (9С1Б ед. Е), малой густоты (350 штук на 1 га), возрастом 17 лет, крайний от используемого луга. Высота сосен 13 м, средний диаметр ствола – 16 см с минимальным значением 12 и максимальным – 19 см соответственно. Ель высотой 5,8 м с диаметром 8,5 см, берёза – 7 м и 7,6 см (4,8 и 12,2) соответственно. Среднее расстояние между деревьями 3,8 м.

Подрост представлен тремя видами. Сосна высотой 5–6 м возрастом более 20 лет распределена равномерно, но в небольшом количестве с плохой жизненностью. Молодых растений нет. Крупный подрост ели (высотой от 1,5 до 4 м) встречается очень обильно с хорошей жизненностью. Подрост берёзы – крупный и мелкий с нормальной жизненностью – редко, в небольшом коли-

честве. Общая оценка возобновления: активно возобновляются ель и береза, образуя густой подрост.

Подлесок образован типичными таежными кустарниками: преимущественно рябиной обыкновенной (*Sorbus aucuparia* L.) с присутствием крушины ломкой (*Frangula alnus* Mill.), смородины черной (*Ribes nigrum* L.) и малины обыкновенной (*Rubus idaeus* L.) с хорошей жизненностью.

В травяно-кустарничковом ярусе отмечены таежные травы: майник двулистный (*Maianthemum bifolium* (L.) F.W. Schmidt), марьянник лесной (*Melampyrum sylvaticum* L.), кислица обыкновенная (*Oxalis acetosella* L.), щитовник мужской (*Dryopteris filix-mas* (L.) Schott), плаун годичный (*Lycopodium annotinum* L.) – наряду с луговыми – вероникой дубравной (*Veronica chamaedrys* L.), зверобоем продырявленным (*Hypericum perforatum* L.), тысячелистником обыкновенным (*Achillea millefolium* L.), поповником (*Leucanthemum vulgare* Lam.); в подросте ели отмечена черника (*Vaccinium myrtillus* L.).

Мхи покрывают почву на 30%: гилокомий блестящий (*Hylocomium splendens* (Hedw.)), кукушкин лен (*Polytrichum commune*), плевроций Шребера (*Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt.), мниум (*Mnium* sp.).

На стволах деревьев отмечены лишайники: гипогимния вздутая (*Hypogymnia physodes* (L.) Nyl.), ксантория настенная (*Xanthoria parietina*), эверния мезоморфная (*Evernia mesomorpha*).

Очевидно, что зарастание данного участка на начальных этапах было разреженным, с небольшим числом сосен, поэтому запас древесины здесь всего 47 м<sup>3</sup>/га; эта территория находится в стадии формирования лесного насаждения с тенденцией трансформации его в двухярусный сосново-еловый лес, что вполне обеспечится наличием елового подроста и сформированным составом подлеска.

**ПП 2** с координатами N58°37'464'', E 049°29'196'' – сосняк с берёзой (8С2Б) с высокой густотой насаждения (1850 шт/га), возрастом 23 года. Средняя высота сосны 15 м, диаметр ствола – 15,5 (минимальное – 10, максимальное – 21 см соответственно). Береза высотой 17 м со средним диаметром ствола 14,7 см (минимальный – 11, максимальный – 20 см соответственно).

Подрост крупный, средней густоты, представлен елью (2000 шт/га), половина которого нежизнеспособна: отмирает из-за конкуренции между особями.

Подлеска нет. Травяно-кустарничковый ярус дополняется по отношению к ПП 1 типичными лесными растениями: вероника лекарственная (*Veronica officinalis* L.), грушанка круглолистная (*Pyrola rotundifolia* L.), земляника лесная (*Fragaria vesca* L.), брусника (*Vaccinium vitis-idaea* L.); есть любка двулистная (*Platanthera bifolia* (L.) Rich.), ятрышник (*Orchis* L.). Типичных луговых трав нет.

Моховой ярус с покрытием 20% представлен плевроцием Шребера. Лишайников на стволах деревьев нет.

Очевидно, что этот участок формировался сразу с большим числом сосен, а ель входит в состав древостоя закономерно и постепенно позднее. Здесь уже сформировался и типичный состав травяно-кустарничкового яруса. Запас древесины в настоящее время  $166 \text{ м}^3/\text{га}$ . С учетом многочисленного елового подроста можно прогнозировать преобразование этого леса в сосново-еловый с березой.

**ПП 3** с координатами  $N58^{\circ}37'469''$ ,  $E49^{\circ} 23' 161''$  – средневозрастной древостой состава 8С2Е+Б густотой  $1300 \text{ шт/га}$ , возрастом 55 лет. Сосны ( $800 \text{ шт/га}$ ) высотой 21 м со средним диаметром ствола 22 см (минимальный – 12, максимальный – 37 см соответственно). Ели ( $450 \text{ шт/га}$ ) высотой 16 м со средним диаметром ствола 16 см (минимальный – 11, максимальный – 27 см соответственно). Береза ( $50 \text{ шт/га}$ ) высотой 22 м со средним диаметром ствола 22 см (минимальный – 20, максимальный – 24 см соответственно).

В сообществе есть подрост ели 4–5 м с нормальной и плохой жизненностью. В подлеске присутствуют жимолость лесная (*Lonicera xylosteum* L.) и малина обыкновенная. По составу травяного покрова этот лес – кисличник. Можно предполагать, что данный участок формировался также на начальных этапах при высокой густоте сосен. Современное его состояние – сформировавшийся елово-сосновый лес кислично-зеленомошный с запасом  $275 \text{ м}^3/\text{га}$ .

Таким образом, на месте заброшенного поля в течение 17 лет сформировалось полноценное сосновое сообщество 1 класса возраста с высокими запасами древесины. С учетом того, что в регионе средний запас древесины в спелых и перестойных сосняках –  $218 \text{ м}^3/\text{га}$ , ельниках –  $239 \text{ м}^3/\text{га}$ , березняках –  $209 \text{ м}^3/\text{га}$  [13], продуктивность рассмотренных участков за исключением еще не сформировавшегося леса (ПП1), достаточно высокая. Все они становятся по типу вторичной сукцессии: развитие зонального елово-соснового леса зеленомошного. Но с учетом лесорастительных условий на этих участках предпочтительнее формировать сосновый лес.

Для этого необходимы лесохозяйственные мероприятия, аналогичные таковым при уходе за молодняками: рубки ухода (прочистки, прореживание и проходные рубки) с удалением всех «отпавших», многовершинных, поврежденных и угнетённых деревьев с равномерной выборкой. Согласно «Правилам ухода за лесом» в лесах РФ [12], на первом участке рекомендуем проводить рубки прочистки (малой интенсивности – 10% без прорубки коридоров), направленные на регулирование густоты лесных насаждений и улучшение условий роста деревьев сосны, а также на продолжение формирования породного и качественного состава леса [12]; дополнительно требуется провести минерализацию почвы для дополнительного обсеменения прогалин.

На втором участке необходимо проводить оперативно рубку прореживания интенсивностью 20% с прорубкой волоков, направленную на создание в лесных насаждениях благоприятных условий для формирования стволов и крон лучших деревьев [12].

На третьем участке – проходные рубки интенсивностью 30%. Они направлены на создание благоприятных условий роста лучших деревьев, увели-

чение их прироста, продолжения формирования структуры насаждения. В этом случае уже будет получена ликвидная древесина с волоков.

Технология рубки на всех участках независимо от возраста и густоты может быть одинаковой – узко пасечная [11] методом равномерного разреживания, поскольку средняя высота древостоя у всех около 20 метров; с достаточно высоким объемом выборки (от 33,2–82,5 м<sup>3</sup>), соизмеримым с выборкой в насаждениях лесных культур аналогичного возраста. Все рубки ухода должны проводиться в соответствии с нормами и правилами ухода за лесом [12]. Отказ от лесохозяйственных мероприятий будет способствовать ухудшению санитарного состояния этих участков, повышению пожарной опасности, а также безвозвратной потере биологического ресурса.

*Выводы.* 1. На месте длительно неиспользуемых сельскохозяйственных земель с бедными почвами, неблагоприятными для ведения сельского хозяйства, но достаточными по основным характеристикам для развития сосняков, формируются типичные лесные сообщества этого типа.

2. Постагрогенные молодые сосняки чистые и с примесью берёзы и ели при высоких показателях продуктивности насаждения отличаются по характеристикам фитоценоза, определяемым способом и условиями формирования.

3. При незначительном, но своевременном участии в развитии насаждений постагрогенные сосняки способны стать высокобонитетными борами.

4. В постагрогенных сосняках целесообразны лесохозяйственные мероприятия в виде соответствующих (по состоянию сообщества) рубок ухода, как при искусственном воспроизводстве лесов: прочистки, прореживание, проходные рубки.

#### **Библиографический список**

1. Газета «Коммерсант» от 30.01.2020 года [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4235769> (дата обращения: 31.03.2021).

2. Карта неиспользуемых сельхозземель, потенциально пригодных для выращивания леса [Электронный ресурс]. – URL: [https://maps.greenpeace.org/maps/aal/?\\_ga=2.26374457.589707875.1583780697-65830103.1583780697](https://maps.greenpeace.org/maps/aal/?_ga=2.26374457.589707875.1583780697-65830103.1583780697) (дата обращения: 31.03.2021).

3. Перечень поручений по итогам заседания Совета по развитию гражданского общества и правам человека и встречи с уполномоченными по правам человека [Электронный ресурс]. – URL: <http://kremlin.r/acts/assignments/orders/62700> (дата обращения: 30.03.2021).

4. Постановление Правительства РФ от 21 сентября 2020 г. № 1509 «Об особенностях использования, охраны, защиты, воспроизводства лесов, расположенных на землях сельскохозяйственного назначения» [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74571970/> (дата обращения 01.04.2021 г.)

5. ГТРК-Вятка. Сюжет «Александр Самылов возле своей деревни Загоски, возвёл на пустыре сосновый бор» // «Вести Кировская область» 21.12.2016 г.).

6. Ипатов В. С., Мирин Д. М. Описание фитоценоза. СПб. : СПб. гос. ун-т, 2008. 71 с.

7. Пилипко Е. Н. Методология исследований лесных экосистем. Вологда-Молочное : Волог. гос. молочнохоз. акад. им. Н. В. Верещагина, 2013. 103 с.

8. Методы изучения лесных сообществ. / Е. Н. Андреева, И. Ю. Баккал, В. В. Горшков и др. СПб. : НИИХимии СПб гос. ун-т, 2002. 240 с.
9. Таксация леса. Ход роста насаждений: учебное пособие / И. С. Сальникова, Т. С. Воробьева, З. Я. Нагимов, С. С. Зубова, О. Н. Орехова, А. В. Суслов. Екатеринбург : Ур. гос. лесотехн. ун-т, 2020. 130 с.
10. Наставление по отводу и таксации лесосек в лесах Российской Федерации. М., 1993. 71 с.
11. Технологии разработки лесосек [Электронный ресурс]. – URL: <https://helpiks.org/5-87439.html> (дата обращения: 30.03.2021).
12. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 30 июля 2020 г. № 534 «Об утверждении Правил ухода за лесами».
13. Лесной план Кировской области на 2019–2028 годы, утвержденный Указом Губернатора Кировской области от 29.12.2018 № 165.

## **О ЛИСТВЕННИЧНИКАХ В ПОДЗОНЕ ЮЖНОЙ ТАЙГИ (КИРОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

*А. А. Тетерин, Н. П. Савиных*  
*Вятский государственный университет,*  
*teterin-andrej@yandex.ru, savva\_09@mail.ru*

Охарактеризованы состав и таксационные характеристики древостоя, подроста, подлеска и целостность фитоценоза с использованием спектра эколого-ценотических групп у лиственничника, сформировавшегося на месте посадки *Larix sibirica*. Показана целесообразность создания таких насаждений для сохранения биоразнообразия и обеспечения ресурсной функции лесов региона.

Ключевые слова: лесные культуры, лиственница сибирская, продуктивность, густота насаждения, эколого-ценотическая группа.

С повышением спроса на высококачественную древесину пришло осознание необходимости создания высокопродуктивных лесных насаждений из нетипичных зональных лесных пород региона. Среди них – лиственница сибирская (*Larix sibirica* Led.). Этому виду свойственны высокая продуктивность, качественная древесина, устойчивость к биологическим и абиотическим факторам и многообразные средообразующие функции [1, 2].

Особенно активно работа по лесовосстановлению лиственницей сибирской проводилась в 60-е годы прошлого века, в том числе и в Кировской области. Поэтому в настоящее время на месте посадок сформировались лиственничники разных типов. Лесные культуры были созданы в разных районах региона, лесорастительных и природно-климатических условиях. Поскольку территория Кировской области включается в несколько лесорастительных районов и природных подзон, анализ современного состояния сформировавшихся насаждений целесообразно оценивать отдельно. Данное сообщение посвящено состоянию лиственничника в подзоне южной тайги – в центральной

части Кировской области – в окр. д. Порошино. Цель его – изучение состояния насаждения из *L. sibirica* с позиций экосистемных услуг леса. Для этого было проведено натурное обследование сообщества, оценено его состояние с позиций «нормального древостоя» и продуктивности лесов из основных лесобразующих пород региона, а также целостности фитоценоза с использованием спектра эколого-ценотических групп.

В ходе полевых работ были учтены основные таксационные характеристики древостоя (диаметр ствола и высота растущих деревьев, возраст, бонитет и полнота насаждения, тип леса, запас насаждения). Закладывали пробную площадь и определяли таксационные показатели по традиционным методикам [3].

Для оценки участка использовали таблицы хода роста нормальных древостоев, которые показывают возрастную динамику таксационных показателей древостоев, имеющих в данных условиях произрастания наибольшие запасы на 1 га [4, 5]. Использовали для этого нормативно-справочные материалы, одобренные Советом Федерального агентства лесного хозяйства в 2006 г. [6].

Для определения стадии формирования целостного лесного сообщества проведены геоботанические описания по традиционным методиками [7] и установлен спектр эколого-ценотических групп (ЭЦГ) травяно-кустарничкового яруса: группы видов, сходные по отношению к совокупности экологических факторов и отражающие особенности ландшафтно-экологических условий по О. В. Смирновой с соавторами [8] и других [9].

Пробная площадь заложена в выделе 18 квартала 50 Рубежницкого сельского участкового лесничества Паркового лесничества (координаты: 58,615785; 49,83844) на участке в 1,9 га. Лесные культуры созданы в 1957 г. (возраст – 63 года) посадкой семян лиственницы сибирской (8 000 шт/га) в дно плужных борозд на местности с ровным рельефом. Расстояние между центрами борозд – 2,5 м, шаг посадки – 0,5 м. Тип лесорастительных условий (по таксационным описаниям) – майниковый черничник. Почва дерново-подзолистая супесчаная, хорошо дренированная. Никаких лесохозяйственных мероприятий по уходу за посадками в этом сообществе не проводили.

В настоящее время в составе насаждения присутствует примесь березы повислой – *Betula pendula* (до 10%) и единичные деревья ели обыкновенной (*Picea abies*). Они естественного происхождения. Общее число деревьев лиственницы – 1357 шт/га, поэтому сохранность лесных культур оценивается в 17%. Средний диаметр ствола лиственницы 17,8 см, средняя высота – 27 м, общий запас древесины 481 м<sup>3</sup>/га. Средний класс бонитета Ia (табл. 1).

Таблица 1

**Основные таксационные характеристики лесных культур  
лиственницы сибирской**

№	Признак	Пробная площадь	Нормальное насаждение
1	Шаг посадки, м	0,5	–
2	Расстояние между центрами борозд, м	2,5	–
3	Число сеянцев, шт./га	8 000	–
4	Число деревьев в насаждении (густота), шт.	1 357	704
5	Сохранность лесных культур, %	17,0	–
6	Возраст, лет	63	–
7	Высота, м	27,0	24,8
8	Средний диаметр, см	17,8	27,1
9	Запас древесины, м <sup>3</sup> /га	481	490
10	Бонитет	1а	1а
11	Средний объем древесины 1 дерева, м <sup>3</sup>	0,35	0,70
12	Средний прирост древесины 1 дерева, см/год	0,29	0,45
13	Подрост, видовой состав	редкий, ель, береза пушистая, пихта обыкновенная	

Согласно таблицам хода роста нормальных лиственничных насаждений [6] для лесов этого класса бонитета возрастом 60 лет должно быть 704 дерева на 1 га со средними высотой 24,8 м и диаметром ствола 27,1 см, запасом стволовой древесины в объеме 490 м<sup>3</sup>/га. Запас рассматриваемого насаждения меньше табличного значения на 9 м<sup>3</sup>/га (2%), как и средний объем древесины и средний прирост древесины одного дерева. Густота насаждения высокая и превышает показатель нормальных лиственничных насаждений на 653 дерева (93%). В результате высокой густоты средний диаметр ствола в насаждении ниже «нормального» на 9,3 см (34%). Основная причина этого – отсутствие рубок ухода.

В составе фитоценоза присутствует подрост основных лесообразующих пород региона: пихты сибирской (*Abies sibirica*), ели, березы (табл. 2).

Таблица 2

**Эколого-ценотические группы растений участка  
(по данным <http://cepl.rssi.ru/bio/flora/ecogroup.html>)**

Жизненная форма	Виды растений	ЭЦГ*
1	2	3
Подрост древесных пород	<i>Abies sibirica, Betula pendula, Picea abies</i>	Br
Кустарники	<i>Frangula alnus, Sorbus aucuparia</i>	Br
	<i>Juniperus communis</i>	Pn
	<i>Lonicera xylosteum</i>	Nm
	<i>Ribes rubrum, Viburnum opulus</i>	Nt
	<i>Rubus idaeus</i>	BrH

1	2	3
Травы	<i>Orthilia secunda, Pyrola media</i>	Br_k
	<i>Equisetum sylvaticum, Luzula pilosa, Oxalis acetosella, Rubus saxatilis, Solidago virgaurea, Trientalis europaea</i>	Br_m
	<i>Aegopodium podagraria, Ajuga reptans, Asarum europaeum, Geum urbanum, Lathyrus vernus, Stellaria holostea</i>	Nm
	<i>Urtica dioica, Geranium sylvaticum</i>	Hh
	<i>Anthriscus sylvestris, Dianthus deltoides, Prunella vulgaris, Veronica chamaedrys, Fragaria vesca</i>	Md
Папоротники	<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	Br_m
	<i>Dryopteris filix-mas</i>	Hh
	<i>Athyrium filix-femina</i>	Hh
Мхи	<i>Pleurozium schreberi</i>	
Спектр ЭЦГ	5Br 1 BrH 1Pn 2 Nt 7 Nm 2Br_k 7 Br_m 5Md 4Hh	

Примечание: \*эколого-ценотические группы: Br – бореальная (виды растений, приуроченные к зоне таежных и подтаежных лесов); Br\_k – бореальная (кустарнички и вечнозеленые травы); Br\_m – бореальная (мелкотравье); BrH – бореальная опушечная высокотравная (виды растений, произрастающие в окнах темнохвойных лесов и на опушках); Pn – боровая (виды растений, произрастающие в сухих борах); Nm – неморальная (виды растений, произрастающие и в тех и других сообществах); Nt – нитрофильная (виды растений, произрастающие в сомкнутых черноольховых лесах); Md – сухих лугов (виды луговых трав, приуроченные к суходольным лугам остепненным склонам); Hh – высокотравная.

При незначительном участии борового вида – можжевельника обыкновенного (*Juniperus communis*), наряду с бореальной опушечной малиной обыкновенной (*Rubus idaeus*) и бореальной рябиной обыкновенной (*Sorbus aucuparia*) появляется крушина ломкая (*Frangula alnus*) из последней же ЭЦГ, а также виды нитрофильной группы – калина обыкновенная (*Viburnum opulus*) и смородина красная (*Ribes rubrum*); кроме того – неморальная жимолость лесная (*Lonicera xylosteum*). Очевидно, что в составе этого лиственничника присутствуют почти все виды кустарников зональных лесов южной тайги.

Травяно-кустарничковый ярус представлен 25 видами. Из них бореальных видов 9 (36%), из которых два (8%) вечнозеленых (*Pyrola media* и *Orthilia secunda*); 7 (28%) – бореального мелкотравья: *Luzula pilosa, Solidago virgaurea, Gymnocarpium dryopteris* и др.; в числе неморальных видов – *Ajuga reptans, Geum urbanum, Lathyrus vernus* (всего 7 – 28%); луговая и лугово-опушечная группы представлены 5 видами (20%): *Prunella vulgaris, Veronica chamaedrys, Dianthus deltoides, Anthriscus sylvestris*; есть и высокотравье: папоротники – *Athyrium filix-femina, Dryopteris filix-mas* – и *Geranium sylvaticum* (всего 4 вида – 16%).

Спектр ЭЦГ травяно-кустарничкового яруса формирующихся лиственничников по своему составу соответствует в основном таковому у зональных типов растительности подзоны южной тайги.

Среди всех видов, выявленных в лесном сообществе, доминирует бореальная группа – 14 видов (40%), присутствует неморальная группа – 9 видов (26%), по 4 вида (11%) – представители нитрофильной группы и группы свежих лугов, а также по 1 виду (3%) представителей ЭЦГ боровой, бореальной опушечной высокотравной, свежих лугов и неморально опушечной высоко-травной. Таким образом, при формировании лиственничного насаждения поддерживается видовое и ценотическое разнообразие сообществ южной тайги – одна из важнейших экосистемных функций леса.

Как уже отмечалось, запас насаждения в возрасте 63 лет (приспевающее насаждение) составил 481 м<sup>3</sup>/га. Это более, чем в два раза превышает средний запас древесины в спелых и перестойных лесах из основных лесообразующих пород региона: сосны – 218 м<sup>3</sup>/га, ели – 239 м<sup>3</sup>/га, березы – 209 м<sup>3</sup>/га [10].

Таким образом, формирование на месте сплошных рубок зональных типов лесов (майниковых черничников с дерново-подзолистой супесчаной хорошо дренированной почвой) в подзоне южной тайги целесообразно создание лесных культур из лиственницы сибирской с проведением всех необходимых лесохозяйственных мероприятий по уходу за посадками. Это обеспечит лесам региона выполнение их двух основных экосистемных функций – ресурсообеспечивающей (пополнение запасов высококачественной древесины) и сохранение биоразнообразия. Кроме того, *L. sibirica* – источник ценных лекарственных и технических веществ, а лиственничники близь поселений могут стать местом отдыха и сбора лекарственного сырья и недревесных биологических ресурсов местным населением. Это – еще одна важная экосистемная услуга леса.

#### Библиографический список

1. Тетерин А. А. Состояние насаждений лиственницы Сукачева в Кировской области // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2007. № 17. С. 87–90.
2. Карасева М. А. Лиственница сибирская в Среднем Поволжье. Йошкар Ола : Мар. гос. техн. ун-т, 2003. 376 с.
3. Пилипко Е. Н. Методология исследований лесных экосистем. Вологда-Молочное : Волог. гос. молочнохоз. акад. им. Н. В. Верещагина, 2013. 103 с.
4. Методы изучения лесных сообществ. / Е. Н. Андреева, И. Ю. Баккал, В. В. Горшков и др. СПб. : НИИХимии СПб. гос. ун-т, 2002. 240 с.
5. Таксация леса. Ход роста насаждений: учебное пособие / И. С. Сальникова, Т. С. Воробьева, З. Я. Нагимов, С. С. Зубова, О. Н. Орехова, А. В. Суслов. Екатеринбург: Ур. гос. лесотехн. ун-т, 2020. 130 с.
6. Таблицы и модели хода роста и продуктивности насаждений основных лесообразующих пород Северной Евразии (нормативно-справочные материалы) / А. З. Швиденко, Д. Г. Щепашенко. С. Нильссон, Ю. И. Булуй. Издание 2-е, доп. М. : Федеральное агентство лесного хозяйства, 2008. 886 с.
7. Ипатов В. С., Мирин Д. М. Описание фитоценоза. СПб. : СПб. гос. ун-т, 2008. 71 с.
8. Смирнова О. В., Ханина Л. Г., Смирнов В. Э. Эколого-ценотические группы в растительном покрове лесного пояса Восточной Европы // Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность. : в 2 кн. М. : Наука, 2004. Кн. 1. С. 165–175.

9. Смирнов В. Э., Ханина Л. Г., Бобровский М. В. Обоснование системы эколого-ценотических групп видов растений лесной зоны европейской России на основе экологических шкал, геоботанических описаний и статистического анализа// Бюлл. МОИП. Отд. биол. 2006. Т. 111, вып. 2. С. 36–47. (по данным <http://cepl.rssi.ru/bio/flora/ecogroup.html>)

10. Лесной план Кировской области на 2019–2028 годы, утвержденный Указом Губернатора Кировской области от 29.12.2018 № 165.

## **СТРУКТУРА И СОСТОЯНИЕ ДРЕВОСТОЯ ДЕНДРОПАРКА ЛЕСОВОДОВ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Я. Д. Гремитских, С. В. Шабалкина*

*Вятский государственный университет, nasturtium2017@yandex.ru*

В статье представлена характеристика древостоя естественных насаждений дендропарка лесоводов Кировской области по материалам десяти полных геоботанических описаний, оценено жизненное состояние слагающих пород. Отмечена восстановительная сукцессия обследованных березово-еловых сообществ в леса подзоны южной тайги Кировской области.

Ключевые слова: дендропарк лесоводов Кировской области, растительное сообщество, фитоценоз, древостой, категория состояния дерева.

Одной из посещаемых территорий является Дендрологический парк лесоводов Кировской области, который расположен между Казанским трактом и берегом р. Вятки в Нововятском районе г. Кирова. На основании Постановления Правительства Кировской области № 35/530 от 28.12.2009 г. он объявлен памятником природы регионального значения [1]. Несмотря на то, что эта особо охраняемая природная территория создана для сохранения специализированной коллекции древесно-кустарниковых растений, она включает и естественные насаждения площадью около 25 га. Биота дендропарка изучается в различных аспектах [2–6]. В этой работе приведены результаты исследования структуры и состояния древостоя естественной части памятника природы.

Материалом для характеристики послужили полные геоботанические описания, выполненные по традиционным методикам [7] в 2020 г. В течение вегетационного сезона описаны следующие фитоценозы: березово-еловый копытневый лес, березово-еловый кислично-черничный лес, березово-еловый черничный лес, ельник-черничник, пихтово-еловый кисличный лес, березово-еловый хвощевый лес, березово-еловый кочедыжниково-кисличный лес и елово-березовый хвощевый лес (табл.). При геоботаническом исследовании растительных сообществ выявлены сомкнутость крон насаждения и следующие параметры древостоя: диаметр, высота, категория состояния отдельных пород; в лаборатории определены формула состава древостоя по числу пород, бонитет по таблицам М. М. Орлова, число деревьев на 1 га.

Таблица

## Характеристика насаждений

Название фитоценоза / Признак	Березово-еловый копытневый лес	Березово-еловый кислично-черничный лес	Березово-еловый кислично-черничный лес	Березово-еловый черничный лес	Ельник-черничник	Ельник-черничник	Пихтово-еловый кисличный лес	Березово-еловый кочедыжниково-кисличный лес	Березово-еловый хвощевый лес	Елово-березовый хвощевый лес
Сомкнутость крон	0,5	0,4	0,5	0,6	0,6	0,4	0,6	0,5	0,4	0,4
Формула	6Е4Б+С	6Е4Б	6Е4Б	6Е4Б	8Е2Б	7Е3Б	6Е3П1Б	5Е5Б	5Е5Б	6Б4Е+С
Средний диаметр, см	Е–31 С–68 Б–20,4	Е–40 Б–24,1	Е–28,3 Б–23	Е–28,6 Б–26	Е–32,5 Б–21	Е–29,7 Б–22,4	Е–18,2 П–57,2 Б–24,3	Е–31,5 Б–27	Е–38,2 Б–24,1	Б–26,5 Е–26,5 С–17
Средняя высота, м	Е–22 С–29 Б–20,2	Е–29 Б–19	Е–23,6 Б–19,1	Е–21,6 Б–21,7	Е–24,4 Б–18	Е–24,8 Б–21,1	П–21,8 Е–14,7 Б–20	Е–22,5 Б–21,2	Е–29 Б–23,5	Б–21 Е–21,2 С–14
Число деревьев на 1 га	600	350	425	550	450	775	450	550	350	400
Категория состояния – число особей, %										
1	Е–45,8 С–4,2 Б–29,2	Е–50,0 Б–28,7	Е–47,1 Б–29,4	Е–40,9 Б–31,8	Е–50,0 Б–11,1	Е–48,4 Б–22,6	П–27,8 Е–44,4 Б–11,1	Е–36,4 Б–36,4	Е–35,7 Б–50,	Б–43,8 Е–25,0
2	Е–8,3 Б–8,3	Е–7,1 Б–7,1	Е–11,8 Б–11,8	Е–13,6 Б–9,1	Е–27,8 Б–11,1	Е–16,1 Б–6,5	Е–16,7	Е–9,1 Б–9,1	Е–14,3	Б–6,2 Е–12,5 С–6,2
3	Е–4,2	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6	–	Е–7,1	–	Е–4,5	–	Е–6,5	–	Е–4,5 Б–4,5	–	Б–6,2
Бонитет	2	3	3	3	4	3	2	3	3	3

Изученные растительные сообщества являются довольно светлыми: сомкнутость крон варьирует от 0,4 до 0,6 (табл.). Это обусловлено редким расположением особей древостоя в некоторых фитоценозах (березово-еловый кислично-черничный, березово-еловый хвощевый) и способствует успешному развитию подроста, подлеска и напочвенному покрову.

Восемь из 10 обследованных фитоценозов – это березово-еловые, в которых на долю ели приходится от 5 до 8 единиц в формуле, на долю березы – от 2 до 4 единиц. Одно сообщество – елово-березовое с формулой 6Б4Е+С, одно – пихтово-еловое (6ЕЗП1Б). Кроме того, в березово-еловом копытневом и елово-березовом хвощевом насаждениях отмечено незначительное участие сосны.

Средний диаметр ствола ели изменяется от 18,2 см в пихтово-еловом кисличном лесу до 40 см в березово-еловом кислично-черничном, преобладают особи с диаметром порядка 30 см. Средний диаметр ствола березы составил 26–27 см в березово-еловом черничном, березово-еловом кочедыжниково-кисличном и елово-березовом хвощевом сообществах. В пихтово-еловом кисличном лесу средний диаметр ствола пихты – 57,2 см. Диаметр ствола сосны в двух насаждениях отличается: в березово-еловом копытневом – 68 см, елово-березовом хвощевом – 17 см.

Наибольшая средняя высота ели (29 м) отмечена в березово-еловом кислично-черничном и березово-еловом хвощевом сообществах, наименьшая – в пихтово-еловом лесу. В большинстве сообществ значения высоты ели составляют 21–24 м. Средняя высота деревьев березы варьирует от 18 до 23,5 м, достигая больших размеров в березово-еловом хвощевом лесу (табл.).

Используя шкалу категорий состояния деревьев, выявили, что в обследованных сообществах встречаются особи четырех категорий: 1 – здоровые, 2 – ослабленные, 3 – сильно ослабленные, 6 – старый сухостой. Во всех фитоценозах преобладают здоровые растения (от 61,1% до 85,7%), которые имеют густую крону, зелёные хвою и листья, нормальный размер прироста текущего года. Тем не менее, во всех сообществах имеются ослабленные деревья (вторая категория состояния), большая часть из них отмечена в ельнике-черничнике (38,9 %) и елово-березовом хвощевом лесу (24,9%). Кроме того, в пяти фитоценозах – березово-еловый кислично-черничный, березово-еловый черничный, ельник-черничник, березово-еловый кочедыжниково-кисличный, елово-березовый хвощевый – встречаются единичные экземпляры старого сухостоя (табл.), на которых хвоя (листва) отсутствует.

Большинство насаждений (7 из 10) имеют 3 класс бонитета, высокобонитетными являются березово-еловый копытневый и пихтово-еловый кисличный леса; 4 класс бонитета определён для ельника-черничника.

Наибольшее число деревьев на 1 га отмечено в ельнике-черничнике и березово-еловом копытневом лесу, наименьшее – в березово-еловом кислично-черничном и березово-еловом хвощевом насаждениях.

Таким образом, в пределах естественной части дендрологического парка описанные сообщества находятся на стадии сукцессии, при которой вос-

становливаются сообщества подзоны южной тайги Кировской области – ельники-кисличники, ельники-черничники и др. Тем не менее, этот участок подвергается интенсивному антропогенному воздействию в виде вытаптывания напочвенного покрова, формирования кострищ, мусорок и т.д., что замедляет процессы трансформации и приводит к становлению малоценных сообществ.

#### Библиографический список

1. Постановление Правительства Кировской области от 28 декабря 2009 г. № 35/530 «Об объявлении дендрологического парка лесоводов Кировской области памятником природы регионального значения».
2. Мальцева С. А., Ашихмина Т. Я., Кондакова Л. В. Биоиндикационные исследования территории дендрологического парка лесоводов Кировской области и рекреационная емкость ландшафта // Проблемы региональной экологии в условиях устойчивого развития : материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием: в 2 кн. Киров, 2007. С. 50–51.
3. Савиных Н. П., Пересторонина О. Н., Бобров Ю. А. Создание особо охраняемой природной территории регионального значения «Дендропарк: подготовка научного обоснования». Киров: Вятский государственный гуманитарный университет, 2010. 154 с.
4. Пирогова О. С., Кондакова Л. В. Видовое разнообразие альгофлоры дендрологического парка лесоводов г. Кирова // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем : материалы XIV Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Киров : Изд-во ООО «Радуга-ПРЕСС», 2016. С. 372–375.
5. Рязанова Д. Г., Пересторонина О. Н. Оценка состояния флоры Дендрологического парка лесоводов Кировской области // Экология родного края: проблемы и пути их решения : материалы XV Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Киров, 2020. С. 114–117.
6. Тетерин А. А., Савиных Н. П. Опыт выращивания лиственницы сибирской в дендропарке лесоводов Кировской области // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем : материалы XVIII Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Киров, 2020. С. 205–210.
7. Методы изучения лесных сообществ. СПб. : НИИХимии СПбГУ, 2002. 240 с.

### ОСОБЕННОСТИ МОРФОГЕНЕЗА *IN VITRO* У ТРАНСГЕННЫХ ЛИНИЙ ТАБАКА ПРИ ДЕЙСТВИИ ЗАСОЛЕНИЯ И ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

*Т. А. Петуенкова, А. С. Лукаткин*

*Мордовский государственный университет имени Н. П. Огарёва,  
lukschina.tania@yandex.ru*

В статье рассмотрено влияние засоления (50 и 100 мМ NaCl) и тяжелых металлов (1 мМ Pb<sup>2+</sup> или Zn<sup>2+</sup>) на морфогенез клонально размножаемых *in vitro* растений табака (*Nicotiana tabacum* L.) исходного сорта Самсун (Wild type, Wt) и линий, трансформированных пластинком-GFP (линия 6214) и Fe-SOD (линии 3 и 29).

Ключевые слова: *Nicotiana tabacum*, трансгенные линии, *in vitro*, морфогенез, засоление, тяжелые металлы.

Рост и развитие растений ассоциированы с внешней средой, которые не всегда находятся в оптимальных параметрах. Действуя на растения, неблагоприятные факторы среды вызывают в них разнообразные ответные реакции, приводят к нарушениям физико-химических процессов в клетках, в том числе – повреждению клеточных структур, уменьшению интенсивности дыхания, фотосинтеза, других функциональных характеристик, и в итоге – к снижению урожая. Существенными повреждающими факторами являются засоление и действие тяжелых металлов [1–3].

В настоящее время интенсивно изучаются ответные реакции растительных организмов на действие неблагоприятных факторов, которые проводят на модельных объектах. При этом генно-модифицированные организмы (ГМО) используют в качестве интересных объектов для исследования функций клетки и организма [4], особенно механизмов резистентности и толерантности растений к абиотическим и антропогенным стрессорам.

В фундаментальных биологических и прикладных исследованиях активно применяется метод культуры растительных клеток и тканей; он позволяет получить в результате клонального микроразмножения (КМР) неограниченное количество идентичных по генотипу растений, что способствует унификации проводимых экспериментов с растительным материалом [4].

Одним из интересных объектов в фитобиологических исследованиях является табак (*Nicotiana tabacum* L.). Создано большое количество трансгенных линий табака, которые позволяют всесторонне анализировать роль того или иного гена в функционировании растения, а также в ответных реакциях на стрессы различной природы [4]. Трансформированные линии табака можно быстро размножить в культуре *in vitro* и получить большое количество генетически однородного материала, позволяющего более точно оценить адаптивный потенциал линии.

Цель работы заключалась в изучении особенностей морфогенеза у клонально размноженных растений табака исходного сорта Самсун (Wild type, Wt) и трансформированных линий при действии засоления и тяжелых металлов.

В работе использовали введенные в культуру *in vitro* и клонально размножаемые растения *N. tabacum* сорта Самсун. Он относится к интенсивно созревающим сортам, среднеспелый. Количество дней от посадки до ломок листьев составит примерно 105–110 дней. Количество технически спелых листьев с одного растения – примерно 50 шт. [5].

*Nicotiana tabacum* 6214 – трансформированная линия, стабильно экспрессирующая пластин-GFP. Получена из Ягеллонского университета (Краков, Польша), где была проведена трансформация *N. tabacum* сорта Самсун с использованием штамма LBA 4404 *Agrobacterium tumefaciens*, содержащего бинарную плазмиду pBI 121, в которую введен ген, кодирующий слитый белок, состоящий из усеченного человеческого пластана и smGFP (пластин-GFP, Green Fluorescent Protein), под контролем промотора 35S вируса мозаики цветной капусты [5, 6].

*Nicotiana tabacum* 29 и 3 – трансформированные линии, сверхэкспрессирующие Fe-СОД из *Arabidopsis thaliana* (преимущественно хлоропластной локализации), созданные во ВНИИ сельскохозяйственной биотехнологии; эти растения с интродуцированным геном Fe-СОД имели измененную ультраструктуру хлоропластов, повышенную активность СОД по сравнению с Wt-растениями, проявляли повышенную стабильность ФСА при действии окислительного стресса [7].

Одновозрастные хорошо развитые растения разных линий табака отбирали для дальнейшего черенкования (КМР). Экспланты высаживали на агаризованную (0,7 %) питательную среду МС, содержащую 20 г/л сахарозы, а также на среды МС такого же состава с добавлением различных стрессирующих факторов: NaCl в концентрациях 50 или 100 мМ, либо тяжелых металлов (в виде солей  $Pb(NO_3)_2$ ,  $ZnSO_4$ , обе в концентрации 1 мМ). Растения-регенеранты выращивали при постоянной температуре 23 °С, фотопериоде 16/8 ч (день/ночь) и освещенности около 80 мкмоль фотонов /м<sup>2</sup>·с. Ежедневно, начиная со второй недели, измеряли длину побега и корней, а также количество листьев.

Все опыты включали 10 биологических повторностей каждого варианта. Опыты повторяли не менее 3 раз. Статистическую обработку результатов проводили по общепринятым в биометрии методикам в программах MS Excel и Statistica. Достоверность различий с контролем оценивали по t-критерию Стьюдента при  $P \leq 0,05$ .

В ходе проведенного исследования были оценены основные параметры морфогенеза растений-регенерантов табака. У различных линий *N. tabacum* после КМР выявлены некоторые особенности морфогенеза, которые, возможно, отражают генетические особенности изучаемых генотипов. В контроле (без добавления в среду стрессирующих факторов) выявлен более быстрый рост у трансформированных линий. Ризогенез шел быстрее и интенсивнее у линий 3 и 29, сверхэкспрессирующих Fe-СОД. Рост побегов и образование листьев в контроле не различались между линиями табака. Также у некоторых линий (особенно у Wt) наблюдали интенсивное каллусообразование в прикорневой зоне.

В опытах обнаружена специфика реакций разных линий на стрессирующие факторы. Так, при засолении у всех исследованных объектов отмечено снижение показателей жизнеспособности, прогрессирующее с увеличением концентрации NaCl в среде. В случае использования концентрации NaCl в среде 200 мМ (на стадии предварительного эксперимента) экспланты не росли, быстро подсыхали и погибали.

Специфика реакций разных линий табака на засоление заключалась в скорости изменений показателей, особенно в снижении скорости роста и морфогенеза, в первую очередь – образования корня в условиях засоления. У регенерантов табака линии Wt засоление приводило к наиболее сильному снижению показателей выживаемости, органогенеза и роста осевых органов.

Трансформированные линии 3 и 29, сверхэкспрессирующие Fe-SOD из *Arabidopsis thaliana*, проявили наибольшую устойчивость к солевому стрессу, и в ходе культивирования имели достаточно высокие показатели органогенеза – максимальные количество и длину корней, интенсивный рост побега (прирост слегка уступал незасоленному контролю) и хорошее образование новых листьев. Линия 6214, экспрессирующая пластин-GFP, имела средние показатели устойчивости к солевому стрессу (лучше, чем Wt, но хуже линий 3 и 29). Таким образом, трансформированные линии табака оказались более солеустойчивыми относительно дикого типа. Максимальные значения по морфогенезу при засолении выявлены у линии 29.

Тяжелые металлы, в отличие от засоления, не показали значительного влияния на растения-регенеранты табака. Все растения на средах с добавлением 1 мМ ионов Pb<sup>2+</sup> или Zn<sup>2+</sup> характеризовались достаточно интенсивным образованием и ростом новых органов. Трансформированные линии, в отличие от дикого типа, имели наибольший ризогенез, особенно хорошо это было заметно на второй неделе роста. Таким образом, трансформированные линии были чуть более устойчивыми к тяжелым металлам, чем Wt.

Также можно отметить, что солевой стресс сильнее подавлял корнеобразование и рост осевых органов, чем действие тяжелых металлов.

Итак, изучение *in vitro* комплекса показателей морфогенеза у разных линий табака позволяет судить о специфической устойчивости к засолению и действию тяжелых металлов. В этом отношении трансформированные линии оказались более устойчивыми, чем Wt. В большинстве вариантов обнаружены достоверные различия, хотя не всегда значительные.

Культивирование трансформированных растений *in vitro* для оценки действия факторов среды позволяет оценить специфику реакций у отдельных линий и тем самым глубже понять вклад тех или иных генов в программу устойчивости к стрессорам различной природы.

#### Библиографический список

1. Алиева З. М., Омарова З. А. О связи реакции каллусов разных структур на засоление с солеустойчивостью культурных растений // Известия ВУЗов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2007. № 2. С. 77–79.
2. Башмаков Д. И., Лукаткин А. С. Эколого-физиологические аспекты аккумуляции и распределения тяжелых металлов у высших растений. Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2009. 236 с.
3. Effect of copper on pro- and atioxidative reactions in radish (*Raphanus sativus* L.) *in vitro* and *in vivo* / A. Lukatkin, I. Egorova, I. Michailova, P. Malec, K. Strzałka // J. of Trace Elements in Medicine and Biology. 2014. Vol. 28, № 1. P. 80–86. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtemb.2013.11.002>
4. Мокшин Е. В., Лукаткин А. С. Культура клеток и тканей растений : учебное пособие. Саранск : Изд-во Мордовского ун-та, 2012. 103 с.
5. Сергеев А. Н. Выращивание табака различных сортов. М. : АСТ; Донецк : Сталкер, 2005. 94 с.
6. Структурно-функциональные изменения клеток трансгенных растений семейства Solanaceae экспрессирующих ген FeSOD1, под действием солевого стресса / Е. Н. Баранова, И. А. Чабан, Е. М. Лазарева, Н. В. Кононенко, Л. В. Куренина, А. А. Гулевич,

Е. А. Смирнова // Трансгенные растения: технологии создания, биологические свойства, применение, биобезопасность : сб. статей по материалам VI Всерос. симпозиума (16–21 ноября 2016 г.). М., 2016. С. 12–15.

7. Activity of the photosynthetic apparatus and antioxidant enzymes in leaves of transgenic *Solanum lycopersicum* and *Nicotiana tabacum* plants, with *fesod1* gene / E. N. Baranova, E. K. Serenko, T. I. Balachnina, A. A. Kosobruhov, L. V. Kurenina, A. A. Gulevich, A. N. Maisuryan // Russian Agricultural Sciences. 2010. Vol. 36. P. 242–249.

## **ВЛИЯНИЕ ПОВЫШЕННЫХ ТЕМПЕРАТУР НА РАСТЕНИЯ КУКУРУЗЫ (ПРОДУКТИВНОСТЬ, ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ, ФЛУОРЕСЦЕНЦИЯ ХЛОРОФИЛЛА)**

*А. А. Галкина, И. Л. Бишарова, А. С. Гурьянова, А. С. Лукаткин  
Национальный исследовательский Мордовский государственный  
университет им. Н. П. Огарева», nasty.galkina98@yandex.ru*

В статье описано влияние повышенных температур на растения кукурузы и показано, что они вызывают морфологические изменения, нарушения физиологических и биохимических процессов, репродуктивной функции и снижают урожайность. Одним из критериев высокотемпературного стресса является изменение параметров флуоресценции хлорофилла (ФХ).

Ключевые слова: кукуруза, урожайность, повышенные температуры, повреждение, оценка, флуоресценция хлорофилла.

Изменение климата угрожает продовольственной безопасности во всем мире. В настоящее время по всей планете наблюдается глобальное потепление, что приводит к экстремальным климатическим аномалиям, таким, как сильные засухи, запредельные показатели температуры, сильные ветры, штормы и т. п.; прогнозируется, что в будущем они будут фиксироваться в возрастающем количестве. Все они негативно влияют на рост и развитие растений [1, 2].

Температурный фактор является наиболее важным для растительных организмов; он оказывает благоприятное воздействие на растения только в пределах от 15 до 35 °С, а все температуры ниже или выше этих показателей становятся для растений уже стрессовыми. Высокие температуры, как правило, неблагоприятны для сельскохозяйственных культур, и поэтому могут привести к снижению продуктивности [1, 3].

Кукуруза является культурой высокой продуктивности и разностороннего использования. Никакое другое растение не имеет такого обширного и разнообразного применения. Урожай кукурузы обеспечивает 19,5% всего продовольственного потребления [1]. Однако экстремально высокие и низкие температурные условия в период роста угрожают получению устойчивых урожаев кукурузы. Растения кукурузы особенно чувствительны к тепловому

стрессу ( $>30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), после которого наблюдается сильное снижение урожайности зерна.

Для оптимального роста растений кукурузы необходимы различные температуры днем и ночью, а также в течение всего вегетационного периода. Так, в дневное время оптимальная температура колеблется от  $25$  до  $33\text{ }^{\circ}\text{C}$ , тогда как ночью она варьирует от  $17$  до  $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Средняя оптимальная температура за весь вегетационный период будет составлять  $20\text{--}22\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Между тем растения кукурузы лучше произрастают при температуре  $25\text{--}28\text{ }^{\circ}\text{C}$  [1, 3].

Высокотемпературный стресс значительно снижает скорость роста и урожайность зерна за счет снижения всхожести семян и нарушения ряда физиологических процессов. Репродуктивная стадия наиболее чувствительна к сверхоптимальным температурам. Высокая температура на различных стадиях развития также может ухудшить качество зерна кукурузы. Замедленный рост и низкие фотосинтетические показатели вызывают ухудшение общей продуктивности кукурузы.

Во время цветения высокая температура отрицательно влияет на количество цветков, рыльцев пестиков, а также на развитие зерен. Температура воздуха выше  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$  подавляет оплодотворение кукурузы и наполнение зерна – процессы, которые непосредственно связаны с конечным выходом зерна [1]. Растения кукурузы, подверженные стрессу высокой температурой, неспособны превращать фотосинтаты в крахмал в пыльце. Таким образом, снижение количества пыльцы и ее жизнеспособности, нарушение синтеза крахмала сказываются негативно на процессе оплодотворения. Тепловой стресс во время репродуктивной фазы вызывает пересыхание рылец, стерильность пыльцы и плохое завязывание семян, что приводит к резкому снижению урожайности. Потеря урожайности в репродуктивной фазе из-за температурного стресса также связана с уменьшением количества зерен и их веса. Важно отметить, что при повышенных температурах нормальный процесс развития эндосперма в растениях кукурузы завершается полностью, но значительно ускоренными темпами. Более того, развитие эндосперма кукурузы ускоряется при повышенных дневной и ночной температурах, а не только при дневном потеплении; это предполагает, что воздействие температурного стресса сильно зависит от времени суток и тяжести стресса [1, 3].

Для того, чтобы оценить реакцию генотипов культурных растений на действие стрессора, необходимо иметь адекватные методы оценки степени изменений физиологических, биохимических и других параметров функционирования растения. С этой целью разработаны различные методы оценки устойчивости растений к тем или иным стрессовым факторам окружающей среды. Среди них часто используется метод определения состояния фотосинтетического аппарата (ФСА) по флуоресценции хлорофилла (ФХ) с помощью РАМ-флуориметра. Этот метод позволяет снимать значения на неотделенном листе целого растения. Любые воздействия со стороны внешних факторов очень быстро изменяют отдельные параметры ФХ, и детальный анализ этих

изменений позволяет точно вычленил этипы фотосинтеза, которые претерпевают нарушения [4].

Эксперименты по изучению влияния высоких температур проводили на молодых растениях кукурузы гибрида Делитоп, выращенных в течение 14 дней в сосудах с почвой (среднесуглинистый деградированный чернозем) в факторостатируемых условиях: освещенность люминесцентными лампами 2000 лк, фотопериод 16/8 ч (день/ночь), температура 21 °С. Сосуды с растениями разделяли на 2 группы и помещали на 24 ч в разные условия: первая группа находилась при температуре 21 °С (контроль), вторая – при температуре 40 °С (повышенная температура). Сразу после окончания температурного воздействия провели измерения ФХ на РАМ-флуориметре Junior РАМ (Walz, Germany). Опыты проводили 3 раза, в каждом было не менее 5 растений. В таблице приведены средние по каждому опыту и усредненные данные по всем опытам. Статистическую обработку результатов проводили по стандартным биометрическим методам. Достоверность различий с контролем определяли по t-критерию Стьюдента при P = 0,05.

Состояние фотосинтетического аппарата после воздействия температурного стрессора, изученное с помощью метода ФХ, было представлено следующими наиболее важными и информативными параметрами (табл.): Fv/Fm (максимальная квантовая эффективность фотосистемы II, ФС II); ETR (скорость транспорта электронов); Y(II) (фотохимическое использование энергии возбуждения в фотосистеме II при действующем свете); qL и qP (коэффициенты фотохимического тушения флуоресценции); NPQ и qN (нефотохимическое тушение флуоресценции). Большинство исследователей считает использование именно этих параметров ФХ, определяемых посредством РАМ-флуориметра, достаточным и эффективным для оценки реакции ФСА на внешние воздействия [4].

Таблица

**Параметры флуоресценции хлорофилла в листьях кукурузы после стресса высокой температуры**

Параметры ФХ	Температура, °С				Среднее (по температуре 40 °С)
	21 °С (контроль)	40 °С (I)	40 °С (II)	40 °С (III)	
Fv/Fm	0,666±0,01	0,508±0,01*	0,427±0,03*	0,528±0,02*	0,487±0,02*
ETR	41,7±4,9	63,3±3,5*	63,3±2,6*	65,8±3,8*	64,1±3,3*
Y (II)	0,086±0,01	0,131±0,007*	0,131±0,005*	0,136±0,007*	0,132±0,003*
qP	0,141±0,01	0,322±0,01*	0,382±0,02*	0,326±0,02*	0,343±0,02*
qL	0,061±0,007	0,221±0,01*	0,289±0,02*	0,221±0,02*	0,243±0,02*
qN	0,288±0,08	0,457±0,03*	0,425±0,05*	0,486±0,03*	0,456±0,04*
NPQ	0,313±0,01	0,533±0,06*	0,432±0,01*	0,552±0,06*	0,505±0,02*
Y (NPQ)	0,205±0,006	0,300±0,02*	0,256±0,04	0,305±0,02*	0,287±0,03*
Y (NO)	0,708±0,05	0,569±0,02*	0,612±0,04	0,558±0,02*	0,579±0,03*

Примечание: \* – различия с контролем достоверны при P = 0,05.

Данные таблицы показывают, что параметр  $F_v/F_m$ , который указывает на максимальный квантовый выход флуоресценции ФС II, после воздействия повышенных температур снизился. Однако параметр ETR, который определяет скорость транспорта электронов, в результате экспозиции растений кукурузы в условиях повышенной температуры возрос в 2 раза в сравнении с контролем.

Уровень эффективного выхода флуоресценции хлорофилла  $Y(II)$  оценивает фотохимическое использование энергии возбуждения ФС II при действующем свете. После экспозиции растений кукурузы в условиях повышенной температуры обнаружена тенденция к увеличению  $Y(II)$  относительно контроля. Также было отмечено возрастание после воздействия повышенной температуры коэффициентов фотохимического тушения ФХ  $qP$  и  $qL$ , которые указывают на долю открытых реакционных центров ФС II.

Два параметра нефотохимического тушения флуоресценции  $qN$  и NPQ характеризуют процесс тушения энергии возбуждения путем тилакоидных рН- и зеаксантин-зависимых процессов [4]. По нашим данным видно, что эти параметры были нестабильными, и после воздействия неблагоприятных температур у гибрида кукурузы Делитоп наблюдали как увеличение, так и снижение этих значений.

$Y(NPQ)$  и  $Y(NO)$  – квантовые выходы нефотохимического тушения флуоресценции. Параметр  $Y(NPQ)$  служит для количественной оценки доли энергии возбуждения, которая рассеивается в виде тепла через фотозащитные механизмы. Данные таблицы показывают, что этот показатель увеличился после воздействия повышенных температур. Вклад всех других нефотохимических потерь определяется с помощью параметра  $Y(NO)$ .

Таким образом, повышенные температуры в период вегетации кукурузы могут оказывать выраженное негативное действие на рост, физиологические и биохимические процессы, биомассу и урожай зерна. Для оценки силы стрессового воздействия можно использовать реакцию ФСА, определяемую по параметрам ФХ.

#### **Библиографический список**

1. Thermal stresses in maize: effects and management strategies / M. A. Waqas, X. Wang, S. A. Zafar, M. A. Noor, H. A. Hussain // *Plants*. 2021. № 10. Art. 293. doi.org/10.3390/plants10020293
2. Modeling impacts of climate change on crop yield and phosphorus loss in a subsurface drained field of Lake Erie region, Canada / Z. Wang, T. Q. Zhang, C. S. Tan, L. Xue, M. Bukovsky, Z. M. Qi // *Agricultural Systems*. 2021. Vol. 190. Art. 103110. doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103110
3. Individual and concurrent effects of drought and chilling stresses on morphophysiological characteristics and oxidative metabolism of maize cultivars / H. A. Hussain, M. Shengnan, S. Hussain, U. Ashraf, Q. Zhang, S. A. Anjum, I. Ali, L. Wang // *bioRxiv*. 2019. Art. 829309. doi.org/10.1101/829309
4. Лукаткин А. С., Тютяев Е. В. Определение состояния фотосинтетического аппарата высших растений при неблагоприятных воздействиях. Саранск : Изд-во Мордов. унта, 2017. 64 с.

## ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ПРОИЗРАСТАНИЯ НА СОСТОЯНИЕ ПИГМЕНТНОГО КОМПЛЕКСА РАСТЕНИЙ ЧЕРНИКИ

*М. Р. Герасимова*<sup>1</sup>, *Н. Н. Хасанов*<sup>1</sup>, *С. Ю. Огородникова*<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> *Вятский государственный университет*

<sup>2</sup> *Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, svetao\_05@mail.ru*

В статье представлены данные по содержанию пластидных пигментов в листьях черники из еловых и сосновых фитоценозов, которые расположены в подзоне южной тайги. Показано, что в листьях черники из ельников уровень фотосинтетических пигментов выше в 1,4 раза, по сравнению с сосняками. По показателям отношения пигментов и доли хлорофиллов в светособирающем комплексе растения черники из разных фитоценозов были близки.

Ключевые слова: черника обыкновенная, хлорофилл, каротиноиды, ельник, сосняк.

Черника обыкновенная или черника миртолистная (*Vaccinium myrtillus* L.) – листопадный кустарничек из семейства Вересковые (Ericaceae). Это – бореальный, арктический циркумполярный вид, который произрастает в темнохвойных и светлохвойных лесах. Массивы черничников распространены большей частью в ельниках и сосняках зеленомошно-черничных [1].

Пластидные пигменты играют важную роль в жизнедеятельности фототрофных организмов. Состояние фотосинтетического аппарата зависит от действия комплекса факторов, как природного, так и техногенного происхождения. Качественный и количественный состав пигментов является показателем приспособленности растения к условиям окружающей среды. Так, количество зеленых пигментов и каротиноидов, приходящееся на единицу веса, различно у растений, адаптированных к разным условиям освещения: наибольшее общее содержание хлорофиллов и каротиноидов наблюдается у теневыносливых растений. Соотношение хлорофиллов а/б также является показателем хроматической адаптации [2].

Целью работы было изучить содержание пластидных пигментов в листьях растений черники, произрастающих в разных типах лесных фитоценозов.

Исследования проводили на лесных участках, которые расположены в Оричевском районе Кировской области (подзона южной тайги). Участки различались по типу растительных ассоциаций: № 13 – ельник чернично-зеленомошный, № 17 – ельник-черничник с вейником, № 59 – осиново-ельник чернично-кисличный, № 19 – сосняк зеленомошный, № 112 – сосняк разнотравный.

Изучали накопление пигментов в листьях черники, пробы листьев отбирали в июле 2020 г. Содержание хлорофиллов а, б и каротиноидов определяли на спектрофотометре Specol-1300 (Германия) в ацетоновой вытяжке при

длинах волн 662, 644 (хлорофиллы) и 440,5 нм (каротиноиды) в 3-кратной биологической повторности [3].

Факторы среды, которые характерны для местообитания растений, оказывают влияние на количество и соотношение пластидных пигментов. Содержание пигментов в листьях черники зависело от условий произрастания – от типа фитоценоза. В ельниках содержание пластидных пигментов в листьях черники было выше, чем в сосновых фитоценозах (табл.).

Таблица

**Содержание пигментов в листьях черники (мг/г сухой массы)**

Номер участка	Содержание, мг/г сухой массы			а/б	Доля хл. в ССК	
	хлорофилл					
	а	б	а+б			
Еловые фитоценозы						
13	2,54±0,22	1,28±0,01	3,81	1,28±0,11	1,99	74
17	2,69±0,26	1,30±0,12	3,99	1,28±0,07	2,08	71
59	2,62±0,10	1,13±0,15	3,75	1,37±0,03	2,33	66
Сосновые фитоценозы						
19	1,76±0,12	0,83±0,06	2,60	0,94±0,09	2,12	70
112	1,87±0,02	1,00±0,06	2,87	0,96±0,05	1,88	76

Световые условия местообитания растений под пологом леса отличаются в ельниках и сосняках. В еловых фитоценозах сомкнутость крон выше, чем сосновых. Это приводит к меньшей освещенности растений травяно-кустарничкового яруса.

В листьях растений черники, произрастающей в сосняках, содержание хлорофилла а было близко и в среднем составляло 1,81 мг/г сухой массы (табл.). В листьях черники из ельников уровень хлорофилла а варьировал в пределах 2,54–2,69 мг/г сухой массы и был выше на 45%, по сравнению с сосняками. Растения черники из разных фитоценозов отличались по накоплению хлорофилла б. Повышенный уровень хлорофилла б отмечен в ельниках (среднее значение 1,23 мг/г сухой массы), в сосняках содержание хлорофилла б в листьях черники было ниже на 37%.

Одной из характеристик состояния фотосинтетического аппарата является отношение хлорофиллов а/б. Оно отражает активность «главного» хлорофилла а, чем выше соотношение, тем интенсивнее фотосинтез. Отношение хлорофиллов а/б в листьях черники из разных фитоценозов изменялось незначительно в пределах 2–2,13. Данные о соотношении хлорофиллов также свидетельствуют о проявлении у черники признаков теневыносливости. Показано, что соотношение хлорофиллов а/б меняется в ряду растений теневыносливые → светолюбивые → альпийские: 2,5 → 3,5–3,9 → до 5,5 [2].

Известно, что хлорофилл в хлоропластах выполняет разные функции: хлорофилл светособирающего комплекса (ССК), антенн и реакционных центров. Хлорофилл ССК осуществляет основное поглощение света, хлорофилл антенн передает и фокусирует световую энергию в реакционные центры, где происходит ее превращение в химическую [4]. В ССК соотношение хлоро-

филлов а/б составляет 1,1–1,3 [5]. В листьях черники из разных фитоценозов большая часть хлорофилла была сосредоточена в ССК. Доля хлорофилла в ССК варьировала в небольшом диапазоне 70–73%.

Величина соотношения хлорофиллы/каротиноиды в листьях черники варьировала в диапазоне 2,7–3,1, что вполне согласуется с данными [6].

Каротиноиды играют важную роль в фотосинтезе, выполняют функции светосборщиков и фотопротекторов. Содержание каротиноидов в листьях черники, произрастающей в еловых лесах, было выше на 40%, по сравнению с сосняками. Данная зависимость отмечена нами и для хлорофиллов. Повышенное накопление пластидных пигментов в листьях растений черники, в ельниках, по-видимому, обусловлено адаптацией пигментного комплекса к условиям низкой освещенности.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что состояние пигментного комплекса листьев черники определяется условиями произрастания, и в значительной степени условиями освещения. В листьях черники в ельниках содержится больше пластидных пигментов (в 1,4 раза), по сравнению с сосняками. Это направлено на более эффективное поглощение солнечного света листьями в условиях затенения. По показателям отношения хлорофиллов а/б и доли хлорофиллов в ССК растения из разных фитоценозов были близки. Отсутствие различий по данным характеристикам у черники из разных фитоценозов является показателем приспособления растений к условиям обитания.

*Работа выполнена в рамках государственного задания Института биологии Коми НЦ УрО РАН по теме «Оценка и прогноз отсроченного техногенного воздействия на природные и трансформированные экосистемы подзоны южной тайги» № 0414-2018-0003.*

#### **Библиографический список**

1. Леса Кировской области / под ред. А. И. Видякина, Т. Я. Ашихминой, С. Д. Новоселова. Киров : ОАО «Кировская областная типография», 2008. 400 с.
2. Горышина Т. К. Фотосинтетический аппарат растений и условия среды. Л. : Изд-во Ленинград. ун-та, 1989. 180 с.
3. Шлык А. А. Определение хлорофиллов и каротиноидов в экстрактах зеленых листьев // Биохимические методы в физиологии растений. М. : Наука, 1971. С. 154–170.
4. Дымова О. В., Головкин Т. К. Фотосинтетические пигменты: функционирование, экология, биологическая активность // Известия Уфимского научного центра РАН. 2018. № 3 (4). С. 5–16. doi: 10.31040/2222-8349-2018-4-3-5-16.
5. Lichtenthaler H. K. Chlorophylls and Carotenoids Pigments of Photosynthetic Biomembranes // Methods in Enzymology. 1987. Vol. 148. P. 350–382.
6. Сравнительное исследование роста, фотосинтеза и дыхания некоторых бореальных видов в условиях средней и крайне-северной тайги / Е. В. Гармаш, С. П. Маслова, И. В. Далькэ, С. Н. Плюснина // Теоретическая и прикладная экология. 2014. № 2. С. 91–100. doi: 10.25750/1995-4301-2014-2-091-100

## ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ РЕАКЦИИ ПИГМЕНТНОГО КОМПЛЕКСА ГИБРИДОВ ПШЕНИЦЫ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ ИОНОВ АЛЮМИНИЯ

*О. С. Амунова*

*Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого,  
yuzhnoe5@mail.ru*

В работе представлены результаты оценки структуры пигментного комплекса гибридов F<sub>4</sub>, полученных путем полных топкроссов 8 сортов мягкой яровой пшеницы, различающихся уровнем потенциальной алюмоустойчивости и продуктивностью в условиях Кировской области. Выделены гибридные комбинации, представляющие ценность с точки зрения эдафической селекции.

Ключевые слова: мягкая яровая пшеница, эдафическая селекция, гибриды, пигментный комплекс, фотосинтетические пигменты.

Основой эдафической селекции является создание сортов, сочетающих высокую потенциальную продуктивность и качество продукции с устойчивостью к наиболее распространенным почвенным стрессорам [1, 2]. Для дерново-подзолистых почв Кировской области – это низкое естественное плодородие [3] и низкий уровень рН почвенного раствора, обусловленный повышенным содержанием ионов алюминия. Получение гарантированных урожаев на таких почвах зависит от введения в производство алюмо-(кислото) устойчивых сортов. Экологическая устойчивость растений позволит сократить дорогостоящую мелиорацию кислых почв, станет действенным средством защиты посевов от стрессовых факторов среды [4].

Критическим параметром успешного создания устойчивых к стрессорам сортов является изначальное генотипическое разнообразие растительных популяций по изучаемому показателю [5]. Необходимо оценить и выделить исходные формы, получить гибридный материал и изучить его адаптивные свойства в различных условиях среды – оптимальных (или близких к ним) и стрессовых.

Поскольку урожай зерновых культур обеспечивается эффективной работой фотосинтетического аппарата, оценка фотосинтетических функций и структур становится неотъемлемой частью изучения продуктивности селекционного материала [6]. Преобладающей формой хлорофилла у наземных растений, как известно, является *Chl a*, представленный и в реакционных центрах (РЦ) фотосистем и в светособирающих комплексах (ССК) хлоропластов [7]. В ССК расположен также другой пигмент – *Chl b*. Молекулы хлорофиллов ССК, поглощая энергию света, передают ее в РЦ. В реализации фотосинтетической функции листа, по мнению ряда авторов [8], важно не столько содержание хлорофилла, сколько организация его в ССК и фотосистемах мембран хлоропластов. Каротиноиды (*Car*) также вносят вклад в сбор световой

энергии. Кроме того, они помогают рассеивать избыток энергии, предохраняя фотосистему от повреждения, если интенсивность света превосходит нужды фотосинтеза [9]. Ввиду важности пигментов для функционирования листьев, варьирование их содержания может информировать о физиологическом состоянии листового аппарата [10], а снижение их содержания является видимым индикатором стресса [11].

В связи с вышеизложенным, целью настоящей работы было сравнительное изучение реакции пигментного комплекса пшеницы на развитие в условиях алюмокислого стресса.

Для реализации поставленной цели, в 2020 г. на полях ФАНЦ Северо-Востока и Фаленской селекционной станции изучались гибриды (F<sub>4</sub>), полученные путем полных топкроссов с участием 8 исходных форм, выделенных в результате изучения уровня потенциальной алюмоустойчивости 113 образцов мягкой яровой пшеницы из коллекции ВИР [5]. Согласно дендрограмме кластерного анализа, проведенного на основании интегральной оценки проростков, отцовские и материнские формы находились в отдаленных кластерах. Отцовские формы обладали высокой устойчивостью к ионам алюминия: Горноуральская (РФ, Свердловская обл.), Лютеценс 30 (РФ, Самарская обл.), Серебристая (РФ, Омская обл.) и Jasna (Польша). Материнские формы – Алтайская 530 (РФ, Алтайский край), Баганская 95 (РФ, Новосибирская обл.), Тюменская 26 (РФ, Тюменская обл.) и Карабалыкская 95 (Казахстан) – проявили умеренную устойчивость, либо чувствительность к ионам алюминия, но в условиях Кировской области характеризовались высокой продуктивностью.

Агротехника – общепринятая для зоны. Посев проводили по чистому пару в оптимальные сроки на делянках площадью 4,5 м<sup>2</sup> с нормой высева 5 млн. всхожих семян на 1 га. Почвы опытных участков отличались кислотностью и содержанием подвижных ионов алюминия (табл. 1).

Таблица 1

**Агрохимическая характеристика почвенных участков ФАНЦ Северо-Востока и Фаленской селекционной станции**

pH <sub>KCl</sub>	Нг, мг-экв на 100 г почвы	Al, мг/кг почвы	Обменная кислотность, мг-экв/100 г почвы	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Гумус, %
				(по Кирсанову), мг/кг		
Почвенный участок, г. Киров (фон 1)						
4,30±0,03	1,47±0,28	5,40±0,12	1,42±0,03	166±11	175±13	2,02±0,06
Почвенный участок, п. Фаленки (фон 2)						
3,81±0,02	2,87±0,54	211,00±4,00	2,52±0,06	172±5	159±3	2,02±0,09

Состояние фотосинтетического аппарата оценивали по содержанию пигментов (мг) в 1 г сухой массы флаговых листьев, распределению хлорофиллов между РЦ фотосистем и ССК хлоропластов, соотношению различных форм пигментов [12]. Для этого проводили фотометрический анализ вытяжек листьев на спектрофотометре UNmini-1240 (SHIMADZU Corporation, Japan)

по методике [13]. В качестве экстрагента применяли 100% ацетон. На момент отбора проб листьев растения находились в фазе цветения.

Анализ элементов структуры продуктивности и учет урожайности проводили согласно методическим указаниям ВИР [14, 15].

Полученные данные обрабатывали статистически с использованием пакетов программ Microsoft Office Excel 2007.

Анализ пигментного комплекса пшеницы гибридных популяций F<sub>4</sub> показал, что в оптимальных условиях (фон 1) в 1 г сухой массы листьев содержалось в среднем 10,7 ± 0,2 мг *Chl a*, 7,2 ± 0,2 мг *Chl b* и 2,6 ± 0,1 мг *Car*. Избыточное количество ионов алюминия, находящееся в почве (фон 2) привело к снижению количества хлорофиллов, в среднем на 16,9% (*Chl a*) и 37,6% (*Chl b*), при этом содержание *Car* изменилось незначительно (табл. 2).

Таблица 2

**Относительные показатели содержания фотосинтетических пигментов (%) во флаговых листьях гибридов пшеницы в фазу цветения (фон 2/фон 1)**

Гибридная комбинация	Пигменты			<i>Chl a</i> / <i>Chl b</i>	<i>(Chl a+Chl b)</i> / <i>Car</i>	Доля <i>Chl a</i> в ССК
	<i>Chl a</i>	<i>Chl b</i>	<i>Car</i>			
Алтайская 530 x Лютесценс 30	78,1	61,4	92,4	127,0	77,3	86,0
Алтайская 530 x Jasna	57,4	37,2	78,2	152,5	64,3	77,0
Алтайская 530 x Горноуральская	87,7	63,4	106,3	137,2	72,6	82,0
Алтайская 530 x Серебристая	84,0	63,7	103,8	131,7	73,1	83,9
Баганская 95 x Лютесценс 30	81,8	59,9	99,5	135,9	73,4	82,1
Баганская 95 x Jasna	85,0	56,7	111,0	149,3	66,0	77,5
Баганская 95 x Горноуральская	78,4	57,7	96,4	135,3	72,6	82,4
Баганская 95 x Серебристая	85,7	73,6	90,4	116,0	89,9	90,6
Карабалыкская 98 x Лютесценс 30	79,7	60,2	90,6	132,9	79,6	83,8
Карабалыкская 98 x Jasna	79,9	66,3	92,5	120,1	80,4	88,8
Карабалыкская 98 x Горноуральская	92,2	74,8	95,5	122,7	90,2	87,7
Карабалыкская 98 x Серебристая	97,4	81,2	105,2	118,1	106,6	89,8
Тюменская 26 x Лютесценс 30	91,6	68,6	108,6	133,2	75,9	83,6
Тюменская 26 x Jasna	87,1	63,3	107,7	137,6	71,6	82,0
Тюменская 26 x Серебристая	83,7	58,8	110,9	143,1	65,5	81,0
<b>Среднее</b>	<b>83,1</b>	<b>62,4</b>	<b>99,0</b>	<b>132,2</b>	<b>75,3</b>	<b>83,7</b>

Результатом перестройки пигментного комплекса растений в стрессовых условиях стало и снижение (на 24,6%) соотношения *(Chl a + Chl b) / Car*, и увеличение (на 32,2%) весового соотношения *Chl a / Chl b*. Отмечено, что в стрессовых условиях снизилась доля *Chl a* в ССК хлоропластов, т.е. значи-

тельная часть пигмента (25,9%) сконцентрировалась в РЦ фотосистем, в то время как в оптимальных условиях его доля в РЦ составила 11,4%. Подобная реакция пигментного комплекса наблюдалась ранее при изучении реакции на алюмоокислый стресс сортов пшеницы [16]. Было высказано предположение, что воздействие ионов алюминия увеличивает потребности растений в энергетических соединениях, что провоцирует переход части молекул *Chl a* из антенных комплексов в РЦ фотосистем.

В условиях повышенной кислотности почвы отмечали различную реакцию пигментного комплекса гибридов пшеницы. Сильный стресс испытывали растения из комбинации Алтайская 530 x Jasna – снижение количества пигментов всех типов составило 21,9...62,8%. Наименьшее влияние стрессора отмечено у растений гибридной комбинации Карабалыкская 98 x Серебристая – в хлоропластах снизилось содержание *Chl b* (на 18,8%), а количество *Chl a* и *Car* статистически значимо не изменилось. Слабая модификация структуры пигментного комплекса отмечена в комбинации Баганская 95 x Серебристая: весовое соотношение *Chl a / Chl b* в стрессовых условиях по сравнению с оптимальными возросло на 16,3%, соотношение (*Chl a + Chl b*) / *Car* снизилось на 10,9%, доля *Chl a* в ССК хлоропластов на 9,4% была ниже значений, отмеченных в оптимальных условиях. Данные гибридные комбинации пшеницы представляют наибольший интерес для эдафической селекции.

Расчет коэффициентов парных корреляций между относительным содержанием пигментов в листьях в фазу цветения (фон 2 / фон 1) и относительными показателями отдельных элементов структуры продуктивности показал, что гибридные комбинации пшеницы, которые в меньшей степени снизили содержание *Chl a*, имели преимущество по высоте ( $r = 0,57$ , достоверно при  $p \leq 0,05$ ). Высота растений, в свою очередь, коррелировала с урожайностью ( $r = 0,64$ , достоверно при  $p \leq 0,01$ ) на алюмоокислых почвах. Комбинации  $F_4$  с повышенным содержанием каротиноидов в стрессовых условиях, имели большее количество колосков в главном колосе ( $r = 0,51$ ) и характеризовались меньшим снижением массы зерна с колоса и растения ( $r = 0,51$ , при  $p \leq 0,05$ ).

В целом, в условиях стресса у растений пшеницы отмечалось усложнение системы взаимозависимостей в развитии отдельных признаков по сравнению с оптимальными условиями, т.е. происходила значительная перестройка генетически обусловленных связей. Разрушилась одна и образовалось 28 новых, достоверных связей между содержанием пигментов и элементами структуры продуктивности. Это может свидетельствовать об изменении генетического контроля развития некоторых признаков без изменения генотипа растения [17] и подтверждает мнение [18] о том, что изменения структуры связей отражают возможность переключения механизмов регуляции, направляющих процессы роста и морфогенеза, а это – дополнительный способ адаптации к условиям среды.

### Библиографический список

1. Баталова Г. А., Лисицын Е. М. Генотипическая корреляция в селекции овса на кислотоустойчивость // Российская сельскохозяйственная наука. 2002. № 4. С. 6–9.
2. Lisitsyn E. M., Shchennicova I. N., Shupletsova O. N. Cultivation of barley on acid sod-podzolic soils of north-east of Europe. Barley: Production, Cultivation and Uses. Ed. S. V. Elfson. New-York : Nova Publ, 2011. P. 49–92.
3. Шихова Л. Н., Лисицын Е. М. Сезонная динамика кислотности естественной и мелиорированной дерново-подзолистой почвы // Плодородие. 2014. № 6 (81). С. 40–41.
4. Амунова О. С., Лисицын Е. М. Сравнительная алюмоустойчивость сортов мягкой яровой пшеницы, выведенных в Сибири и европейской части России // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2014. № 5 (42). С. 4–9.
5. Лисицын Е. М., Амунова О. С. Генетическое разнообразие сортов яровой мягкой пшеницы по алюмоустойчивости // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2014. Т. 18, № 3. С. 497–505.
6. Перспективы молекулярного маркирования признаков, отвечающих за фотосинтетические показатели у риса / Д. В. Крутенко, Ю. К. Гончарова, В. В. Гронин, Н. А. Очкас, Е. В. Литвинова, Я. В. Тарасов // Аграрная наука в XXI веке: проблемы и перспективы : материалы III Всерос. науч.-практ. конф. Саратов : ФГОУ ВПО Саратовский ГАУ, 2009. С. 193–195.
7. Croce R., van Amerongen H. Natural strategies for photosynthetic light harvesting // Nature Chemical Biology. 2014. 10. P. 492–501. <https://doi.org/0.1038/nchembio.1555>
8. Мокронос А. Т., Гавриленко В. Ф., Жигалова Т. В. Фотосинтез: физиологические и биохимические аспекты. М. : Изд-во Моск. ун-та, 2006. 448 с.
9. Demming-Adams B., Adams III, W.W. The role of xanthophylls cycle carotenoids in the protection of photosynthesis // Trends and Plant Science. 1996. Vol. 1. P. 21–27.
10. Баталова Г. А., Лисицын Е. М. Динамика относительного содержания фотосинтетических пигментов в листьях овса // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2013. № 6 (37). С. 9–12.
11. Trichomes and photosynthetic pigment composition changes: responses of *Quercus ilex* subsp. *Ballota* (Desf.) Samp. and *Quercus coccifera* L. to Mediterranean stress conditions / F. Morales, A. Abadia, J. Abadia, G. Montserrat, E. Gil-Pelegrin // Trees. 2002. Vol. 16. P. 504–510.
12. Lichtenthaler H. K., Bushmann C. Chlorophylls and carotenoids: measurement and characterization by UV-VIS spectroscopy // Current Protocols in Food Analytical Chemistry. 2001. F4.3.1–F4.3.8.
13. Головки Т. К., Табаленкова Г. Н., Дымова О. В. Пигментный комплекс растений Приполярного Урала // Ботанический журнал. 2007. Т. 92, № 11. С. 1732–1742.
14. Градчанинова О. Д., Филатенко А. А. и др. Изучение коллекции пшеницы // Методические указания. Л. : ВИР, 1985. 26 с.
15. Пополнение, сохранение в живом виде и изучение мировой коллекции пшеницы, эгилопса и тритикале / А. Ф. Мережко, Р. А. Удачин, Е. В. Зуев, А. А. Филатенко, А. А. Сербин, О. А. Ляпунова, В. Ю. Косов, У. К. Куркиев, Т. В. Охотникова, Н. А. Наврузбеков, Р. Л. Богуславский, А. К. Абдулаева, Н. Н. Чикида, О. П. Митрофанова, С. А. Потокина // Методические указания. СПб. : ВИР. 1999. 81 с.
16. Амунова О. С. Сравнение реакции пигментного комплекса листьев мягкой яровой пшеницы на повышенную кислотность почвы и ионы алюминия // Актуальные проблемы экологии и природопользования : материалы науч.-практ. конф.: в 2 ч. Киров : Вятская ГСХА, 2017. Ч. 2. С. 144–147.
17. Зубкова О. А., Русских Е. А., Лисицын Е. М. Ионы тяжелых металлов как модификаторы комплекса корреляционных связей растений пшеницы // Знания молодых: наука,

практика и инновации : сб. науч. трудов в 2 ч. Киров : ФГБОУ ВПО Вятская ГСХА, 2013. Ч. 2. С. 40–43.

18. Ростова Н. С. Корреляции: структура и изменчивость. СПб. : Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2002. 308 с.

## **МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АДАПТАЦИИ И ПОТЕНЦИАЛ К ФИТОСТАБИЛИЗАЦИИ У *ТУРНА LATIFOLIA* L. В УСЛОВИЯХ ЭКСТРЕМАЛЬНОГО ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ**

**Г. И. Ширяев, П. Е. Новиков, М. Г. Малева, Г. Г. Борисова**  
Уральский федеральный университет  
им. первого Президента России Б.Н. Ельцина,  
*schiriaev.grisha@yandex.ru*

В статье представлены результаты исследования морфофизиологических параметров *Typha latifolia* при различных уровнях техногенного загрязнения. Изучено накопление металлов и их распределение в растении. Показано, что в условиях техногенного загрязнения среды у рогоза происходят изменения структурных и физиолого-биохимических параметров листа.

Ключевые слова: гелофит, тяжелые металлы, фиторемедиация, физиолого-биохимические параметры, мезоструктура.

Исследование проводили в районе Карабашского медеплавильного комбината (КМК, Челябинская область). В зоне КМК наблюдается высокое содержание тяжелых металлов (ТМ), а также низкие значения рН воды [1]. Изучение в этих условиях таких прибрежно-водных растений как *Typha latifolia* L. (рогоз широколистный) особенно актуально, поскольку они играют важную роль в самоочищении природных экосистем. Помимо этого, многими авторами показана высокая устойчивость рогоза к сильному загрязнению ТМ и низким значениям рН [2, 3].

Цель исследования – изучить накопление ТМ и морфофизиологические изменения у *T. latifolia* в условиях экстремального техногенного воздействия, для определения его адаптивных реакций и потенциала к фиторемедиации.

Исследование проводили в районе г. Карабаша в июле 2016–2018 гг. на пяти участках (уч.): уч. 1 (оз. Иртяш; 55 км от КМК, «условный» фон), уч. 2 (р. Егоза; 34 км от КМК), уч. 3 (р. Ольховка; 5 км от КМК), уч. 4 (р. Сак-Элга; 2,6 км от КМК), уч. 5 (хвостохранилище; 1,6 км от КМК). Содержание ТМ в пробах воды, седиментов и растительном материале (листья и корни *T. latifolia*) определяли при помощи атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (iCAP 6500 Duo, «Thermo Scientidic», США), после озоления 70% азотной кислотой (осч.). Величину рН и удельную электропроводность воды измеряли с использованием рН-метра/кондуктометра («Hanna Instruments», Германия). Суммарный индекс токсической нагрузки ( $S_i$ ) рассчитывали по формуле [4]:  $S_i = (1/n)\Sigma(C_i/C_{фон})$ , где  $C_i$  – концентрация

ТМ в воде/седиментах загрязненного участка, *Сфон* – концентрация ТМ в воде/седиментах наименее загрязненного участка, *n* – число исследованных ТМ. Коэффициент транслокации (КТ) определяли как отношение содержания ТМ в листьях к содержанию ТМ в корнях. Мезоструктурные параметры были определены по методике А. Т. Мокроносова и Р. А. Борзенковой [5]. Содержание фотосинтетических пигментов, малонового диальдегида (МДА) как одного из продуктов перекисного окисления липидов и неферментативных антиоксидантов (пролина, фенольных соединений и растворимых тиолов) определяли согласно методикам, указанным в [6–8].

В результате длительного техногенного воздействия произошло повышение кислотности и электропроводности на исследуемых участках. Расчет суммарного индекса токсической нагрузки по содержанию девяти металлов (Fe, Cu, Zn, Mn, Pb, Ni, Hg, Cd и Co) показал, что на участках 3–5 происходило существенное загрязнение воды и седиментов ТМ (табл.). Максимальные концентрации, как в воде, так и в седиментах, были отмечены для Fe, Cu, Zn и Mn.

Таблица

**Показатели *Si*, pH и электропроводности воды и седиментов из исследованных водных объектов**

Участки отбора проб	pH	<i>Si</i> , вода	<i>Si</i> седименты	Электропроводность, мкСм/см
Участок 1	6,9±0,1	1	1	392,7±33,2
Участок 2	6,8±0,2	7	2	551,3±35,3
Участок 3	4,9±0,3	61	13	2545,0±119,8
Участок 4	5,2±0,2	133	26	656,7±20,2
Участок 5	3,3±0,2	706	34	7876,7±59,3

Расчет КТ у *T. latifolia* показал, что наибольшее количество ТМ (за исключением Mn) накапливалось корнями растения, что свидетельствует о развитых барьерных механизмах. Рогоз накапливал более значительные количества Zn, Mn, Cd и Fe, чем показано другими авторами [3, 9]. Очевидно, это связано с намного более сильным уровнем загрязнения и подкисления среды в окрестностях КМК.

Для *T. latifolia* характерен изолатерально-изопалисадный тип мезофилла, с двумя типами клеток: губчатыми и столбчатыми. В условиях техногенной нагрузки происходило изменение параметров структуры листа: увеличивалась его толщина (на 20–31%) за счет аэренхимы и эпидермиса. При этом наблюдалось существенное увеличение объема клеток мезофилла (на 20–40%) при уменьшении их количества (на 8–31%). Определение количества и объема хлоропластов не показало достоверных изменений этих параметров на загрязненных участках.

Содержание фотосинтетических пигментов достоверно снижалось (на 10–42%) на загрязненных участках без изменения соотношения между ними. Увеличение содержания МДА и неферментативных антиоксидантов (пролина, фенольных соединений и растворимых тиолов) указывает на окислительный стресс, который испытывали растения (рис.). Расчет ранговых коэффи-

циентов корреляции Спирмена показал, что содержание МДА в наибольшей степени коррелировало с уровнем токсической нагрузки ( $r = 0,93$ ,  $n = 20$ ,  $p < 0,05$ ). Остальные параметры также представляются достаточно информативными биомаркерами загрязнения.

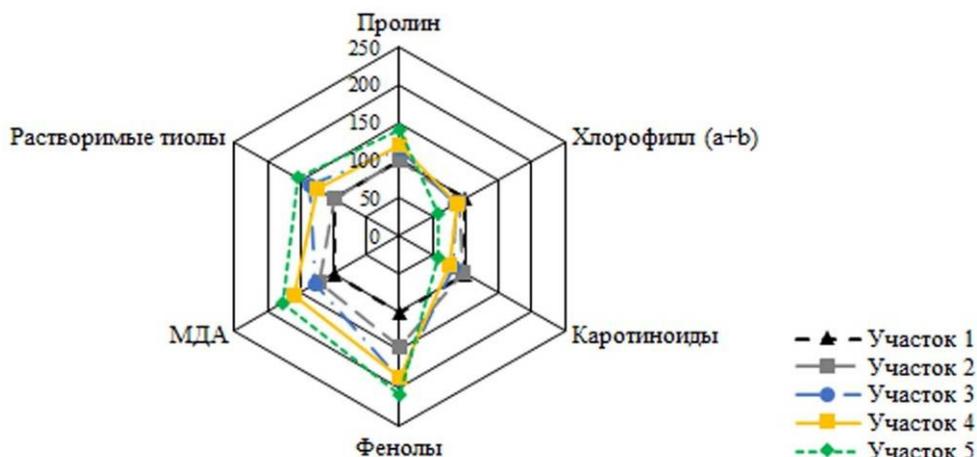


Рис. Физиолого-биохимические параметры *Typha latifolia* из водных объектов с разным уровнем техногенного загрязнения. Данные указаны в процентах от фонового участка (участок 1–100%)

Таким образом, на основе проведенных исследований можно заключить, что *T. latifolia* обладает высокой устойчивостью к техногенному загрязнению и имеет потенциал для использования в ризофильтрации, фитостабилизации и биомониторинге загрязненных металлами территорий. Содержание малонового диальдегида, пролина, фенольных соединений и растворимых тиолов в листьях *T. latifolia* можно использовать в качестве биомаркеров уровня загрязнения окружающей среды.

#### Библиографический список

1. Toxic metal(loid)s contamination and potential human health risk assessment in the vicinity of century-old copper smelter, Karabash, Russia / A. Kumar, Tripti, M. Maleva, I. Kiseleva, S. K. Maiti, M. Morozova // *Environmental Geochemistry and Health*. 2020. No. 12. P. 4113–4124. doi:10.1007/s10653-019-00414-3
2. Kumari M., Tripathi B. D. Effect of *Phragmites australis* and *Typha latifolia* on biofiltration of heavy metals from secondary treated effluent // *International journal of environmental science and technology*. 2015. Vol. 12, No. 3. P. 1029–1038. doi: 10.1007/s13762-013-0475-x
3. Taylor G. J., Crowder A. A. Uptake and accumulation of heavy metals by *Typha latifolia* in wetlands of the Sudbury, Ontario region // *Canadian Journal of Botany*. 2011. Vol. 61, No. 1. P. 63–73. doi: 10.1139/b83-005
4. Безель В. С., Жуйкова Т. В., Позолотина В. Н. Структура ценопопуляций одуванчика и специфика накопления тяжелых металлов // *Экология*. 1998. № 5. С. 376–382.
5. Мокронос А. Т., Борзенкова Р. А. Методика количественной оценки структуры и функциональной активности фотосинтезирующих тканей и органов // *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 1978. Т. 61, № 3. С. 119–133.

6. Lichtenthaler H. K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic membranes // *Methods in Enzymology*. 1987. Vol. 148. P. 350–383. doi: 10.1016/0076-6879(87)48036-1

7. Singleton V. L., Orthofer R., Lamuela-Raventos R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin–Ciocalteu reagent // *Methods in Enzymology*. 1999. Vol. 299. P. 152–178. doi: 10.1016/S0076-6879(99)99017-1

8. Методы оценки антиоксидантного статуса растений: учеб.-метод. пособие / Г. Г. Борисова, М. Г. Малева, Г. Ф. Некрасова, Н. В. Чукина. Екатеринбург : Уральский федеральный ун-т им. первого Президента России Б. Н. Ельцина, 2012. 72 с.

9. Manios T., Stentiford E. I., Millner P. A. The effect of heavy metals accumulation on the chlorophyll concentration of *Typha latifolia* plants, growing in a substrate containing sewage sludge compost and watered with metaliferus water // *Ecological Engineering*. 2003. Vol. 20, No. 1. P. 65–74. doi: 10.1016/S0925-8574(03)00004-1

## НАКОПЛЕНИЕ МАРГАНЦА В КОРНЯХ РАСТЕНИЙ ЯЧМЕНЯ

**О. А. Симонова**

*ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, simolga07@gmail.com*

В работе представлено накопление марганца в корнях разных сортов растений ячменя. Исследования проводили в водной культуре, марганец вносили в виде соли  $MnSO_4 \times H_2O$  в концентрациях 30, 60 и 90 мг/л. Содержание элемента в корнях определяли на атомно-абсорбционном спектрофотометре. Выявлено, что накопление марганца зависит от его концентрации в среде выращивания растений и отличается у разных сортов. Максимальное содержание марганца было зафиксировано у сорта Фермер и составило 16624,1 мг/кг при дозе элемента в растворе 90 мг/л.

Ключевые слова: сорт, доза, концентрация, ионы марганца (II).

На жизнедеятельность растений оказывают влияние многие факторы, в том числе химические свойства почвы. Отклонение условий среды от оптимальных для роста растений условий приводит к замедлению их развития и даже к гибели. Для дерново-подзолистых почв Кировской области одним из основных лимитирующих факторов является кислотность почвы. Кроме того, отрицательное действие кислотности почв на растения заключается в накоплении в них избыточных количеств марганца [1]. Наземные растения поглощают тяжелые металлы (ТМ) в основном из почвы, а в кислых почвах увеличивается содержание растворимых, главным образом двухвалентных форм марганца, наиболее доступных для растений [2].

Марганец, с одной стороны, является элементом, необходимым для роста и развития растений. Но при избыточном содержании данный элемент может оказывать на них негативное влияние. В условиях действия различных абиотических стрессовых факторов значительную роль в успешном развитии растений играют корневые системы. Корни являются первым барьером на пути транспорта ионов металлов из почвы в растение, поэтому именно они бе-

руг на себя основную функцию по аккумуляции и детоксикации тяжелых металлов (ТМ) [3]. Следовательно, параметры устойчивости корневых систем могут служить экспрессной информацией о реакции растений на ионную токсичность и успешно использоваться, например, в селекции зерновых культур на устойчивость [4].

Устойчивость отличается у разных видов растений. Например, среди зерновых культур пшеница и ячмень наиболее чувствительны к кислотности почвы. Кроме того, устойчивость различна и у сортов одной и той же культуры. Накопление ТМ также зависит от вида и сорта растений и может отличаться по их содержанию до 100 и более раз [5, 6].

Объектами исследования служили растения ячменя сортов: Белгородский 100; 346–09; 29–11; Фермер; Форвард; Бионик из рабочей коллекции лаборатории селекции и первичного семеноводства ячменя ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока.

Ячмень выращивали на питательном растворе Кнопа ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  – 1;  $\text{K}_3\text{PO}_4$  – 0,25;  $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$  – 0,25;  $\text{KCl}$  – 0,125 г. на 1 л воды) – в течение 14-и суток в естественных условиях. Семена ячменя в количестве 33 штуки помещали в рулоны из фильтровальной бумаги в 3-х кратной повторности. Марганец вносили в питательную среду в виде соли  $\text{MnSO}_4 \times \text{H}_2\text{O}$  в концентрации 30, 60 и 90 мг/л действующего вещества (д. в.). Контрольным фоном служил раствор Кнопа без добавления соли марганца (II).

Выбор концентраций ионов марганца (II) был обусловлен тем, что предельно допустимые концентрации (ПДК) подвижных соединений марганца (извлекаемых ацетатно-аммонийным буфером с  $\text{pH}=4,8$ ) для дерново-подзолистых почв с  $\text{pH}=4,0$  в соответствии с ГН 2.1.7.2041-06 составляет 60 мг/кг. Вносимые дозы марганца соответствовали 0,5; 1 и 1,5 ПДК.

Содержание марганца определяли в корнях растений ячменя на атомно-абсорбционном спектрофотометре.

Для подготовки проб растений сначала проводили их минерализацию методом сухого озоления по ГОСТ 26657-97. Зола смачивали несколькими каплями дистиллированной воды, затем к золе прибавляли по 7,5 см<sup>3</sup> азотной кислоты разбавленной ( $\text{HNO}_3$ ) (1:1) и нагревали на электроплитке до кипения. Содержимое тигля фильтровали в мерную колбу вместимостью 50 см<sup>3</sup>, доводя объем раствора до метки.

Согласно полученным данным, содержание марганца в корнях и побегах растений исследуемых сортов ячменя в контрольном варианте варьировало от 67,0 до 366,4 и от 6,7 до 61,9 мг/кг соответственно (рис. 1).

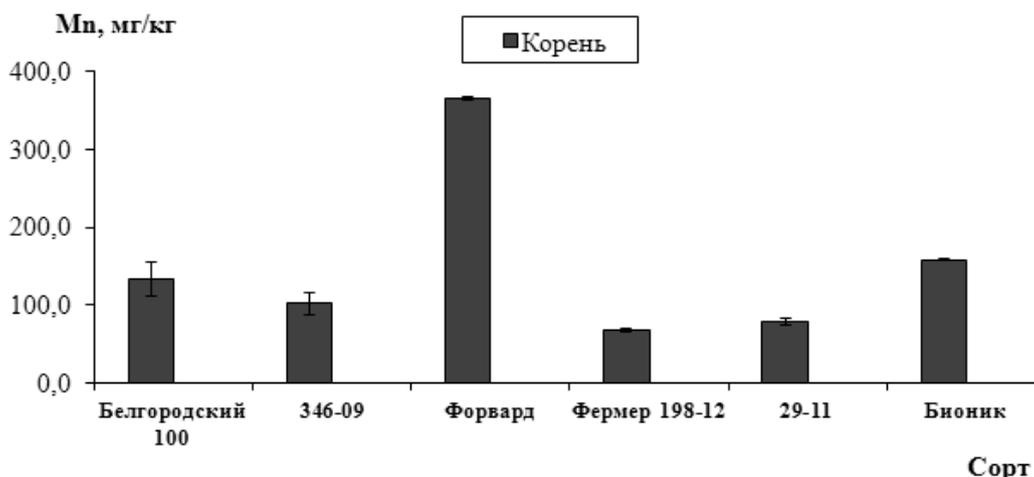


Рис. 1. Содержание марганца в органах ячменя контрольного варианта

При этом, по сравнению со стандартным сортом у сортов Фермер и 29–11 содержание элемента в корнях оказалось ниже, а у сортов Форвард и Бионик, наоборот, выше.

Добавление ионов марганца (II) в среду выращивания привело к значительному увеличению его накопления в корнях (рис. 2).

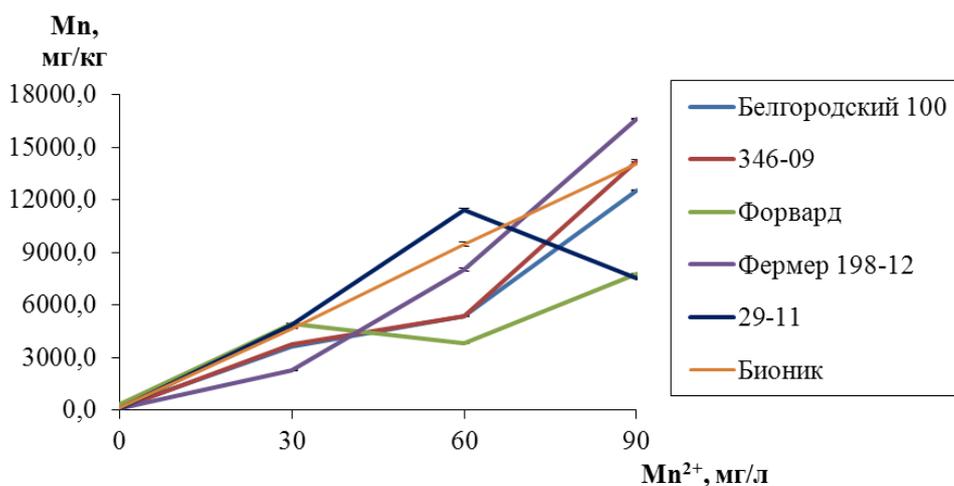


Рис. 2. Содержание марганца в корнях проростков ячменя, выращенных на среде с разными дозами ионов марганца (II)

Кроме того, при увеличении концентрации элемента в питательном растворе увеличилось и его поступление в корневую систему растений. Это согласуется с литературными данными, согласно которым с увеличением концентрации ТМ в почве, происходит повышение их содержания, как в корнях, так и в надземных органах растений [7]. Например, концентрация Мп в растительных тканях некоторых растений может увеличиваться пропорционально повышению его содержанию в питательном растворе [8].

Наибольшее количество марганца в корнях растений было зафиксировано у сортов Бионик и составило 4658,3; 9465,3 и 14040,2 мг/кг в соответствии с дозой марганца в среде (30, 60 и 90 мг/л) и Фермер – 8023,2 и

16624,1 мг/кг при выращивании в растворе с дозой ионов марганца (II) 60 и 90 мг/л. По данным других авторов, при внесении избыточных концентраций марганца в среду выращивания, его содержание в корнях растений составило от 502 до 7481 мг/кг. Например, в растениях райграса при дозе марганца в растворе 19,5 мг/л его количество составило 2408 мг/кг [9].

В то же время, нормальным содержанием марганца для травянистых растений считается концентрация от 25 до 250 мг/кг сухого вещества, а токсическим – содержание больше 500 мг/кг сухого вещества [10, 11]. Кроме того, чувствительные к марганцу сорта некоторых культур содержат более низкие концентрации элемента в листьях и побегах, чем устойчивые [12, 13]. По результатам наших исследований, накопление элемента в корнях выше 500 мг/кг сухого вещества наблюдалось уже при внесении минимальной концентрации марганца (30 мг/л) у всех исследованных сортов.

Таким образом, у исследованных сортов ячменя накопление марганца в корнях отличалось и оказалось выше, чем у стандартного сорта. При этом, наибольшее количество марганца в корнях растений зафиксировано у сортов Бионик и Фермер. С одной стороны, как было отмечено выше, содержание в растениях высоких концентраций элемента может способствовать проявлению у них токсических симптомов. С другой стороны, накопление более высоких концентраций элементов в органах одних сортов, по сравнению с другими, может свидетельствовать о большей устойчивости данных сортов к стрессовому воздействию данных элементов. Кроме того, содержание марганца в корнях растений ячменя увеличивалось пропорционально его концентрации в среде выращивания.

#### **Библиографический список**

1. Небольсин А. Н., Небольсина З. П. Теоретические основы известкования почв. СПб. : ЛНИИСХ, 2005. 252 с.
2. Кузнецов М. Ф. Микроэлементы в почвах Удмуртии. Ижевск : Изд-во Удмуртского университета, 1994. 287 с.
3. Нестерова А. Н. Действие тяжелых металлов на корни растений. Поступление свинца, кадмия и цинка в корни, локализация металлов и механизмы устойчивости растений // Биол. науки. 1989. № 9. С. 72–86.
4. Лисицын Е. М. Показатели развития корневых систем в эдафической селекции ячменя // Зернобобовые и крупяные культуры. 2018. № 2 (26). С. 66–70.
5. Покровская С. Ф. Регулирование поведения свинца и кадмия в системе почва–растение. М. : Наука, 1995. 51 с.
6. The Role of Hydrogen Peroxide-Producing and Hydrogen Peroxide-Consuming Peroxidases in the Leaf Apoplast of Cowpea in Manganese Tolerance / M. M. Fecht-Christoffers, H. Fuhrs, H.-P. Braun, W. J. Horst // Plant Physiol. 2006. Vol. 140. P. 1451–1463.
7. Казнина Н. М. Физиолого-биохимические и молекулярно-генетические механизмы устойчивости растений семейства Poaceae к тяжелым металлам : дис. ... д-ра биол. наук : 03.01.05. Петрозаводск, 2016. 358 с.
8. Silicon amelioration of manganese toxicity in Mn-sensitive and Mn-tolerant maize varieties / Sn. Doncheva, C. Poschenrieder, Zl. Stoyanova, K. Georgieva, M. Velichkova, J. Barcelo // Environmental and Experimental Botany. 2009. Vol. 65. P. 189–197.

9. Mn as essential and toxic element for plants: transport, accumulation and resistance mechanisms / R Millaleo., M. Reyes-Díaz, A. G. Ivanov, M. L. Mora, M. Alberdi // J. Soil Sci. Plant Nutr. 2010. Vol. 10 (4). P. 476–494.
10. Ильин В. Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение. Новосибирск : Наука, 1991. 151 с
11. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М. : Мир, 1989. 439 с.
12. Variation of tolerance to manganese toxicity in Australian hexaploid wheat / H. Khabaz-Saberi, Z. Rengel, R. Wilson, L. Timothy Setter // J. Plant Nutr. Soil Sci. 2010. Vol. 173. P. 103–112.
13. Molecular marker analysis of manganese toxicity tolerance in rice under greenhouse conditions / Y. X. Wang, P. Wu, Y. R. Wu, X. L. Yan // Plant Soil. 2002. Vol. 238. P. 227–233.

**ВЛИЯНИЕ СПАВ-СОДЕРЖАЩИХ МОЮЩИХ СРЕДСТВ  
НА ПРОНИЦАЕМОСТЬ КЛЕТОЧНЫХ МЕМБРАН И СОДЕРЖАНИЕ  
ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИХ ПИГМЕНТОВ В ЛИСТЯХ  
*ELODEA CANADENSIS***

*Д. А. Щукина, Т. С. Иванова, Г. Г. Борисова, М. Г. Малева*  
*Уральский федеральный университет*  
*имени первого Президента России Б. Н. Ельцина,*  
*postnikdaria@rambler.ru*

В статье представлены результаты модельного эксперимента по оценке ответных реакций погруженного макрофита *Elodea canadensis* на действие моющих средств («Fairgy», «Help», «Tween 80»), в состав которых входят различные виды синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ). Выявлены эффекты действия разных видов СПАВ на величину рН и удельную электропроводность водной среды, интенсивность выхода электролитов из клеток и содержание фотосинтетических пигментов в листьях *E. canadensis*.

Ключевые слова: СПАВ, детергенты, элодея канадская, клеточные мембраны, выход электролитов, фотосинтетические пигменты.

На современном этапе в разных отраслях промышленности используется широкий спектр моющих средств, большинство из которых в своем составе имеют комплекс из различных видов синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ). Основную долю таких детергентов составляют анионные СПАВ, однако часто используются и неионогенные [1].

Ежегодное производство СПАВ во всем мире уже десять лет назад составляло около 7,2 млн тонн [2]. На сегодняшний день данная цифра возросла из-за более широкого использования детергентов не только в разных сферах промышленного производства, но и в повседневной деятельности человека. В свою очередь это приводит к увеличению антропогенной нагрузки на окружающую среду. Поскольку детергенты плохо подвергаются очистке, около 50–60% от их исходного количества поступает в водные объекты в составе

сточных вод [3]. В связи с этим все более актуальным становится выявление эффектов действия различных видов СПАВ на компоненты водных экосистем, в том числе и на гидробионты. Установлено, что детергенты негативно влияют на мембранные структуры живых организмов [4]. Однако токсическое действие различных видов СПАВ, а также их комплексов, является недостаточно изученным.

Таким образом, цель работы – выявление ответных реакций *Elodea canadensis* Michx. на действие разных видов СПАВ, а также их комплексов.

Погруженное водное растение *E. canadensis* (элодея канадская) относится к числу активно расселяющихся представителей адвентивной фракции флоры. На территории России этот макрофит является одним из самых широко распространенных инвазивных видов [5]. Растение хорошо адаптировано к широкому спектру условий окружающей среды и содержит активные аллелохимические вещества, которые могут негативно влиять на аборигенные виды. Благодаря наличию высокой тирозиназной, лактазной и пероксидазной активности и способности к быстрому размножению, данный вид может выступать в роли биоремедиатора загрязненных водных экосистем [6].

Отбор растительного материала осуществляли в сентябре 2020 г. из пруда Авиатор (Свердловская область, г. Екатеринбург). Побеги *E. canadensis* помещали на 24 часа в модельные сосуды (объемом 2 л), наполненные дистиллированной водой с добавлением общедоступных СПАВ-содержащих моющих средств: «Tween 80» (2% р-р), «Fairgy» (5% р-р), «Help» (5% р-р). Контролем являлись растения, инкубированные на дистиллированной воде без добавления моющих средств.

Согласно информации производителей, в состав «Fairgy» входит до 15% анионных и до 5% неионогенных СПАВ. В состав «Help» входит до 15% анионных, до 5% неионогенных и небольшое количество амфотерных СПАВ. «Tween 80» на 100% состоит из неионогенных СПАВ.

На момент заложения эксперимента и через сутки инкубирования растений в модельных растворах измеряли значения водородного показателя (рН) и удельную электропроводность с помощью рН-метра/кондуктометра («Hanna Instruments», Germany). По окончании эксперимента определяли степень повреждения клеточных мембран под действием детергентов по величине выхода электролитов из побегов элодеи с помощью кондуктометрического метода [7]. Содержание хлорофиллов (Хл а, Хл b) и каротиноидов в листьях *E. canadensis* измеряли при длинах волн 470, 647 и 663 нм после экстракции в 80% ацетоне и рассчитывали по Н. К. Lichtenthaler [8].

В результате проведенных исследований установлено, что добавление в дистиллированную воду «Fairgy» и «Help» приводило к подщелачиванию среды (табл.). Наибольшее отклонение от контрольных значений наблюдалось в сосудах с моющим средством «Fairgy», наименьшее – с «Tween 80». При этом величина рН в среде с «Tween 80» и в контроле через сутки существенно не изменялась, как в сосудах с растениями, так и без растений. Обратная тенден-

ция проявлялась в опытах с «Help» и «Fairy». В их растворах через сутки наблюдалось изменение величины рН в сторону нейтральной среды (табл.).

Оценка влияния разных детергентов на удельную электропроводность среды показала, что наибольшее увеличение данного показателя было отмечено в опыте с «Help» (табл.).

Таблица

**Изменение величины рН и удельной электропроводности среды в течение суток при добавлении разных видов детергентов**

Вариант опыта	Величина рН			Электропроводность, $\mu\text{S}/\text{cm}$		
	Исходная	Через сутки		Исходная	Через сутки	
		Без растений	С растениями		Без растений	С растениями
Контроль	6,0 $\pm$ 0,01	5,8 $\pm$ 0,01	5,6 $\pm$ 0,01	1,0 $\pm$ 0,02	1,0 $\pm$ 0,02	10,1 $\pm$ 0,2
Tween 80, 2%	5,6 $\pm$ 0,01	6,0 $\pm$ 0,01	5,8 $\pm$ 0,01	62,0 $\pm$ 1,0	88,2 $\pm$ 1,8	71,4 $\pm$ 1,5
Fairy, 5 %	9,0 $\pm$ 0,02	8,6 $\pm$ 0,01	8,5 $\pm$ 0,01	1980,1 $\pm$ 39,3	2120,2 $\pm$ 40,4	2050,2 $\pm$ 43,2
Help, 5 %	7,9 $\pm$ 0,02	7,5 $\pm$ 0,01	6,4 $\pm$ 0,02	5220,0 $\pm$ 50,4	5690,2 $\pm$ 54,5	4870,6 $\pm$ 46,2

Известно, что нарушение избирательной проницаемости клеточных мембран под действием неблагоприятных факторов повышает выход электролитов из тканей [7]. Это может быть связано с нарушением структуры мембран или состояния их липидного комплекса. В модельном растворе «Fairy» интенсивность выхода электролитов из побегов *E. canadensis* в дистиллированную воду была максимальной, в то время как в растворе с добавлением «Tween 80» она не отличалась от контроля (рис. 1).

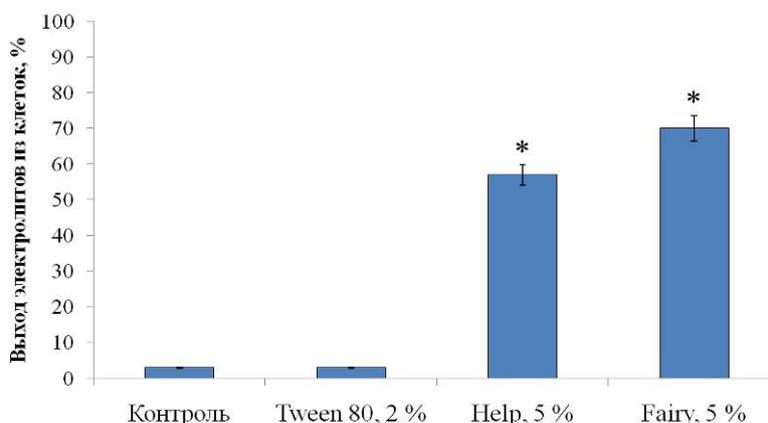


Рис. 1. Выход электролитов из клеток *Elodea canadensis* под действием СПАВ-содержащих средств. Звездочками отмечены достоверные различия от контроля при  $p < 0,05$

При инкубировании *E. canadensis* в модельных растворах «Fairy» и «Help» в течение суток наблюдалось достоверное снижение содержания Хл а и каротиноидов по сравнению с контролем, в то время как у растений в среде с добавлением «Tween 80» их количество не изменялось (рис. 2).

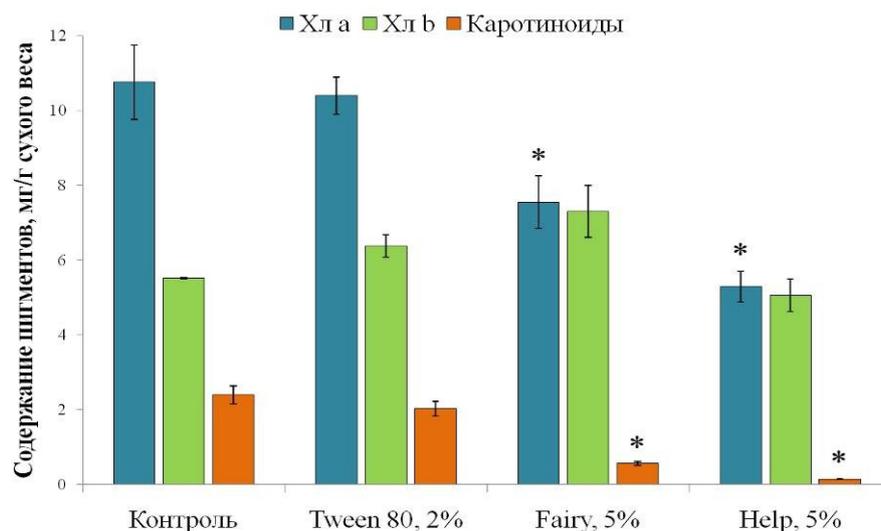


Рис. 2. Содержание фотосинтетических пигментов в листьях *Elodea canadensis* через 1 сутки инкубации на разных СПАВ-содержащих средствах. Звездочками отмечены достоверные различия от контроля при  $p < 0,05$

Существенное снижение содержания фотосинтетических пигментов в листьях *E. canadensis*, инкубированных в растворах «Fairy» и «Help», очевидно, обусловлено высокой долей содержания в них анионных СПАВ.

В наибольшей степени при добавлении этих детергентов уменьшалось содержание каротиноидов. Как известно, эти пигменты не только принимают участие в поглощении квантов света, но и обладают антиоксидантной активностью. Их молекулы легко окисляются, конкурируя за активные формы кислорода с другими биомолекулами, тем самым защищая последние от окисления [9]. Проявление антиоксидантных свойств каротиноидов нередко сопровождается их окислительной деструкцией.

Таким образом, анализ ответных реакций *E. canadensis* на действие различных видов детергентов свидетельствует о более высокой степени выраженности токсических эффектов от анионных СПАВ по сравнению с неионогенными. Однако, несмотря на полученные в модельном эксперименте результаты, проявление эффектов СПАВ может оказаться иным в более сложных системах. В связи с этим требуется проведение большего количества исследований, направленных на оценку действия СПАВ не только на индивидуальные виды гидробионтов, но и их сообщества. Это в дальнейшем позволит более точно определить допустимые концентрации детергентов, поступающих в гидроэкосистемы со сточными водами.

#### Библиографический список

1. Поклонов В. А., Котелевцев С. В., Остроумов С. А. Фитотоксичность синтетических моющих средств, содержащих поверхностно-активные вещества, при биотестировании на проростках растений // Успехи наук о жизни. 2013. № 6. С. 71–78.
2. Ivankovic T., Hrenovic J. Surfactants in the environment // Archives of Industrial Hygiene and Toxicology. 2010. Vol. 61. No. 1. P. 95–110. doi: 10.2478/10004-1254-61-2010-1943

3. Соловьев Н. А., Широкова И. Г. Источники химического загрязнения и их влияние на гидросферу и здоровье человека // Царскосельские чтения. 2011. № XV. С. 402–409.
4. Розина С. А., Макурина О. Н. Эффекты влияния сочетания физического и химических факторов на содержание пигментов и ферментативную активность в тканях *Ceratophyllum demersum* // Экология родного края: проблемы и пути их решения : материалы XIII Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием: в 2 кн. Киров : ВятГУ, 2018. Кн. 2. С. 159–163.
5. Invasive alien plants of Russia: insights from regional inventories / Y. Vinogradova, J. Pergl, F. Essl, M. Hejda, M. van Kleunen, P. Pyšek // Biological Invasions. 2018. No. 20. P. 1931–1943. doi: 10.1007/s10530-018-1686-3
6. Erhard D., Pohnert G., Gross E. M. Chemical defense in *Elodea nuttallii* reduces feeding and growth of aquatic herbivorous Lepidoptera // Journal of Chemical Ecology. 2007. Vol. 33. No. 8. P. 1646–1661. doi: 10.1007/s10886-007-9307-0
7. Гришенкова Н. Н., Лукаткин А. С. Определение устойчивости растительных тканей к абиотическим стрессам с использованием кондуктометрического метода // Поволжский экологический журнал. 2005. № 1. С. 3–11.
8. Lichtenthaler H. K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic membranes // Methods in Enzymology. 1987. Vol. 148. P. 350–382.
9. Прадедова Е. В., Ищеева О. Д., Саляев Р. К. Классификация системы антиоксидантной защиты как основа рациональной организации экспериментального исследования окислительного стресса у растений // Физиология растений. 2011. Т. 58, № 2. С. 177–185.

## **ВЛИЯНИЕ ПРОТРАВИТЕЛЕЙ СЕМЯН НА РАЗВИТИЕ И УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОГО ОВСА КРЕЧЕТ**

**С. А. Емелев<sup>1</sup>, Н. В. Емелева<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, [EmeleffSergej@yandex.ru](mailto:EmeleffSergej@yandex.ru)

<sup>2</sup> ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, [natasort@yandex.ru](mailto:natasort@yandex.ru)

В статье представлен опыт применения химических препаратов в качестве протравителей семян ярового овса. Определены наиболее эффективные препараты, повышающие урожайность ячменя и не вызывающие химического загрязнения, как продукции, так и почвы.

**Ключевые слова:** протравители семян, яровой овес, влияние, урожайность.

Возделывание культурных растений связано с использованием различных химических веществ (удобрений, пестицидов, регуляторы роста и т.д.). В сельскохозяйственном производстве основными источниками загрязнения являются минеральные и органические удобрения, пестициды, которые применяются при повышенных нормах и дозах, а также при несоблюдении научно-обоснованных норм.

Во всем мире, в том числе и в России, в последнее время существенно вырос интерес к проблемам повышения урожайности и качества произведенной продукции в аграрном хозяйстве. Существенно удалось расширить и углубить наши знания о роли пестицидов в жизни растений и

сформулировать приоритетные задачи по сокращению объемов применения азотных и фосфорных удобрений при выращивании растений [1–4], замене пестицидов на микробиологические препараты, защите растений от стресса [1, 2, 5, 6].

Протравливание семян (обработка семян пестицидами) – одно из целенаправленных, экономичных и экологичных мероприятий по защите растений от болезней и вредителей. В процессе протравливания на семена наносят пестициды для уничтожения не только наружных, но и внутренних инфекций растительного происхождения, защиты и семян, и проростков в поле от почвообитающих фитопатогенов и различных вредителей [1, 2, 7].

Обработка семян пестицидами – процесс, предохраняющий растения от целого комплекса возбудителей и болезней, фитопатогенных грибов, раннего инфицирования мучнистой росой и ржавчины. Предпосевную обработку семян пестицидами можно проводить как за несколько дней, так и непосредственно перед посевом. Однако достаточно часто применяют и заблаговременное, за несколько месяцев до посева, протравливание кондиционных семян. Норма расхода пестицидов при протравливании семян составляет от 0,5 до 4,8 кг действующего вещества на тонну, в зависимости от вида растения и марки пестицида [7].

На кафедре биологии растений, селекции и семеноводства, микробиологии выявлено мутагенное [8], росторегулирующее и фунгицидное действие на ячмене агрохимикатов и биопрепаратов на основе ризосферных бактерий из рода *Pseudomonas* и *Bacillus* [3–6, 8–11], и недостаточно изучено влияние на растения овса и других зерновых культур как химических, так и биологических препаратов для защиты семян и растений.

Цель исследования – изучить влияние протравителей семян различного химического состава на развитие растений, урожайность ярового овса.

В Российской Федерации, в том числе и Кировской области, в настоящее время встречается продукция как отечественных, так и зарубежных известных фирм: Агрорус, Союзагрохим, ЗемлякоФФ, АФД Кемикалс, Сингента, Август, Кирово-Чепецкая химическая компания (КЧХК) [7]. Семена обрабатывали в день посева в соответствии с вариантами опыта, приведенными в таблице 1.

Нормы расхода наиболее распространенных препаратов при значениях (л/т), поступающих в продажу:

- максим, КС, флудимакс, КС– 1,5–2,0 л/т;
- дозор, КС, тебуконазол, КС, оплот, ВСК, анкер трио, КС, грандсил ультра, КС– 0,4–0,6 л/т;
- триактив, КС, тебузил, ТКС – 0,2–0,4 л/т.

Таблица 1

**Варианты опыта для обработки протравителями семян сорта Кречет**

Вариант	Состав	Норма расхода
Контроль с.з. (20л/т)	дистиллированная вода	20 л/т
Однокомпонентные протравители		
Дозор, КС	тебуконазол (60 г/л)	0,5 л/т
Тебуконазол, КС	тебуконазол (60 г/л)	0,5 л/т
Максим, КС	флудиоксонил (25 г/л)	2,0 л/т
Флудимакс, КС	флудиоксонил (25 г/л)	2,0 л/т
Двухкомпонентные протравители		
Оплот, ВСК	дифеноконазол+тебуконазол (90 + 450 г/л)	0,5 л/т
Тебузил, ТКС	имазалил+тебуконазол (100 + 60 г/л)	0,4 л/т
Трехкомпонентные протравители		
Анкер Трио, КС	имазалил, тебуконазол, тиабендазол, (40 +60 + 60 г/л)	0,5 л/т
Триактив, КС	азоксистробин, тебуконазол, ципроконазол (100+120 + 40 г/л)	0,3 л/т
Грандсил Ультра, КС	имазалил, тебуконазол, флутриафол (20 +45 +75 г/л)	0,5 л/т

Сорт Кречет, созданный в «ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого и ФГБНУ Фаленская селекционная станция», является стандартом для сортов ярового овса в ГСИ и наиболее распространенным сортом овса в Кировской области. Среднеранний, высокая урожайность до 7,0 т/га, хорошие качественные показатели, средnezасухоустойчив. Средне-восприимчив к пыльной головне. Толерантен к ионам алюминия. Включен в список ценных по качеству сортов.

Полевые эксперименты проводили в 2020 г. на опытном поле «Кропачи» Вятской ГСХА. Почвы участка, на котором проводились исследования, дерново-подзолистые среднесуглинистые.

Опыт размещался на делянках площадью 5 м<sup>2</sup>. Посев проведен 9 мая. В первом поколении высевались семена, обработанные водными растворами протравителей (дозор, КС, тебуконазол, КС, максим, КС, флудимакс, КС, оплот, ВСК, тебузил, ТКС, анкер трио, КС, триактив, КС, грандсил ультра, КС). Посев в 4-х кратной повторности со смещением вариантов.

Для оценки изменчивости количественных признаков определяли основные статистические характеристики, существенность различий между вариантом и стандартом устанавливали с помощью критерия Стьюдента [12].

В ходе экспериментов чувствительность растений овса к воздействию изучаемых факторов определялась с помощью таких показателей, как полевая всхожесть и выживаемость растений. Различные протравители оказали незначительное влияние на эти показатели у сорта Кречет (табл. 2). Наименьшее влияние на полевую всхожесть оказал триактив, КС (69,2%).

Таблица 2

**Полевая всхожесть и выживаемость растений ярового овса сорта Кречет**

Вариант	Всхожесть полевая			Выживаемость растений		
	шт/ м <sup>2</sup>	±	%	шт/ м <sup>2</sup>	±	%
Контроль с.з. (К <sub>сз</sub> )	390	0	78,0	293	0	58,6
Дозор, КС	421	31	84,2	323	30	64,6
Тебуконазол, КС	412	22	82,4	287	-6	57,4
Максим, КС	380	-10	76,0	310	17	62,0
Флудимакс, КС	356	-34	71,2	226	-67	45,2
Оплот, ВСК	355	-35	71,0	287	-6	57,4
Тебузил, ТКС	392	2	78,4	298	5	59,6
Анкер Трио, КС	387	-3	77,4	289	-4	57,8
Триактив, КС	346	-44	69,2	236	-57	47,2
Грандсил Ультра, КС	380	-10	76,0	325	32	65,0
НСР <sub>0,95</sub>		28,1			23,1	

Достоверно большее число взошедших растений 421 шт/ м<sup>2</sup> отмечено в варианте дозор, КС по сравнению с контролем 390 шт/ м<sup>2</sup> (НСР<sub>0,95</sub> – 28,1 шт/ м<sup>2</sup>). Тебузил, ТКС и тебуконазол, КС проявили слабое (2...22 шт/м<sup>2</sup> = менее 5%) стимулирующее действие на данный показатель.

Слабое отрицательное действие на полевую всхожесть оказали препараты (анкер трио, КС, максим, КС, грандсил ультра, КС, = – 2...10 шт/м<sup>2</sup> = менее 5%) и среднее (флудимакс, КС, оплот, ВСК триактив, КС, = – 34...44 шт/м<sup>2</sup> = более 6,8%).

При анализе выживаемости растений (табл. 2) отмечено как стимулирующее действие препаратов на развитие сохранности в течение вегетации, кроме флудимакс, КС и триактив, КС. Достоверная стимуляция выживаемости растений овса Кречет отмечена дозор, КС и грандсил ультра, КС (30...32 шт/м<sup>2</sup> = более 6%), при НСР<sub>0,95</sub> – 23,1 шт/ м<sup>2</sup>.

На яровом овсе сорта Кречет необходимо отдавать предпочтение как монокомпонентным (дозор, КС и максим, КС), так многосоставному препарату (грандсил ультра, КС), так как они стимулируют формирование растений, как на начальных этапах развития, так и на этапах формирования потомства, что способствует получению большего урожая овса.

Таким образом, использование протравителей приводит к стимуляции прорастания семян и развития корневой и надземной систем растений, что очень важно, когда условия для формирования семян неблагоприятны [3].

В настоящее время, когда потребители стали больше уделять внимание своему здоровью, использование протравителей семян становится всё более актуальным приемом защиты растений (на первом плане как в стимуляции развития растений на начальных этапах, так и в последующей защите от вредоносных факторов среды биологического и небιологического происхождения).

Анализируя данные по урожайности кондиционных семян сорта Кречет (табл. 3) можно отметить положительное влияние всех препаратов.

## Урожайность овса Кречет (2020 г.), т/га

Вариант	Урожайность	$\pm$ к К <sub>сз</sub>	% к Кс.з.
Контроль с.з. (К <sub>сз</sub> )	4,51	0,00	100,0
Дозор, КС	4,79	0,28	106,2
Тебуконазол, КС	4,62	0,10	102,3
Максим, КС	4,80	0,29	106,4
Флудимакс, КС	4,71	0,20	104,3
Оплот, ВСК	4,84	0,33	107,2
Тебузил, ТКС	4,75	0,24	105,2
Анкер Трио, КС	4,92	0,41	109,0
Триактив, КС	4,78	0,27	106,0
Грандсил Ультра, КС	4,96	0,45	109,9
НСР <sub>0,95</sub>		<b>0,25</b>	

В 2020 г. урожайность в контрольном варианте составила 4,51 т/га за счет внесения полной дозы удобрений (60 кг д.в./га НРК). Во всех вариантах опыта отмечена достоверная прибавка урожайности, но наибольшая получена при обработке семян: анкер трио, КС и грандсил ультра, КС (+0,41 – 0,45 т/га).

Использование протравителей семян на овсе разнонаправленно влияет на полевую всхожесть семян и выживаемость растений овса сорта Кречет. На сорте Кречет следует предпочтение препаратам: дозор, КС и грандсил ультра, КС (средняя стимуляция 6...8 %), так как они способствуют на начальных этапах развития организма лучшему формированию растений и сохранности к уборке, что приводит к большему урожаю овса.

Применение всех препаратов положительно сказалось на урожайности кондиционных семян, наиболее значимую прибавку дают препараты анкер трио, КС и грандсил ультра, КС (+ 9,0..9,9%).

Для получения высокой урожайности необходимо не только использование протравителей семян, но их большая эффективность проявится при подборе для конкретного сорта культуры на фоне полных доз минеральных удобрений, рекомендованных для данной культуры в зоне возделывания.

## Библиографический список

1. Завалин А. А. Применение биопрепаратов при возделывании полевых культур // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 8. С. 9–11.
2. Биопрепараты в сельском хозяйстве (Методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве) / И. А. Тихонович, А. П. Кожемяков, В. К. Чеботарь и др. М. : Россельхозакадемия, 2005. 154 с.
3. Емелев С. А., Дудин Г. П. Влияние мочевины на рост и развитие растений ячменя сорта Биос-1 в М<sub>1</sub> // Материалы XIX науч.-практ. конф. Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. Ижевск : Шеп, 1999. С. 17–18.
4. Емелев С. А. Специфичность влияния калийных удобрений на изменчивость сортов ярового ячменя // Экспериментальный мутагенез в биологии и сельском хозяйстве : материалы II Междунар. науч.-практ. конф. Киров : Вятская ГСХА, 2009. С. 34–40.

5. Емелев С. А., Помелов А. В., Новоселов А. В. Влияние микробиологических препаратов на развитие ярового ячменя сорта Нур // Экология родного края: проблемы и пути решения : материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Кн. 1. Киров : Изд-во ООО «Радуга-ПРЕСС», 2016. С. 179–183.

6. Реакция проростков ячменя на обработку семян биопрепаратами на основе ризобактерий / С. А. Емелев, А. В. Помелов, М. В. Черемисинов, Г. П. Дудин // Экология родного края: проблемы и пути их решения : материалы XIII Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Кн. 2. Киров : ВятГУ, 2018. С. 152–156.

7. Справочник Пестициды.ru: [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.pesticide.ru/pesticide/dozor, /tebuzil, /oplot, /anker-trio, /maxim> (дата обращения: 10.04.2020).

8. Пат. 2166847 Российская Федерация, МКИ<sup>7</sup> А 01 С 1/00, С 12 N 15/01. Способ мутагенной обработки семян зерновых культур: № 99115369/13 : заявл. от 12.07.1999 : опубл. б.и. № 14 от 20.05.2001 RU / Г. П. Дудин, С. А. Емелев (RU). 14 с.

9. Емелев С. А. Оценка селекционного материала ярового ячменя в контрольном питомнике и конкурсном сортоиспытании // 60 лет высшему аграрному образованию Северо-Востока Нечерноземья : материалы I Всерос. науч.-практ. конф. 2004. С. 76–78.

10. Урожайность мутантов ярового ячменя в конкурсном сортоиспытании / Г. П. Дудин, Л. Н. Балахонцева, Н. А. Жилин, С. А. Емелев // Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве. Киров, 2016. С. 43–47.

11. Сорт «Биос 1» как исходный материал для селекции ячменя / Н. А. Жилин, И. Ю. Зайцева, И. Н. Щенникова, С. А. Емелев // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2020. Т. 181, № 2. С. 96–100. doi: 10.30901/2227-8834-2020-2-96-100

12. Основы научных исследований в агрономии / В. Ф. Моисейченко, М. В. Трифонова, А. Х. Заверюха и др. М. : Колос, 1996. 336 с.

## **ВЛИЯНИЕ «ЗЕЛЕННЫХ» УДОБРЕНИЙ НА РОСТ БАЗИЛИКА ОВОЩНОГО В УСЛОВИЯХ ЛАБОРАТОРНОГО ОПЫТА**

***В. В. Сивопляс, Е. Е. Гаевский***

*Белорусский государственный университет, [gaevski@rambler.ru](mailto:gaevski@rambler.ru)*

Статья посвящена влиянию растительных вытяжек из определенных видов растений в качестве корневой подкормки для базилика овощного. Анализируется результат использования различных видов «зеленых» удобрений, выявляется наиболее успешное сырье для приготовления удобрений.

Ключевые слова: «зеленые» удобрения, растительные вытяжки, биоорганическое земледелие, базилик овощной, крапива двудомная, календула.

Почва, которую человек использует на протяжении уже огромного количества лет, с каждым годом все больше и больше истощается, теряет ценное органическое вещество, являющееся неотъемлемой частью плодородия почвы. В прошлом веке погоня за количеством урожая привела к большим потерям ценных земельных ресурсов на территории нашей страны и странах бывшего СССР. Сегодня, наряду с вопросом повышения урожайности, не менее остро встает вопрос о научнообоснованном использовании земельных ресурсов. В связи с этим, глобальными задачами человечества являются рацио-

нальное природопользование, улучшение экологической обстановки и защита окружающей среды.

Решение данных задач кроется в быстром и значительном увеличении урожайности путем своевременного и сбалансированного питания растений, обеспечивающего их макро- и микроэлементами, необходимыми для полноценного роста и развития. При этом необходимо учитывать влияние используемых удобрений и подкормок на состояние почвы и избегать нерационального использования минеральных удобрений, деструктивно влияющих на плодородный слой почвы [1].

Использование «зеленых» удобрений является перспективным направлением развития органического земледелия, являясь более рациональным и безопасным для окружающей среды методом выращивания растений с наименьшими последствиями для почвы (в отличие от земледелия с использованием минеральных удобрений), поскольку органические удобрения являются более мягкими, легкоусвояемыми и уже изначально продуманными самой природой [2].

С развитием органического земледелия усиливается интерес к глобальному изучению уже ранее используемых в обиходе подкормок и вытяжек, поиску научнообоснованных путей улучшения уже имеющихся знаний и практических умений.

В связи с этим целью данной работы является изучение свойств растительных вытяжек, их влияние на растения в условиях эксперимента, особенности приготовления и использования «зеленых» удобрений в качестве органических удобрений.

«Зеленые» удобрения богаты азотом, фосфором, калием, белками, углеводами и другими элементами [3]. Однако, нужно иметь в виду, что травяной настой – весьма непостоянное по элементарному и микробиологическому составу органическое удобрение. Состав «зеленого» удобрения напрямую зависит от содержания тех или иных химических элементов в зеленой массе растения, используемого в качестве сырья для настоя. В связи с этим и результат использования данных подкормок также напрямую связан с содержанием основных элементов в конкретной вытяжке.

Эксперимент проводился в лабораторных условиях на базе биологического факультета БГУ в 2020 г. В качестве экспериментального образца использовался базилик овощной сорта «Лимончик» (Аэлита, Москва). Семена базилика высевали по 15 штук в горшки с дерново-подзолистой супесчаной почвой объемом 1 литр в четырехкратной повторности для каждой из типов подкормок. Таким же образом были высажены семена для контрольного варианта.

В качестве подкормок использовали растительные вытяжки из крапивы двудомной (*Urtica dioica* L.), календулы (*Calendula* sp.), смесь концентратов крапивы двудомной и календулы в соотношении 1:1.

До всходов семян все образцы поливали только водопроводной водой, после появления всходов одновременно стала производиться корневая под-

кормка образцов растворами вытяжек в концентрации 1:10 в каждый полив растений. Контроль поливали только водой.

По итогу проведения практической части эксперимента (25.11.2020 г.) были сняты необходимые морфометрические показатели растений (длина побега, длина и ширина листовой пластины в одних и тех же узлах растения, величина междоузлия, количество развившихся узлов и др.), по которым и определялся эффект от использования «зеленого» удобрения в сравнении с контрольным вариантом.

В ходе проведения эксперимента было выявлено явное положительное влияние «зеленых» удобрений на растения базилика. По результатам измерения морфометрических показателей растений и сравнения результатов с контрольными образцами, можно сделать вывод, что наиболее успешно проявила себя растительная вытяжка из крапивы, чуть менее успешно – смесь вытяжек, наименьший показатель был у вытяжки из календулы.

Следует отметить, что по средним показателям рост вегетативной массы при использовании растительных вытяжек увеличивался в 1,5–2 раза, длина междоузлий увеличилась в 2–3,4 раза, длина и ширина листовой пластины листа конкретного узла увеличилась на 44–49% (табл.). Это объясняется высоким содержанием азота, калия и фосфора в вытяжках, т.к. данные химические элементы содержатся в большом количестве в любом растении в виде макромолекул белков, нуклеиновых кислот и аминокислот, из которых «строится» живой организм. В процессе настаивания «зеленого» удобрения происходит частичное или полное разложение сложных молекул сырьевого растения на более простые и низкомолекулярные соединения, которые переходят в раствор и служат источником необходимых элементов в органическом, легкоусвояемом виде для новых растений.

*Таблица*

**Средние морфометрические показатели базилика овощного  
(количество 10 растений)**

Вариант опыта	Высота побега, мм	Длина корня, мм	Длина листа (3), мм	Ширина листа (3), мм	Длина междоузлия (2–3), мм
Календула	76,4	38,4	28,4	16,9	23,5
Крапива двухдомная	101,9	37,8	36,7	21,1	34,2
Смесь календулы и крапивы	94,6	38,7	36,8	21,1	31,7
Контроль	53,6	29,1	25,5	14,1	10,9

Лучшие результаты использования вытяжки из крапивы по сравнению с вытяжкой из календулы объясняются большим содержанием макро-, микроэлементов в сырой массе крапивы, которая использовалась как исходное сырье для приготовления удобрений, фитогормонов, стимулирующих рост, а также меньшим содержанием кумаринов, ингибирующих рост, чем в календуле [4]. Результат действия смеси, состоящей из крапивы и календулы, ука-

зывает на то, что совместное использование различных таксонов растений в одном удобрении усредняет и дополняет воздействие каждого из них по отдельности.

Таким образом, проведенный эксперимент доказывает, что «зеленые» удобрения оказывают положительное воздействие на рост вегетативных органов растений. Использование растительных вытяжек в качестве альтернативного вида экологически чистых и доступных удобрений имеет ряд достоинств, а систематическое и грамотное использование этих удобрений приводит к наилучшему результату.

#### **Библиографический список**

1. Жирмунская Н. М. Огород без химии. СПб. : Изд-во «Диля», 2004. 320 с.
2. Безуглова О. С. Новый справочник по удобрениям и стимуляторам роста. Ростов н/Д. : Феникс, 2003. 384 с.
3. Смирнов П. М., Муравин Э. А. Агрохимия. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Колос, 1984. 304 с.
4. Карпук В. В. Фармакогнозия : учеб. пособие. Минск : БГУ, 2011. 340 с.

### **ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ АДЬЮВАНТОВ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА УДОБРЕНИЙ ДЛЯ ЛИСТОВОЙ ПОДКОРМКИ**

*К. И. Южанин, Н. В. Сырчина*

*Вятский государственный университет, 0073158@mail.ru*

Изучено влияние различных добавок на свойства 1% водных растворов карбамида. Установлено, что добавки Argquad 2С-75 фирмы «Akzo Nobel» и синтанола ДС-10 приводят к улучшению смачивающей способности растворов, однако при этом наблюдается увеличение скорости высыхания капель и значительное пенообразование. Добавка поливинилового спирта снижает опасность стекания капель листового удобрения с поверхности листа.

Ключевые слова: жидкие удобрения, листовые удобрения, фолиарная подкормка, адьюванты.

Эффективные системы организации минерального питания растений являются ключевым элементом современного высокопродуктивного сельского хозяйства [1]. Разработка и внедрение рациональных способов внесения удобрений позволяет существенно снизить производственные затраты, минимизировать риски снижения урожайности в условиях нестабильного климата, уменьшить экологическую нагрузку на окружающую среду [2]. Чем точнее настроена система удобрений на актуальные потребности растений, тем значительнее получаемый результат. Оперативно реагировать на изменяющиеся потребности растений позволяют некорневые (фолиарные) подкормки, играющие важнейшую роль в современных технологиях программирования урожайности и качества получаемого урожая. Коэффициент усвоения эле-

ментов минерального питания через листовую поверхность растений может достигать 90%, при этом поглощенные элементы включаются в метаболические процессы значительно быстрее, чем элементы, поступающие через корневую систему [3]. За счет фолиарных подкормок появляется возможность регулировать поступление макро- и микроэлементов в растения на протяжении всего периода вегетации и управлять ростовыми процессами по фазам развития.

Агрохимическая эффективность листовых подкормок зависит не только от состава удобрения, но и от наличия в этом удобрении вспомогательных веществ, позволяющих улучшить смачивание листовой поверхности рабочим раствором, замедлить скорость высыхания капель, уменьшить опасность стекания капель с растений на землю, предотвратить смывание удобрений с листовой поверхности дождем или поливной водой, облегчить проникновение действующих веществ через кутикулу листа, снизить фитотоксичность некоторых компонентов удобрений, оптимизировать распыляемость рабочего раствора и уменьшить снос капель. Вспомогательные вещества, улучшающие эффективность листовых удобрений (ЛУ), объединяют под названием адьюванты (лат. *adjuvans* – помогающий, поддерживающий). В качестве адьювантов сельскохозяйственного назначения используются поверхностно активные вещества (ПАВ) и влагоудерживающие компоненты, регуляторы pH, пластификаторы кутикулы, усилители адгезии, замедлители сноса капель. Включение в состав ЛУ адьювантов позволяет существенно расширить линейку выпускаемой продукции, получаемой на основе весьма ограниченного набора базовых минеральных удобрений и микроэлементов, а также адаптировать удобрения к актуальным потребностям аграрного сектора. Производство адьювантов сельскохозяйственного назначения (АС) обычно саморегулируется, составы адьювантов считаются коммерческой тайной.

В последние годы наблюдается значительное расширение производства АС. Согласно прогнозам Fortune Business Insights, в 2026 г. объем рынка адьювантов для агрохимикатов достигнет 4,55 млрд долларов США. Доминирующее положение на соответствующем рынке в настоящее время занимают страны Европы и Северной Америки [4]. Производители агрохимикатов в РФ чаще всего импортируют АС из других стран, что приводит к существенному удорожанию выпускаемой продукции.

Цель настоящей работы состояла в изучении влияния различных компонентов, пригодных для применения в качестве АС, на свойства растворов минеральных удобрений.

В качестве объекта исследований применялся 1% водный раствор карбамида. Добавки вносились в раствор в дозировке 1% от массы удобрения. Все растворы готовили на деионизированной воде. Исследования проводили в лабораторных условиях при температуре  $24 \pm 1$  °С.

Варианты эксперимента: 1 – деионизированная вода; 2–1% раствор карбамида; 3–1% раствор карбамида + Твин-80; 4 – 1% раствор карбамида + карбоксиметилцеллюлоза; 5–1% раствор карбамида + Arquad 2С-75 (Akzo Nobel);

6–1% раствор карбамида + синтанол ДС-10; 7–1% раствор карбамида + поливиниловый спирт (ПВС-16/1). Все добавки являются растворимыми в воде неопасными (при правильном применении) веществами.

Твин-80 (TWEEN-80) относится к неионогенным ПАВ, является хорошим эмульгатором, проявляет влагоудерживающую способность.

Карбоксиметилцеллюлоза – модификатор вязкости (повышает вязкость растворов), влагоудерживающий агент.

Arquad 2С-75 – катионактивный ПАВ, флокулирующий агент, стабилизатор эмульсий типа масло в воде (М/В), бактерицид, фунгицид, пленкообразователь, в водных растворах образует устойчивую пленку.

Синтанол ДС-10 представляет собой неионогенный ПАВ. Проявляет выраженные поверхностно-активные свойства, повышает смачивающую способность растворов.

Поливиниловый спирт – хороший эмульгатор, пленкообразователь. Находит применение как «прилипатель».

В ходе эксперимента оценивали такие показатели, как растекаемость капли ЛУ по гидрофобной поверхности; угол стекания капли с гидрофобной поверхности; скорость высыхания капли; характер распределения сухого вещества по гидрофобной поверхности после высыхания капли, образование устойчивой пены при встряхивании, рН и плотность растворов.

Для формирования капель применяли микродозатор. Объем капли составлял 0,05 мл. В качестве гидрофобной поверхности использовали полиэтиленовую пленку.

Все исследования выполняли в 5-и повторностях. Данные экспериментальных исследований статистически обрабатывали в программе «Microsoft Excel» по общепринятым методикам. Результаты эксперимента (среднее значение показателя и среднеквадратическое отклонение) приведены в таблице.

*Таблица*

**Влияние добавок на свойства 1% раствора карбамида**

Показатели	Варианты эксперимента						
	1	2	3	4	5	6	7
Диаметр капли, мм	5,9± 0,2	6,0± 0,1	7,0±0,3	5,5±0,7	8,1±0,3	8,1±0,4	6,1± 0,1
Угол стекания капли, град.	20,2± 3,4	15,4± 2,6	20,3±4,1	20,2± 5,1	15,3± 4,8	20,3± 5,0	30,1± 3,6
Скорость высыхания капли, минут	178± 10,9	179,3± 10,5	147,5± 7,0	156,8± 29,3	95,5± 7,9	104,5± 12,3	153,8± 9,0
Образование устойчивой пены при встряхивании раствора	–	–	+	–	+	+	–
рН, ед. рН	5,7± 0,1	7,1± 0,1	6,9±0,1	7,3±0,1	6,7±0,1	6,8±0,1	7,4± 0,1
Плотность раствора при 24°C, г/см <sup>3</sup>	1,000	1,001	1,001	1,001	1,002	1,001	1,002

Приведенные в таблице данные свидетельствуют о том, что все исследуемые добавки в области изученных концентраций существенного влияния на pH и плотность растворов карбамида не оказали. Наилучшую смачивающую способность обеспечили добавки Arquad 2С-75 и синтанола ДС-10 (рис.), однако в присутствии синтанола уменьшился угол скатывания капель с гидрофобной поверхности, что увеличило риск стекания нанесенных капель ЛУ с листовой поверхности растений. Лучше всего капли ЛУ удерживались на гидрофобной поверхности в присутствии поливинилового спирта. Установленный факт подтверждает перспективность использования этого компонента в составе ЛУ в качестве «прилипателя».

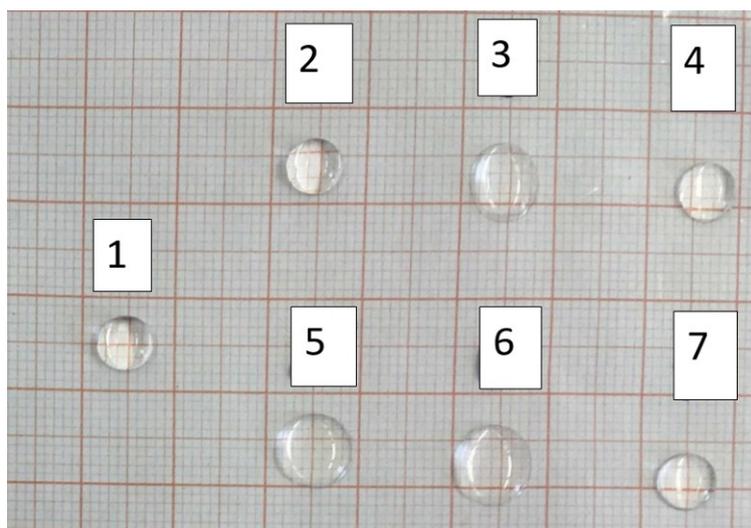


Рис. Растекание капель растворов различного состава на гидрофобной поверхности (1–7 – варианты эксперимента)

Включение изученных добавок в состав ЛУ привело к сокращению времени высыхания капель раствора карбамида. Наиболее явно этот нежелательный эффект проявился в присутствии Arquad 2С-75 и синтанола ДС-10 (варианты 5 и 6). Скорость высыхания капель хорошо коррелировала с площадью их поверхности (коэффициент корреляции:  $-0,91$ ). Увеличение поверхности испарения приводило к сокращению времени высыхания. Очевидно в области низких концентраций растворов влагоудерживающие свойства добавок заметного влияния на процессы испарения воды не оказывают. При высыхании капель растворов на гидрофобной поверхности оставались кольцеобразные пятна с максимальной концентрацией кристаллов мочевины по границам. В 5–7 вариантах при высыхании капель образовывались рыхлые пленки.

К недостаткам Arquad 2С-75, твина и синтанола, как адьювантов, следует отнести заметную пенообразующую способность. Пенообразование негативно сказывается на технологических аспектах использования ЛУ и усложняет процесс приготовления рабочих растворов из концентратов.

В результате выполненных исследований установлено, что все изученные добавки оказывают заметное влияние на физические свойства растворов

карбамида, что позволяет использовать их для оптимизации агрохимической эффективности ЛУ.

Целенаправленные исследования, направленные на поиск эффективных технологических добавок, позволяющих модифицировать свойства листовых удобрений и адаптировать их к актуальным потребностям аграрного производства, могут иметь большое значение для замещения импортируемых адъювантов отечественными составами и повысить качество выпускаемых жидких удобрений.

#### **Библиографический список**

1. Technology for conversion of whey into organic-mineral fertilizers with amino acids / Yu. N. Terentyev., N. V. Syrchina, T. Ya. Ashikhmina, A. V. Sazanov, M. L. Sazanova, V. A. Kozvonin, D. V. Petukhov // Теоретическая и прикладная экология. 2018. № 2. С. 87–93. doi: 10.25750/1995-4301-2018-2-087-093.
2. Noack S. R., McBeath T. M., McLaughlin M. J. Potential for foliar phosphorus fertilization of dryland cereal crops: a review // Crop & Pasture Science. 2010. № 61. P. 659–669.
3. Плескачев Ю. Н., Лукьяненко Е. А. Повышение продуктивности овощных культур за счет правильного применения листовых подкормок // МСХ. 2019. № 5. С. 22–26. doi: 10.24411/2587-6740-2019-15078.
4. Agricultural Adjuvants Market Size, Share and Industry Analysis By Type (Activator Adjuvants, Utility Adjuvants, Others), By Application (Herbicides, Insecticides, Fungicides, Others), By Crop (Cereals, Oilseeds, Fruits & Vegetables, Other Crops), and Regional Forecast 2019-2026. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/agricultural-adjuvants-market-100769> (дата обращения: 06.03.2021).

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА ПРИ ОДРЕВЕСНЕВШЕМ ЧЕРЕНКОВАНИИ ЧЕРНОЙ СМОРОДИНЫ**

*Г. А. Ренгартен, Е. Ю. Савиных*  
*Вятский государственный агротехнологический университет,*  
*rengarten.g@gmail.com*

В статье приводится способ размножения черной смородины одревесневшим черенкованием с применением различных регуляторов роста: гетероауксин, янтарная кислота, эпин-экстра. По результатам работы было установлено, что среди всех препаратов, применение гетероауксина оказалось более эффективно.

Ключевые слова: черная смородина, одревесневший черенок, регуляторы роста, укореняемость, перезимовка.

Способ размножения одревесневшими черенками достаточно давно известен и является наиболее простым приемом. Для этого способа не нужны дорогие приспособления: парники, теплицы и специальные земельные смеси. Однолетний прирост заготавливают в период покоя. Хранение рекомендовано в непромерзаемом помещении при температуре не ниже минус 3 °С и не выше

плюс 5 °С. Коэффициент размножения при таком приеме выше по сравнению с отводковым, но ниже, чем при зеленом черенковании: приживаемость черенков составляет 60–70%, выход саженцев достигает 41%. Продолжительность цикла выращивания стандартного саженца составляет два года [1].

Черенки, заготовленные осенью, после наступления периода покоя, и высаженные в ранние осенние сроки посадки хорошо зимуют: почки не «просыпаются», весной корневые зачатки образуются раньше, чем листья [2].

Возможна высадка заготовленных черенков и весной. Весенняя посадка обеспечивает более низкий выход стандартных саженцев – 27,4%, осенняя существенно выше – 42,1%. Для повышения приживаемости рекомендуется намачивание нижней трети черенка от 8 часов до 2-х суток. После подготовки черенков выход повышается до 67,7%. Подготовленные черенки формируют более мощную корневую систему.

Ранее проведенные рядом авторов [3–5] исследования по приживаемости одревесневших черенков различных плодово-ягодных и декоративных культур показали хорошие результаты при применении регуляторов роста, но аналогичные работы не проводились на черной смородине при одревесневшем черенковании.

Только при вегетативном размножении передаются все сортовые качества. За счет обработанных регуляторами роста одревесневших черенков и полученных таким образом сильных саженцев можно будет решить проблему ускоренного размножения высокоперспективных сортов черной смородины на Северо-востоке России.

В питомнике растений ООО «Быстрый сад» в 2019 г. проводилась закладка опыта по размножению смородины черной одревесневшими черенками, обработанными регуляторами роста. Использовали черенки сорта Лентяй.

В период покоя (ранней зимой) секатором нарезались однолетние побеги, которые были помещены под снежный бурт. Весной, после оттаивания и стабильном наступлении плюсовых температур, побеги были нарезаны на черенки с 2–3 спящими почками и длиной 15–18 см. Нижний срез делали на расстоянии чуть меньше сантиметра от нижней почки, верхний – непосредственно над почкой. Черенки связывали в пучки по 10 штук и на глубину от 1/3 до половины погружали в водные растворы на 24 часа при комнатной температуре. В качестве контроля использовали воду. Из регуляторов роста использовали гетероауксин, янтарную кислоту и эпин в концентрации 0,005%. Водные раствор указанной концентрации готовили, добавляя в 1 л воды комнатной температуры 50 мг препарата, перемешивая до полного растворения.

Черенки были высажены по схеме 10 x 5 см и закрыты пленкой для повышения влажности воздуха и защиты черенков от весенних заморозков. Для стандартизации опыта в качестве субстрата для укоренения использовали смесь торфа с песком 1:1.

Опыт проводили в четырёхкратной повторности (по 40 черенков в каждом варианте). По мере роста черенков проводили фенологические наблюде-

ния. Осенью черенки были выкопаны, измерены длины побегов и корней, учтено количество укоренившихся черенков (табл. 1).

Таблица 1

**Влияние регуляторов роста на укореняемость одревесневших черенков смородины черной (осень 2019 г.)**

Вариант	Повторность				Среднее
	I	II	III	IV	
Приживаемость черенков, %					
Контроль	70,1	65,0	73	68,5	69,4
Гетероауксин	88,5	81,5	86,5	77,5	83,8
Янтарная кислота	85,0	90,0	80,0	92,5	86,9
Эпин-экстра	90,0	80,5	85,0	85,0	85,0
НСР <sub>05</sub> =9,42 P, %=3,63					
Высота, см					
Контроль	31,2	24,8	27,3	24,3	27,0
Гетероауксин	43,9	33,3	32,6	31,9	35,4
Янтарная кислота	38,2	35,7	34,9	38,3	36,8
Эпин-экстра	47,1	37,6	32,5	35,9	38,3
НСР <sub>05</sub> =6,02 P, %=5,50					
Длина корней, см					
Контроль	16,0	15,7	16,7	17,5	16,5
Гетероауксин	18,6	16,7	17,9	19,1	18,1
Янтарная кислота	18,4	16,4	16,7	17,8	17,0
Эпин-экстра	17,3	18,2	18,6	17,5	17,9
НСР <sub>05</sub> =1,63 P, %=2,94					

Из таблицы мы видим, что применение регуляторов роста в 2019 г. хорошо повлияли на приживаемость, высоту черенков и длину их корней. По приживаемости лучший результат получен при использованием препаратов эпин-экстра и янтарной кислоты. В варианте, с обработкой янтарной кислотой, укоренение черенков было выше на 17,5% чем в контроле и составило 86,9% (что так же выше литературных данных).

Высота укоренённых черенков во всех вариантах с регуляторами роста превысила контроль и колебалась по вариантам от 35,1 до 38,3 см. На длину корней регуляторы роста повлияли незначительно, но визуально была отмечена лучшая обрастаемость мелкими корнями

Таким образом, данные опыта демонстрируют, что все регуляторы роста, которые применяли в опытах, эффективно повышают укореняемость черенков и развитие надземной массы укоренённого черенка.

После проведения замеров укоренившиеся черенки были высажены на участок доращивания.

Часть саженцев за зимний период погибла (табл. 2). В контроле погибли 2,1% укоренившихся черенков, в то время как этот показатель колебался от 0,5 до 1,25 % при обработке регуляторами. Лучший показатель (меньшая гибель) наблюдалась при применении гетероауксина.

**Влияние регуляторов роста на укореняемость одревесневших черенков смородины черной после перезимовки (2019–2020 гг.)**

Вариант	Повторность				Среднее
	I	II	III	IV	
Перезимовало саженцев, %					
Контроль	65,0	64,5	75	67,5	68,0
Гетероауксин	85,0	83,5	87,5	77,5	83,4
Янтарная кислота	85,0	90,0	80,5	92,5	87,0
Эпин	90,0	80,0	85,0	85,0	85,0
НСР <sub>05</sub> =9,42 P, %=3,63					

Таким образом, результаты исследований, проведённых в 2019–2020 гг., позволяют сделать следующие выводы.

1. Применение регуляторов роста является эффективным приемом для размножения одревесневшими черенками черной смородины.

2. Регуляторы роста ускоряют процесс укоренения, улучшают общее развитие растений, что приводит к увеличению количества полученных саженцев.

3. Применение гетероауксина из выбранных регуляторов роста наиболее эффективно.

**Библиографический список**

- Осипов Ю. В., Осипова З. Ф. Все о черной смородине. Тула : Приок. кн. изд-во, 1982. 72 с.
- Салихов М. М. Сроки заготовки черенков смородины // Плодоовощное хозяйство. 1985. № 10. С. 30–32.
- Шевелуха В. С., Злобин А. И. Оценка генетического риска применения регуляторов роста // Регуляторы роста растений. М. : Агропромиздат, 1990. 132 с.
- Ренгартен Г. А. Влияние препаратов ризогенеза на регенеративную способность зеленых черенков жимолости синей // Знания молодых: наука, практика и инновации : сб. науч. трудов междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, аспирантов и соискателей. В 2-х частях. Киров, 2013. С. 99–103.
- Ренгартен Г. А. Оценка размножения туи западной на Северо-Востоке России // Знания молодых: наука, практика и инновации : сб. науч. трудов XV междунар. науч.-практ. конф. аспирантов и молодых ученых. Киров, 2015. С. 62–67.

**ПЕРВЫЕ СВЕДЕНИЯ О РАЗНООБРАЗИИ ЛИШАЙНИКОВ  
ПРОЕКТИРУЕМОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ЗАКАЗНИКА  
«ПАРАСЬКИНЫ ОЗЕРА» (РЕСПУБЛИКА КОМИ)**

*Т. Н. Пыстина, Н. А. Семенова*  
*Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,*  
*t.pystina@ib.komisc.ru, semenova@ib.komisc.ru*

В статье представлены первые сведения о разнообразии лишайников проектируемого федерального заказника «Параськины озера». По предварительным данным выявлен 251 вид из 81 рода и 39 семейств. Один вид (*Arthonia spadicea* Leight.) является новым для Республики Коми. Отмечено 14 видов лишайников, включенных в Красную книгу Республики Коми (2019).

Ключевые слова: лишайник, редкий вид, заказник, Республика Коми.

Водный памятник природы «Параськины озера» (18,2 га) утвержден постановлением Совета Министров Коми АССР 26.09.1989 г. Резерват расположен на восточном склоне Тиманского кряжа, в 55 км на юго-запад от г. Ухта и представляет собой уникальный комплекс озер карстового происхождения [1].

В 2020 г. принято решение о значительном расширении границ памятника природы и создании комплексного заказника «Параськины озера». Летом 2020 г. сотрудниками Института биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН проведены работы по инвентаризации разнообразия животного и растительного мира на планируемой особо охраняемой природной территории (ООПТ), включая изучение таксономического состава лишайников. По результатам научно-исследовательской работы была обоснована целесообразность организации государственного заказника федерального подчинения, определены его границы и площадь (18522,8 га).

Растительность проектируемого заказника в основном представлена типичными среднетаежными хвойными и смешанными лесами. Преобладают крупные массивы сосновых лесов лишайникового, лишайниково-зеленомошного и зеленомошного типов. К долинам рек и переувлажненным мезопонижениям приурочены участки зеленомошных и травяных ельников. Лиственные леса имеют вторичное происхождение и представлены березовыми, реже осиновыми древостоями. На водоразделах встречаются относительно крупные болотные массивы верхового и переходного типов, а также небольшие по размерам ключевые болота. Луга и заросли кустарников (ивняки, сероольшаники) не занимают больших площадей, располагаются по берегам рек Ухта, Тобысь и их притоков. Уникальность заказнику придает наличие на его территории карстовых воронок, которые чаще всего встречаются в виде цепочек из нескольких штук. Воронки обычно округлой формы, диаметром до 20–25 м, глубиной до 20 м. В северной части территории по берегам реки Ухта наблюдаются выходы карбонатных горных пород.

Полевые работы проводили детально-маршрутным методом с целью наиболее полного выявления разнообразия лишайников и обследования максимально возможной территории. Сборы лишайников осуществляли во всех типах встреченных растительных сообществ (лесные формации, болота, заросли кустарников), а также по бортам карстовых воронок и на обнажениях карбонатов по берегам рек. Особое внимание уделяли выявлению мест произрастания видов, включенных в Красные книги разных рангов. Локалитеты редких видов зафиксированы с помощью GPS. Всего было собрано около 500 образцов лишайников. Материалы обрабатывали по общепринятым в лихенологии методикам в отделе флоры и растительности Севера Института биологии Коми НЦ УрО РАН. Образцы лишайников хранятся в УНУ «Научный гербарий Института биологии Коми НЦ УрО РАН (SYKO)».

По предварительным данным на территории предлагаемого к организации заказника «Параськины озера» выявлен 251 вид (254, включая таксоны рангом ниже вида), относящихся к 81 родам и 39 семействам. У одного вида (*Cheiromycina flabelliformis*) семейство отсутствует. Все таксоны – новые для района исследования. Один вид (*Arthonia spadicea* Leight.) приводится впервые для Республики Коми.

Наиболее многочисленными семействами являются Parmeliaceae, Cladoniaceae, Peltigeraceae, Ramalinaceae, Lecanoraceae, Caliciaceae, Physciaceae и др. Спектр ведущих семейств типичен для лишайнобиот таежной зоны Северного полушария. Бореальный характер проявляется и на родовом уровне за счет высокого положения родов *Cladonia*, *Peltigera*, *Lecanora*, *Bryoria*, *Chaenotheca*, *Calicium*, *Biatora* и *Rinodina* (табл.).

Таблица

**Ведущие семейства и роды лишайников проектируемого заказника «Параськины озера»**

Семейство	Ранг семейства	Число видов	Род	Ранг рода	Число видов
Parmeliaceae	1	39	<i>Cladonia</i>	1	31
Cladoniaceae	2	37	<i>Peltigera</i>	2	18
Peltigeraceae	3	19	<i>Lecanora</i>	3	12
Ramalinaceae	4	18	<i>Bryoria</i>	4	10
Lecanoraceae	5	15	<i>Chaenotheca</i>	5	9
Caliciaceae	6	14	<i>Calicium</i>	6	8
Physciaceae	7	12	<i>Biatora</i>	7–8	7
Mycocaliciaceae	8	10	<i>Rinodina</i>	7-8	7
Lecideaceae	9–11	9	<i>Chaenothecopsis</i>	9–11	6
Coniocybaseae	9–11	9	<i>Micarea</i>	9–11	6
Trapeliaceae	9–11	9	<i>Usnea</i>	9–11	6

Типичные таежные черты лишайнобиоты изученного района особенно ярко проявляются при анализе географических элементов. Более 65% лишайников относятся к бореальной группе. Участие видов других географических элементов (мультизонального, арктоальпийского, монтанного и неморального), соответственно, не высоко. Анализ распределения видов по типам ареа-

лов выявил подавляющее преобладание видов широкого расселения – мульти-региональных (53%) и голарктических (31%).

Основу лишенобиоты составляют лишайники, обитающие на стволах и ветвях деревьев (эпифиты), – 132 вида. Далее по числу видов следуют эпиксилы и эпигеиды (по 50 видов в каждой группе), эпибриофиты (5), эпилиты (3) и паразиты (2).

Высоким разнообразием лишайников характеризуются лесные экотопы. Максимальное видовое богатство (120 видов) отмечено в сосновых лесах, преобладающих в растительном покрове территории проектируемого заказника. В сосняках лишайникового и зеленомошного типов зафиксировано 63 и 61 вида соответственно. В заболоченных сосновых лесах, расположенных по окраинам болотных массивов, разнообразие значительно уменьшается – отмечено всего 76 видов лишайников.

В сосновых древостоях по численности преобладают эпифиты (62 вида), встречающиеся как на коре сосны, а также присутствующие в древостое и подлеске на других видах деревьев и кустарников. Обычными на всех древесных породах являются *Bryoria capillaris*, *B. furcellata*, *B. fuscescens*, *Hypogymnia physodes*, *H. tubulosa*, *Imshaugia aleurites*, *Parmelia sulcata*, *Parmeliopsis ambigua*, *P. hyperopta*, *Tuckermannopsis chlorophylla*, *Usnea dasypoga*, *U. subfloridana*, *Vulpicida pinastri* и др. На стволах старых сосен довольно часто встречались редкие в Республике Коми *Bryoria fremontii* и *B. glabra* (многие экземпляры этого вида находились в фертильном состоянии). Несколько реже и в меньшем обилии отмечались *Evernia mesomorpha*, *Ramalina dilacerata*. Среди накипных лишайников на коре форофитов часто регистрировались *Lecidea nylanderii*, *Mycoblastus sanguinarius*, *Toensbergia leucococca*, *Japewia tornoënsis*, реже *Calicium glaucellum*, *Chaenotheca chrysocephala*, *C. ferruginea*, *Lecidea erythrophaea*, *L. turgidula* и некоторые другие.

Разнообразно представлены лишайники, формирующие напочвенный покров, – выявлено 30 видов. Максимальное число представителей этой группы зафиксировано в лишайниковых сосновых лесах. Наиболее обычны среди них кладонии (*Cladonia arbuscula*, *C. chlorophaea*, *C. gracilis*, *C. rangiferina*, *C. stellaris*, *C. uncialis* и др.), пельтигеры (*Peltigera aphthosa*, *P. canina*), так же встречаются цетрарии (*Cetraria islandica*, *C. erycetorum*) и стереокаулоны (*Stereocaulon paschale*, *S. tomentosum*). В кустарничково-зеленомошных сосняках растут более влаголюбивые виды *Nephroma arcticum*, *Peltigera leucophlebia*, *P. neckeri*. Обочины грунтовых дорог зарастают пионерными видами (*Peltigera didactyla*, *P. lepidophora*, *Baeomyces rufus*, *Cladonia cariosa*, *C. subulata*, *C. verticillata*, *Stereocaulon condensatum* и др.).

На коре и древесине пней, валежа и сухостоя поселяются эпиксилы (27 видов), среди них много представителей калициоидных лишайников. Чаще других отмечаются *Calicium denigratum*, *C. trabinellum*, *Chaenothecopsis pusilla*, *C. savonica*. На древесине высоких сосновых пней найдены охраняе-

мые в республике лишайники – *Chaenothecopsis fennica* и *Microcalicium ahlneri*.

Ельники были обследованы лишь в долине р. Тобысь, тем не менее, на этих небольших по площади участках старовозрастных лесов поддерживается высокое видовое богатство лишайников - выявлено 97 видов. Ряд влаголюбивых лишайников встречен только в этих экотопах. Из эпифитов наиболее обычными для еловых древостоев являются *Calicium viride*, *Hypogymnia physodes*, *H. tubulosa*, *Melanohalea olivacea*, *Parmelia sulcata*, *Parmeliopsis ambigua*, *P. hyperopta*, *Platismatia glauca*, *Ramalina dilacerata*, *R. thrausta*, *Tuckermannopsis chlorophylla*, *Vulpicida pinastri*, *Usnea dasypoga*, *U. glabrescens*. Во влажных долинных лесах иногда многочисленны популяции образуют охраняемые в республике лишайники *Lobaria pulmonaria* и *R. thrausta*, реже и в меньшем обилии встречаются *Hypogymnia bitteri*, *Evernia divaricata*, *Acolium inquinans*, *Scytinium tenuissimum*, *Ramalina roesleri*.

Комлевая и нижняя части стволов елей и присутствующих в древостое берез заселяются разнообразными представителями из родов *Cladonia* (*C. chlorophaea*, *C. coniocraea*, *C. crispata*, *C. digitata*) и *Peltigera* (*P. aphthosa*, *P. canina*, *P. scabrosa*), также обычны *Japewia tornoënsis*, *Lepraria jackii* и др. В пойме р. Тобысь на наклоненном стволе старой ели отмечен охраняемый в республике вид *Peltigera collina*.

Во вторичных березовых и елово-березовых лесах число выявленных видов лишайников сопоставимо с таковым для ельников – 90 таксонов. Большая часть видов – обычные и массовые эпифиты, поселяющиеся на коре деревьев и кустарников. В сообществах, сформированных березой, найдено всего два вида, включенных в Красную книгу Республики Коми (2019) [2]: *Lobaria pulmonaria* и *Peltigera kristinssonii*.

Несколько меньше таксонов отмечено на болотах (53 вида), в пойменных зарослях кустарников (33) и в местах обнажения карбонатов (56). Несмотря на невысокое разнообразие, каждое такое местообитание обладает набором свойственных только ему видов. Среди перечисленных местообитаний наиболее интересны карстовые воронки. На их влажных стенках среди мхов встречается 12 видов пельтигер, в том числе и редкие (*Peltigera latiloba*, *P. venosa*). Для *P. latiloba* – это второе местонахождение в республике, ранее она была известна с Приполярного Урала (национальный парк «Югыд ва», басс. р. Лимбекою). Пойменные ивняки характеризуются многочисленностью популяции *Lobaria pulmonaria*.

При обследовании территории проектируемого резервата зарегистрированы редкие виды лишайников, занесенные в Красную книгу Российской Федерации (2008) [3]: *Bryoria fremontii*, *Lobaria pulmonaria*, а также в Красную книгу Республики Коми (2019): *Acolium inquinans*, *Calicium abietinum*, *Chaenothecopsis fennica*, *Felipes leucopellaeus*, *Hypogymnia austerodes*, *Microcalicium ahlneri*, *Peltigera collina*, *P. kristinssonii*, *Ramalina roesleri*, *Scytinium tenuissimum*, *Vulpicida juniperinus*, *Cheiromicina flabelliformis*. Всего 14 видов. Один из перечисленных таксонов (*Felipes leucopellaeus*) имеет кате-

горию статуса редкости 1 (находящиеся под угрозой исчезновения), три вида (*Chaenothecopsis fennica*, *Hypogymnia austerodes*, *Microcalicium ahlneri*) – категорию статуса редкости 2 (сокращающиеся в численности), остальные десять таксонов – категорию статуса редкости 3 (редкий). Еще десять видов лишайников нуждаются в постоянном контроле численности в природе и включены в приложение 1 к Красной книге Республики Коми (2019): *Cladonia parasitica*, *Evernia divaricata*, *Hypogymnia bitteri*, *H. vittata*, *Leptogium cyanescens*, *Rostania occultata*, *Lobaria scrobiculata*, *Peltigera venosa*, *Chaenotheca hispidula*, *Ramalina thrausta*. Наибольшее число местообитаний выявлено для *Lobaria pulmonaria*, *Bryoria fremontii*, *Hypogymnia bitteri* и *Ramalina thrausta*. Выявленные редкие и охраняемые виды лишайников – в основном эпифиты, поселяющиеся на стволах и ветвях старых деревьев в еловых и сосновых лесах. Популяции *Lobaria pulmonaria*, *Bryoria fremontii*, *Ramalina thrausta* и *Chaenothecopsis fennica* в благоприятных местообитаниях многочисленны.

Работа выполнена в рамках государственного задания № АААА-А19-119011790022-1.

#### Библиографический список

1. Патова Е. Н. Водный памятник природы «Параськины озера» // Буклет «Особо охраняемые природные территории Республики Коми: Ухтинский район». Сыктывкар, 2010. С. 26–27.
2. Красная книга Республики Коми. Сыктывкар, 2019. 768 с.
3. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М. : Тов-во научн. изд. КМК, 2008. 885 с.

### АНАТОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТАЛЛОМОВ ПРИ ПОДХОДЕ К ОНТОГЕНЕТИЧЕСКОЙ ПЕРИОДИЗАЦИИ *CETRARIA ISLANDICA* (L.) ACH.

**К. В. Малахова**

ФГБОУ ВО «Костромской государственный университет»,  
malakhova.kv1@gmail.com

Рассмотрены особенности морфологического и анатомического строения талломов *Cetraria islandica* (L.) Ach., способные внести вклад в понимание изменений, происходящих в онтогенезе вида. Исследованы размерные характеристики талломов, корового и водорослевого слоев слоевищ, а также апотециев *C. islandica*. Выявлены морфологические особенности апотециев на талломах разных возрастных состояний.

Ключевые слова: лихенизированные грибы, *Cetraria islandica*, онтогенез, коровый слой, водорослевый слой, апотеции.

Изучение онтогенетических особенностей лихенизированных грибов, позволяющее выявить закономерности образования и развития таллома

сложной симбиотической системы, привлекает всё больший интерес исследователей. Описаны онтогенетические стадии *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm., *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr., *Evernia prunastri* (L.) Ach. и некоторых других видов [1, 2]. При этом в качестве основного маркера возрастных состояний являлся ряд морфологических изменений таллома. Указывается возможная корреляция анатомических изменений слоевища в онтогенезе лихенизированных грибов на примере *X. parietina* [1].

На данный момент остается не затронутым вопрос изучения особенностей онтогенетического развития эпигейного узколопастного лишайника *Cetraria islandica* (L.) Ach. Значение данного вида сложно переоценить: его талломы используются в пищевой промышленности; вторичные метаболиты, выделенные из слоевищ *C. islandica*, обладают широким фармацевтическим потенциалом. *C. islandica* является ценным лекарственным сырьем при наружном лечении воспалительных и бактериальных процессов; ввиду высокого содержания аминокислот и макроэлементов используется в качестве кормовой добавки, имеет потенциал применения при приготовлении хлебных изделий [3–6].

До настоящего времени в научном сообществе большее внимание при изучении данного вида было уделено химическому составу слоевищ (содержание аминокислот, витаминов, макроэлементов, качественный состав вторичных метаболитов). Не затронуто описание анатомо-морфологических особенностей онтогенетических состояний талломов.

Цель данного исследования: изучение некоторых особенностей анатомо-морфологического строения талломов *C. islandica* при рассмотрении вопроса онтогенетической периодизации вида.

Слоевище *C. islandica* представляет собой ортотропно расположенный дихотомически ветвящийся лопастной таллом, одна сторона которого имеет оливковый цвет, другая – светло-серый. Таллом пронизан светлыми участками микобионта – псевдоцифеллами (макулами), в местах которых участки таллома часто срастаются. По краю таллома расположены пикнидии. На периферических зонах лопастей (реже между лопастями) располагаются лекарнорового типа апотеции, имеющие окраску от светло-коричневого до почти черного цвета.

Природные образцы талломов *C. islandica* были собраны для дальнейшего лабораторного исследования в весенне-летний сезон 2020 г. в сосновом бору Красносельского района Костромской области. Талломы очищали от грунта и постороннего мусора, промывали под проточной водой. Всего было исследовано не менее 60 лопастей.

Микроскопию слоевищ проводили посредством светового микроскопа «Биомед-3» в предельно насыщенном влагой состоянии образцов при общем увеличении  $\times 100$ – $400$ . Срез талломов осуществляли на уровне основания верхних лопастей. Для определения размерных характеристик при исследовании особенностей анатомического строения использовали окуляр-микрометр. Фотографирование срезов осуществляли на фотокамеру Samsung.

При этом мы уделяли внимание толщине корового и водорослевого слоев, гимениального слоя (при рассмотрении апотециев), плотности расположения клеток фотобионта в водорослевом слое.

Условно на основании морфологических признаков талломы были разделены на группы, соответствующие онтогенетическим периодам, принятым для периодизации других видов лихенизированных грибов: прегенеративные и генеративные талломы. Результаты изучения анатомических особенностей талломов *C. islandica* сведены в таблицу.

Таблица

**Особенности анатомического строения талломов *Cetraria islandica* в онтогенезе**

Признак		Прегенеративный период	Генеративный период		
			При диаметре апотеция, мм		
			4–6	6–10	11–16
Толщина таллома, мкм		46,68–51,67	51,67–53,34	56,68–63,35	68,35–70,01
Толщина водорослевого слоя, мкм		18,34–23,33	15,01–20,01	20,01–26,67	23,34–26,67
Толщина корового слоя, мкм		10,01–18,34	11,67–15,01	11,67–18,34	11,67–21,67
Апотеции	Толщина таллома, мкм	–	61,68–70,69	61,68–72,39	76,68–163,37
	Толщина водорослевого слоя, мкм	–	8,33–23,34	15,01–28,34	40,01–85,02
	Толщина корового слоя, мкм	–	15,01–21,67	21,67–31,67	60,01–70,01
	Толщина гимениального слоя, мкм	–	15,01–20,01	16,67–20,01	20,01–21,67

Талломы прегенеративного периода (отсутствие апотециев, вытянутые по длине лопасти талломов) *C. islandica* имеют толщину 46,68–51,67 мкм. При этом толщина слоя фотобионта 18,34–23,33 мкм, толщина корового слоя составляла от 10,01–13,34 до 18,34 мкм. Клетки фотобионта в водорослевом слое таллома расположены рыхло, разрозненно.

Талломы, имеющие на своей поверхности апотеции, несколько различаются в отношении анатомо-морфологического строения, часто эти различия коррелируют с размером апотеция, что позволяет нам выделить основные группы генеративных слоевищ *C. islandica*.

При диаметре апотециев 4–6 мм толщина таллома составляет 51,67–53,34 мкм, слой фотобионта до 20,01 мкм, коровый слой 11,67–15,01 мкм. Толщина таллома в области апотециев составила 61,68–70,69 мкм, в которых толщина водорослевого слоя колеблется от 8,33 до 23,34 мкм, корового – от 15,01 до 21,67 мкм, толщина гимениального слоя 15,01–20,01 мкм. Сумки в гимениальном слое расположены плотно, вытянуты по длине.

При диаметре апотециев 6–10 мм толщина таллома увеличивается и составляет 56,68–63,35 мкм, слой фотобионта также возрастает (20,01–

26,67 мкм), а толщина корового слоя остается практически на прежнем уровне (11,67–18,34 мкм). Толщина слоя фотобионта и корового слоя незначительно увеличиваются (до 28,34 и 31,67 мкм соответственно). Наблюдается множество спор, рассосредоточенных по поверхности среза апотеция.

При диаметре апотециев 11–16 мм толщина таллома была значительно больше, чем в предыдущих группах и составляла 68,35–70,01 мкм при несколько большей толщине водорослевого слоя (23,34–26,67 мкм) и прежней толщине корового слоя (11,67–21,67 мкм). Толщина апотециев значительно увеличивается: до 163,37 мкм, прежде всего, за счет увеличения слоев фотобионта (до 85,02 мкм) и корового слоя (до 70,01 мкм).

Таким образом, нами выявлена корреляция анатомических особенностей таллома (толщина таллома, корового и водорослевого слоев) с размером апотециев. В различных онтогенетических состояниях толщина таллома увеличивалась от 46,68 до 70,01 мкм, где слой фотобионта изменялся на незначительном уровне (от 23,33 до 26,67 мкм по наибольшим значениям), как и коровый слой (от 18,34 до 21,67 мкм). Большие анатомические изменения происходят с апотециями: при изменении диаметра от 4 до 16 мм меняется толщина среза апотеция (от 90,69 до 163,37 мкм соответственно); при этом значительно меняется толщина слоя фотобионта (от 23,34 до 85,02 мкм по наибольшим значениям) и корового слоя (от 21,67 до 70,01 мкм). Изменения толщины гимениального слоя не было отмечено и составляло не более 20,01 мкм.

Описанные в исследовании детали анатомического строения разных онтогенетических групп талломов привносят вклад в вопрос изучения онтогенеза лихенизированных грибов, и *C. islandica* в частности, и позволяют использовать данные особенности в качестве маркеров онтогенетических состояний. В дальнейшем изучении нуждается исследование активности спороношения апотециев, как в течение генеративного периода, так и в плане сезонной приуроченности. Выявление факторов, влияющих на образование апотециев и на активность их спороношения, остается нераскрытым в научном сообществе и является важным вопросом фундаментальной лихенологии.

#### Библиографический список

1. Суетина Ю. Г. Онтогенез и структура популяции *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. в различных экологических условиях // Экология. 2001. № 3. С. 203–208.
2. Игнатенко Р. В., Тарасова В. Н., Марковская Е. Ф. Онтогенез лишайника *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm в растительных сообществах бореальной зоны // Онтогенез. 2020. Т. 51, № 2. С. 132–142. doi: 10.31857/S0475145020020044.
3. Вершинина С. Э., Вершинин К. Е., Кравченко О. Ю. Анализ состава растительного сырья *Cetraria laevigata* Rassad. 1945 и *C. islandica* (L.) Ach/1803 (Parmeliaceae, Lichenes) // Вестник ИГСХА. 2010. № 41. С. 13–21.
4. Подтероб А. П. Химический состав лишайников и их медицинское применение // Химико-фармацевтический журнал. 2008. Т. 42. № 10. С. 32–38.
5. Characterization of Bioactive Compounds from Romanian *Cetraria islandica* (L.) Ach. / S. Patriche, I. Ghinea, G. Adam, G. Gurău, B. Furdui, R. Dinica, L. Rebegea, L. Mariana // Revista de Chimie. 2019. № 70. P. 2186–2191. doi: 10.37358/RC.19.6.7302.

6. Идентификация биологически активных веществ в слоевище *Cetraria islandica* / I. Kravchenko, A. O. Kobernik, O. Chervonenko, T. V. Myhaylova, M. Nabych // Актуальные проблемы транспортной медицины. 2015. С. 144–148.

## **БИОТОПИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КСИЛОТРОФНЫХ БАЗИДИОМИЦЕТОВ МЕЛКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСОВ КОЛОГРИВСКОГО И КРАСНОСЕЛЬСКОГО РАЙОНОВ КОСТРОМСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Э. В. Марамохин, М. В. Сиротина, Е. А. Урекин**

*Костромской государственный университет, maramokhin91@mail.ru*

В статье приводится оценка местообитаний ксилотрофных базидиомицетов, приуроченных к березнякам и осинникам Кологривского и Красносельского районов Костромской области, с использованием программы EcoScaleWin. Также дается сравнительная характеристика биотопов фито- и микоценозов, экспонирующая их сходства и отличия.

Ключевые слова: ксилотрофные базидиомицеты, биотопические особенности, мелколиственные леса, микоценоз, *Fomes fomentarius* (L.) Fr., *Phellinus igniarius* (L.) Quel., *Piptoporus betulinus* (Bull.) P. Karst., *Inonotus obliquus* (Ach. ex Pers.) Pil.

Каждый биологический вид характеризуется своими параметрами экологической ниши и, исходя из них, встречается в тех или иных местообитаниях. В определенной мере биотопическая специализация видов является совокупным выражением их отношения к ведущим факторам среды. Это в полной мере относится и к такой специфической группе организмов как ксилотрофные базидиомицеты [1, 2].

Ксилотрофные базидиомицеты являются важным компонентом лесных экосистем. Ввиду наличия особого ферментативного комплекса, они способны разрушать лигнин и целлюлозу, приводя к ее деструкции [3, 4].

В работе рассматриваются некоторые биотопические особенности, таких мелколиственных деревьев как *Betula pendula* Roth. и *Populus tremula* L., поскольку в лесах Костромской области с участием этих пород четко прослеживаются биотопические связи микобиоты ксилотрофов и фитоценозов [5]. Кроме того, фактором, ограничивающим распространение ксилотрофов, является субстрат, т. е. присутствие в лесных экосистемах видов древесных растений, на разрушении древесины которых данные ксилотрофные базидиомицеты специализированы. Вопрос об изучении биотопов осинников и березняков имеет важное значение, так как позволяет лучше понять особенности биологии и экологии ксилотрофных базидиомицетов [6, 7].

Для изучения особенностей биотопа фито- и микоценозов были проведены геоботанические исследования с заложением 5 площадок в Красносель-

ском и 5 площадок в Кологривском районах по 20 м<sup>2</sup> каждая. Исследования проводили в полевые сезоны 2019–2020 гг. Данные площадки закладывали в местах наибольшей концентрации базидиом ксилотрофов. Учитывалось также покрытие основной древесной породы. В качестве модельного вида для леса, образованного *P. tremula*, выступал ксилотроф *Phellinus igniarius* (L.) Quel [8]. Для леса с преобладанием *B. pendula* модельными видами являлись: *Fomes fomentarius* (L.) Fr., *Piptoporus betulinus* (Bull.) P. Karst. и *Inonotus obliquus* (Ach. ex Pers.) Pil.

На площадках определяли покрытие для каждого растения, оценка проводилась по шкале Браун-Бланке, при этом покрытие *P. tremula* и *B. pendula* составляло на каждой площадке не менее 50%. При обработке полученных результатов применялся метод средневзвешенной середины интервала. Все полученные данные вносились в алгоритм программы EcoScaleWin, где проводилась обработка полученных геоботанических описаний по амплитудным шкалам Д. Н. Цыганова и точечным шкалам Э. Ландольта [9].

После обработки геоботанических описаний по амплитудным шкалам Д. Н. Цыганова в программе EcoScaleWin были получены следующие результаты оценки местообитания *B. pendula* и *P. tremula*, приуроченные к областям формирования микоценозов индикаторных видов ксилотрофных базидиомицетов и представленные на диаграмме (рис.)

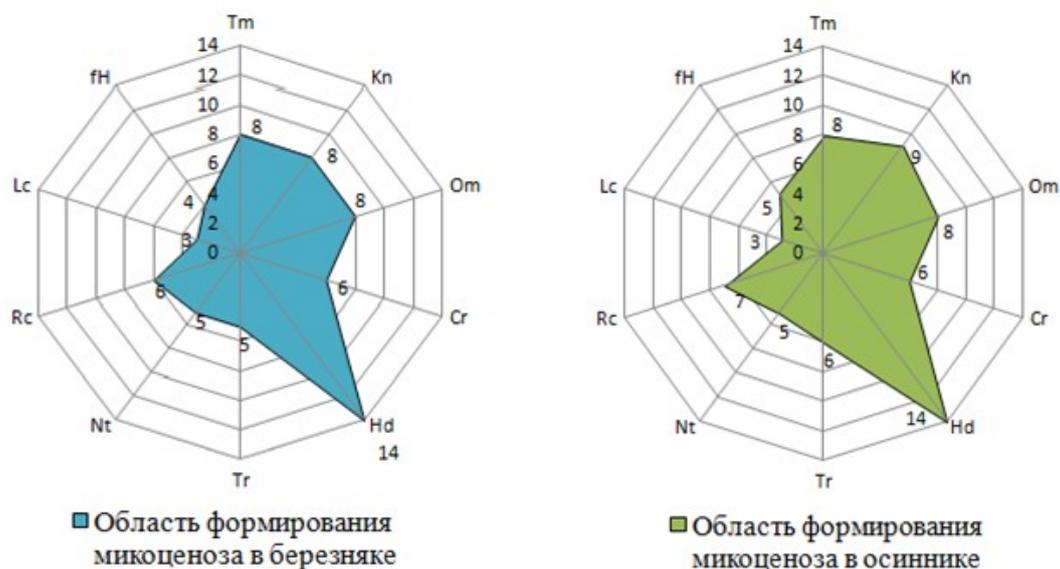


Рис. Микоценоз, приуроченный к биотопу *Betula pendula* (слева) и *Populus tremula* (справа) в Кологривском и Красносельском районах по амплитудным шкалам Д. Н. Цыганова шкалы: Тм – термоклиматическая; Кп – континентальности климата; Ом – омброклиматическая аридности-гумидности; Ср – криоклиматическая; Hd – увлажнения почв; Tr – солевого режима почв; Nt – богатства почв азотом; Rc – кислотности почв; Lc – освещенности-затенения; fH – переменности увлажнения

На диаграммах можно видеть большое сходство биотопов березовых и осиновых лесов. Это связано с тем, что Костромская область не имеет выраженного широтного градиента, и формирующиеся растительные сообщества а, следовательно, и микоценозы во многом находятся в одинаковых погодноклиматических и эдафических условиях даже при разных породах лесосложения. Известно, что результатом приспособления видов ксилотрофных базидиомицетов в процессе их расселения по территории является их распределение вдоль широтного и экологического градиентов [1]. Хотя ксилотрофные базидиомицеты отличаются друг от друга по экологическим характеристикам, они объединяются в экогеографические группы по сходству реакции на широтные разности среды, а именно по ценоареалам и экологическим оптимумам, приходящимся на одну и ту же природную зону.

Исходя из оценки местообитания, приуроченного к мелколиственным породам *P. tremula* и *B. pendula* по шкалам Д. Н. Цыганова, можно отметить, что данные биотопы характеризуются небогатыми слабокислыми почвами со средним содержанием азота и гумуса, в условиях среднего увлажнения. Данные породы деревьев являются обитателями полуоткрытых пространств и светлых лесов. Осиновые и березовые леса формируются в условиях благоприятного климата с умеренно холодной зимой и умеренно жарким летом. Представленные характеристики биотопа мелколиственных лесов наиболее благоприятны для формирования микоценозов ксилотрофных базидиомицетов. Экологическая валентность в отношении абиотических факторов среды *B. pendula* уже, чем у *P. tremula*, что ограничивает образование микоценозов ксилотрофных базидиомицетов в описываемых биотопах. Полученные данные о климатических и эдафических факторах имеют важное значение при прогнозировании фитопатогенной нагрузки со стороны ксилотрофных базидиомицетов, так как эти факторы являются наиболее благоприятными для формирования микоценозов.

Кроме обработки геоботанических описаний по шкалам Д. Н. Цыганова, проводилась также оценка по точечным шкалам Э. Ландольта, результаты которой представлены в таблице.

Таблица

**Результаты обработки геоботанических описаний по шкалам Э. Ландольта**

Индекс и название шкалы	Результат	
	<i>Betula pendula</i>	<i>Populus tremula</i>
1	2	3
F – шкала увлажнения почвы	2,93 – Условия увлажнения ниже среднего	3,00 – Средние условия увлажнения
R – шкала кислотности почвы	2,75 – Кислые почвы	3,00 – Слабокислых почвы
N – шкала богатства почвы элементами минерального питания	2,00 – Бедные почвы	3,00 – Умеренно бедные или среднебогатые почвы

1	2	3
Н – шкала гумусированности почвы	3,54 – Среднее содержание гумуса	3,00 – Среднее содержание гумуса
D – шкала гранулометрического состава почвы	3,78 – Хорошо проницаемые, гравийные или песчаные почвы с хорошей вентиляцией	4,00 – Тонкопесчаные, пылеватые, более или менее вентилируемые почвы
L – шкала светолюбия	4,00 – Растения полного света, или небольшого затенения	
T – температурная шкала	3,00 – Растения нижнегорного и предгорного пояса. Растения низменностей	
K – шкала континентальности	3,00 – Широко распространенные виды, избегающие экстремально континентальных районов	

Из таблицы видно, что климатические факторы одинаковы как для леса, сложенного *B. pendula*, так и леса, представленного *P. tremula*. Это, относится ко всем лесным формациям изучаемых участков мелколиственных лесов Кологривского и Красносельского районов, поэтому полученные данные были усреднены через программу EcoScaleWin, и сравнение приводится только по породе лесосложения. Это явление имеет вполне закономерный характер, поскольку, как уже отмечалось, Костромская область не имеет выраженного широтного градиента.

Если сравнивать березовый и осиновый лес по шкалам F, R, H, D, полученный результат отличается, но если рассматривать цифровое значение, то мы видим, что эта разница минимальна, и только по шкале N (шкала богатства почвы элементами минерального питания) имеются существенные отличия березняков, предпочитающих более бедные почвы от осинников, которые приурочены к более богатым почвам. Также отмечено, что эдафические факторы по точечным шкалам Э. Ландольта практически полностью соотносятся с амплитудными шкалами Д. Н. Цыганова.

Таким образом, климатические и эдафические факторы среды оказывают существенное влияние на формирование фитоценозов мелколиственных лесов, что в свою очередь сказывается на распространении ксилотрофных базидиомицетов и образовании в итоге устойчивых микоценозов. Отмечен также тот факт, что биотопы в Костромской области имеют большую схожесть в разных районах. Более того, мелколиственные леса, образованные *B. pendula* и *P. tremula*, имеют минимальные различия мест обитания, что говорит о том, что биология и экология этих древесных пород имеет большое сходство. Однако следует отметить, что осинники все же обладают более широкой экологической валентностью, что подтверждается результатами обработки как по шкалам Д. Н. Цыганова, так и по шкалам Э. Ландольта. Полученные данные имеют высокое значение для оценки качества леса и прогнозирования фитопатогенной нагрузки со стороны ксилотрофных базидиомицетов, поскольку выявлены наиболее благоприятные абиотические факторы среды для развития этих организмов.

### Библиографический список

1. Сафонов М. А. Вклад пойменных лесов в биоразнообразии дереворазрушающих грибов Оренбургской области // Вестник Оренбургского государственного университета. 2015. № 10 (185). С. 73–76.
2. Burdon J. J., Thrall P. H. Spatial and temporal patterns in coevolving plant and pathogen associations // *The American Naturalist*. 1999. Vol. 153. No. S5. P. S15–S33. doi.org/10.1086/303209
3. Белов Д. А., Александров П. С. Состояние части насаждений городских лесов города Москвы // *Academy*. 2019. № 5 (44). С. 10–13.
4. Марамохин Э. В. Ксилотрофные базидиомицеты мелколиственных лесов Костромской области // Вестник Нижневартковского государственного университета. 2020. № 1. С. 4–9. <https://doi.org/10.36906/2311-4444/20-1/01>
5. Марамохин Э. В. Некоторые особенности экологии ксилотрофных базидиомицетов мелколиственных лесов Красносельского района Костромской области // Ступени роста – 2019 : тезисы 71-й межрегиональной науч.-практ. конф. молодых ученых. Кострома, 2019. С. 98–99.
6. Бондарцева М. А. Эколого-биологические закономерности функционирования ксилотрофных базидиомицетов в лесных экосистемах // Грибные сообщества лесных экосистем. М., Петрозаводск : Карельский НЦ РАН, 2000. С. 9–25.
7. Закутнова В. И., Сундеткалиева Н. Г. Биоэкологический анализ ксилотрофных базидиомицетов восточной части дельты Волги (на примере окрестностей села Алча Красноярского района) // Астраханский вестник экологического образования. 2015. № 3 (33). С. 113–116.
8. Стороженко В. Г. Пораженность осинников Костромской области ложным осинным трутовиком // Лесное хозяйство. 1979. № 10. С. 54–55.
9. Зубкова Е. В. Компьютерная обработка геоботанических описаний по экологическим шкалам с помощью программы EcoScailWin. Йошкар-Ола : Мар. гос. ун-т, Пушчинский гос. ун-т, 2008. 96 с.

## МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ И УРОЖАЙНОСТЬ СТРОЧКА ОБЫКНОВЕННОГО В КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

*А. А. Сорокина, А. В. Кислицына, А. В. Ярославцев,  
С. И. Оботнин, Е. А. Лугинина*

*Всероссийский научно-исследовательский институт  
охотничьего хозяйства и звероводства имени профессора Б. М. Житкова,  
etl@inbox.ru*

В статье представлены материалы по характеристике строчка обыкновенного (*Gyromitra esculenta* Pers. ex Fr.) в южно-таежных фитоценозах Кировской области. Установлена средняя величина продуктивности вида в регионе исследования (5,2 кг/га). Выявлена корреляционная связь между массой плодового тела и его морфометрическими параметрами.

Ключевые слова: *Gyromitra esculenta* Pers. ex Fr., Кировская область, фитоценотическая приуроченность, морфометрические параметры, продуктивность.

Кировская область является одним из наиболее грибоносных регионов европейской части России [1, 2]. В регионе традиционно проводятся исследования урожайности и запасов грибов [3–5], их применения [6, 7] и видовой идентификации [8–10]. Однако, сведения о весенних аскомицетах весьма малочисленны [11].

На территории Кировской области одним из первых весенних аскомицетов начинает развиваться строчок обыкновенный (*Gyromitra esculenta* Pers. ex Fr.), сразу же после схода снегового покрова и до конца мая [12]. В отдельные годы плодовые тела встречаются до 20 июня. Произрастает он в основном на песчаных, обнаженных или слабозадернованных почвах. Встречается на месте вырубок, пожаров, вдоль дорог, в сосновых (хвойных) и смешанных лесах [13].

Плодовое тело (спорокарп) очень хрупкое и ломкое, представляет собой бесформенную «мозговидную» шляпку на короткой ножке, изнутри заполненную перегородками и извилинами. Шоколадно-коричневая шляпка складчатой и неправильно округлой формы может достигать до 120 мм в диаметре, а ножка – до 60 мм в высоту [13–15].

В 70-80 годы прошлого столетия сушеные строчки являлись объектами централизованных заготовок. В Кировской области *G. esculenta* и в настоящее время имеет промысловое значение. Принято считать, что *G. esculenta* – условно съедобный гриб, однако, в некоторых источниках его относят к группе ядовитых из-за наличия в плодовых телах токсина – гиромитрина. Его содержание чрезвычайно непостоянно и колеблется от практически безвредных до крайне смертельных доз [16]. По многочисленным исследованиям правильная обработка сырья (получасовое отваривание плодовых тел или высушивание в течение месяца) может снизить уровень или полностью нейтрализовать токсичное вещество [17, 18]. По статистике, отравления *G. esculenta*, зафиксированные на территории Кировской области, по большей части связаны с несоблюдением условий предварительной обработки плодовых тел, а также с употреблением в пищу старых и перезревших спорокарпов.

Цель исследования – определение продуктивности и морфометрических особенностей *G. esculenta* в южно-таежных фитоценозах Кировской области (Котельничский, Слободской и Кирово-Чепецкий районы).

В процессе изучения определяли массу плодовых тел (г/шт.); измеряли высоту и диаметр апотеция (условно шляпки), высоту и диаметр ножки (мм). В связи с тем, что спорокарп ассиметричен и имел неправильную форму, измерения диаметра шляпки проводили в средней части между самым узким и самым широким участками.

Типичными местообитаниями *G. esculenta* в регионе исследования являлись елово-сосновые и сосновые бруснично-зеленомошные с примесью березы фитоценозы. Плодовые тела гриба находили непосредственно на песчаной почве. Вдоль лесных дорог и местах повреждения почвенного покрова *G. esculenta* встречался чаще, образуя наибольшие по количеству скопления плодовых тел.

Изучение морфометрических параметров *G. esculenta* в южно-таежных фитоценозах Кировской области показало следующее. Высота спорокарпа *G. esculenta* колебалась в пределах 20,7 до 120,0 мм (рис. 1). Средняя величина признака составляла  $55,1 \pm 3,5$  мм. Для признака характерна достаточно высокая изменчивость, коэффициент вариации (CV) равен 33%.

Еще более изменчивыми являлись такие признаки, как высота шляпки, которая изменялась от 8,3 до 72,5 мм (CV=37%), и высота ножки, варьирующая от 9,9 до 67,1 мм (CV=50%). Средняя высота шляпки составляла  $31,3 \pm 2,7$  мм, ножки –  $29,2 \pm 3,3$  мм.

Диаметр шляпки изменялся от 19,4 до 92,0 мм, составляя в среднем  $48,8 \pm 2,6$  мм. Степень варьирования признака относительно высокая (CV=31%).

Диаметр ножки изменялся от 6,5 до 45,7 мм. Средняя величина признака составляла  $20,7 \pm 1,6$  мм. Изменчивость признака также была высокой (CV=36%).

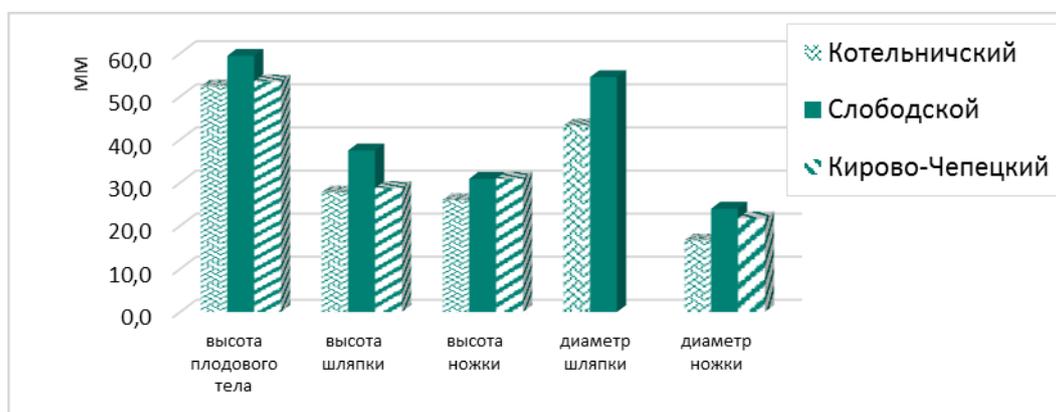


Рис. 1. Морфометрические параметры плодовых тел *Gyromitra esculenta* в подзоне южной тайги Кировской области

Наиболее изменчивыми из изученных показателей являлись масса плодового тела (CV=78%) и продуктивность (CV=100%). На рисунке 2 графически отображены средние значения и размах величины массы спорокарпа в районах исследования. В изученных местообитаниях масса спорокарпа *G. esculenta* колебалась в пределах от 1,8 до 102,6 г/шт., и в среднем составила  $21,1 \pm 3,1$  г/шт. В ходе исследования установлена связь массы спорокарпа и его морфометрических параметров (достоверные значения по *t*-критерию Стьюдента ( $p < 0,05$ ): высота плодового тела ( $r=0,80$ ), высота шляпки ( $r=0,75$ ), высота ножки ( $r=0,63$ ), диаметр шляпки ( $r=0,85$ ) и диаметр ножки ( $r=0,79$ ) (рис. 3).

Продуктивность *G. esculenta* на территории исследования в среднем составляла 5,2 кг/га. Полученная величина урожайности согласуется с исследованиями в регионе, проведенными Д. В. Кириловым в 2003–2009 гг., согласно которым средняя продуктивность *G. esculenta* в Кировской области изменялась от 5,3 до 22,3 кг/га [19].

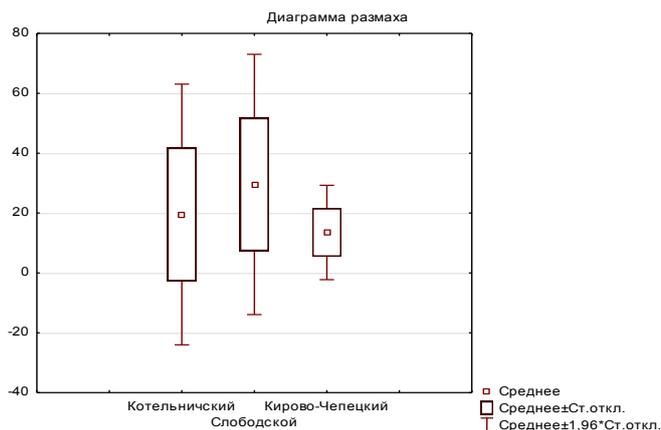


Рис. 2. Средняя масса плодового тела *Gyromitra esculenta* в регионе исследования (г/шт.)

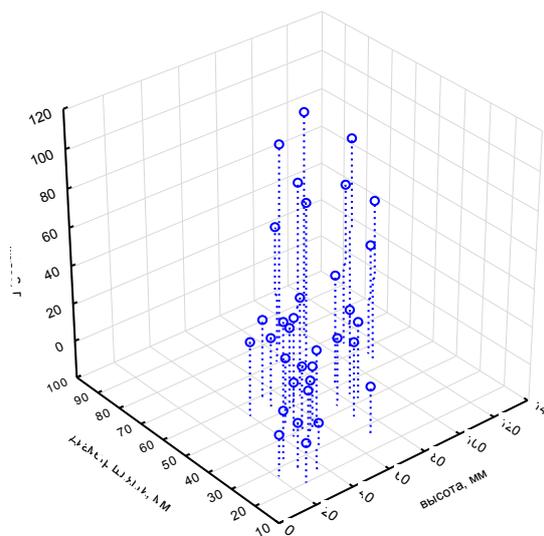


Рис. 3. Распределение величин массы плодового тела *Gyromitra esculenta*, высоты плодового тела и диаметра шляпки

Таким образом, проведенное нами исследование позволило выявить средние величины морфометрических показателей спорокарпов *G. esculenta* и установить связь между массой плодового тела и его метрическими параметрами. В ходе исследования установлена величина продуктивности вида в елово-сосновых бруснично-зеленомошных фитоценозах (5,2 кг/га) Кировской области.

#### Библиографический список

1. Современное состояние недревесных растительных ресурсов России / Т. Л. Егошина, Л. Н. Шихова, В. Г. Сафонов, А. Е. Скопин, М. М. Ишмуратова, А. М. Гинеев, В. А. Воробьев, А. С. Захаренков, Н. И. Барышникова, М. Н. Казанцева, К. Г. Колупаева, В. И. Корепанов, В. Н. Косицын, И. Л. Крылова, Е. В. Кучеров, К. А. Миронов, Л. К. Раус, Н. Н. Рычкова, Л. С. Сенникова, Н. Н. Русакова и др. Киров : ВНИИОЗ, 2003. 263 с.
2. Леса Кировской области / под ред. А. И. Видякина, Т. Я Ашихминой, С. Д. Новоселова. Киров : ОАО «Кировская областная типография», 2008. 400 с.
3. Ресурсы съедобных грибов Верхнекамского района Кировской области и их использование / Т. Л. Егошина, Е. А. Лугинина, С. С. Меланин, Л. С. Сенникова // Материалы научной сессии КФ РАЕ и КОО РАЕН. Киров : Кировское областное Бюро медицинской статистики и информатики, 2004. С. 182–183.
4. Кириллов Д. В., Егошина Т. Л. Урожайность и ресурсы съедобных грибов в подзоне южной тайги Кировской области // Лесное хозяйство. 2007. № 6. С. 29–30.
5. Лугинина Е. А., Егошина Т. Л. Урожайность съедобных грибов в подзоне средней тайги Кировской области // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2013. Т. 15, № 3–2. С. 728–730.

6. Лекарственные грибы в традиционной китайской медицине и современных биотехнологиях / Юй Ли, Л. Ту, Х. Бао, А. А. Широких, И. Г. Широких, Т. Л. Егошина, Д. В. Кириллов. Под ред. В. А. Сысуева; НИИ сельского хозяйства Северо-Востока. Киров : Изд-во «О-Краткое», 2009. 320 с.
7. Конспект агарикоидных базидиомицетов Кировской области / Д. В. Кириллов, Л. Г. Переведенцева, Т. Л. Егошина. Киров : ГНУ ВНИИОЗ, 2011. 64 с.
8. Егошина Т. Л., Лугинина Е. А., Кириллов Д. В. Лекарственные растения и грибы народной медицины Кировской области: особенности использования и ресурсы // Вестник Оренбургского государственного университета. 2016. № 4 (192). С. 66–71.
9. Ставишенко И. В., Лугинина Е. А. Афиллофороидные грибы государственного природного заказника «Былина» (Кировская область) // Микология и фитопатология. 2015. Т. 49, № 1. С. 41–49.
10. Макромицеты государственного природного заказника «Былина» / И. В. Ставишенко, Е. А. Лугинина, Д. В. Кириллов, Т. Л. Егошина. Киров : Общество с ограниченной ответственностью «Радуга-ПРЕСС», 2019. 150 с.
11. Степанов А. А., Рябова Е. В., Егошина Т. Л. Урожайность и запасы съедобных базидиомицетов Сунского района Кировской области // Экология родного края: проблемы и пути их решения : материалы XIII Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Книга 2. Киров : ВятГУ, 2018. С. 142–144.
12. Кириллов Д. В. Фенологические особенности плодоношения дикорастущих съедобных грибов в лесах южно-таежной подзоны Кировской области // Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства. 2007. № 1. С. 186–187.
13. Переведенцева Л. Г. Лекарственные грибы Пермского края. Пермь : ООО «Проектное бюро «Рейкъявик»», 2011. 146 с.
14. Переведенцева Л. Г. Микология: грибы и грибоподобные организмы : учеб. пособие. Пермь : Перм. гос. ун-т, 2009. 199 с.
15. Большаков С. Ю., Ивойлов А. В. О весенних грибах Мордовии // Мордовский заповедник. 2012. № 2 (2). С. 15–18.
16. Богомоллов Д.В., Богомолова И.Н. Прикладная микология *Terra incognita* судебной медицины // ПЭМ. 2002. № 6–2. С. 26–31.
17. Горбунова И. А. Съедобные и ядовитые грибы лесостепной зоны Западной Сибири // Вестник АГАУ. 2012. № 6. С. 43–47.
18. Агеев Д. В., Бульонкова Т. М. Строчок обыкновенный (*Gyromitra esculenta*) – Грибы Сибири [Электронный ресурс]. – URL: <https://mycology.su/gyromitra-esculenta.html> (дата обращения: 23.03.2021).
19. Кириллов Д. В. Биоценология макромицетов в экосистемах Кировской области : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.02.08. Петрозаводск, 2011. 20 с.

## **ВОДНЫЕ И ПРИБРЕЖНО-ВОДНЫЕ РАСТЕНИЯ В ЛАНДШАФТНОМ ДИЗАЙНЕ**

**Е. В. Лелекова**

*Вятский государственный университет, [bioket24@mail.ru](mailto:bioket24@mail.ru)*

В работе представлен флористический список водных и прибрежно-водных растений Ботанического сада ВятГУ г. Кирова, включающий виды и селекционные сорта. Приводятся особенности биологии развития, выращивания и ухода некоторых растений с позиций использования их в качестве де-

коративных элементов водоемов и водотоков, а также получения экологически чистого лекарственного сырья.

Ключевые слова: водные и прибрежно-водные растения, ландшафтный дизайн, лекарственное сырье, биология развития.

Городская среда сегодня все чаще преобразуется композициями из декоративно-листных и красиво-цветущих растений [1, 2]. Зоны отдыха, площади и скверы, придорожные полосы вдоль пешеходных зон – все это наполняется элементами, создающими общий ландшафтный дизайн. Водные растения, равно как и растения побережий, зачастую отходят на второй план и незаслуженно не рассматриваются в качестве элементов декора и биоразнообразия в целом. В городской среде, как правило, присутствуют небольшие водоемы и водотоки, которые могли бы стать местом отдыха горожан и превратиться из неухоженных придорожных ручьев в декоративные элементы среды, заполненные видами не сорных растений. Кроме того, на приусадебных участках садоводов-любителей все чаще появляются декоративные водоемы, которые по праву занимают центральное место и зачаровывают своей красотой. Культивируя определенные виды, становится возможным также получить экологически чистое лекарственное сырье, не прибегая к трудоемким поискам водно-болотных растений в их естественной среде обитания.

Все это делает данные группы растений привлекательными и востребованными в плане актуальных экологических мероприятий по преобразованию городской среды и создает предпосылки повышения к ним интереса ландшафтных дизайнеров и владельцев дачных участков.

Узнать особенности их биологии и способы формирования устойчивых водных сообществ возможно из разных источников. Одним из таковых является Ботанический сад г. Кирова, где выращиваются некоторые виды и сорта растений данных групп. Коллекция невелика, но пополняется постоянно. Группа водных растений представлена 6 семействами и 8 родами; прибрежно-водных – четырьмя и пятью, соответственно. Ниже приведен конспект этих групп растений.

#### **Водные растения**

Рясковые Lemnaceae:

Ряска малая – *Lemna minor* L.

Кувшинковые Nymphaeaceae:

Кубышка желтая – *Nuphar lutea* (L.) Sm.

Кувшинка Джеймс Брайдон – *Nymphaea James Brydon*

Лотосовые Nelumbonaceae:

Лотос орехоносный Хонг Хиа – *Nelumbo nucifera Hong Xia*

Лотос орехоносный Чу Шуи Ханг Ли – *N. nucifera Chu Shui Huang Li*

Понтедериевые Pontederiaceae:

Эйхорния отличная – *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms

Сальвиниевые Salviniaceae:

Сальвиния плавающая – *Salvinia natans* (L.) All.

Водокрасовые Hydrocharitaceae:

Элодея канадская – *Elodea canadensis* Michx.

**Прибрежно-водные растения:**

Ароидные Araceae:

Белокрыльник болотный – *Calla palustris* L.

Вахтовые Menyanthaceae:

Вахта трехлистная – *Menyanthes trifoliata* L.

Рогозовые Typhaceae:

Рогоз широколистный – *Typha latifolia* L.

Частуховые Alismataceae:

Стрелолист обыкновенный – *Sagittaria sagittifolia* L.

Частуха подорожниковая – *Alisma plantago-aquatica* L.

Остановимся подробнее на видах, так или иначе связанных с водной средой, которые можно использовать в ландшафтном озеленении. При выборе их стоит учитывать не только факторы простоты в уходе и ярко выраженной декоративности, но и биологию размножения. Именно она может сыграть негативную роль, и, казалось бы, идеальные претенденты могут впоследствии стать настоящим бедствием, заполнив собою весь водоем и превратив его в болотистый участок. В этом случае придут на помощь определенные приемы выращивания, которые ограничат излишнее разрастание и позволят, при необходимости, без труда перенести растения на зимовку.

Кроме того, выбор определяется и целями выращивания растений. Если таковая – в получении лекарственного сырья, то и видовое наполнение водоема выглядит соответствующе. Как правило, эти же виды растений служат отличными средообразователями и действительно преобразуют неприглядные ручьи и придорожные влажные полосы, которые могут стать полноценными дизайнерскими решениями при своевременном и технологичном уходе.

Итак, если принимать во внимание непосредственно водную среду, то лидером в ее украшении выступает кубышка желтая – довольно неприхотливое и простое в уходе многолетнее травянистое растение водоемов и водотоков с медленно текущей водой, которое встречается также по берегам озёр, в заводях, на глубине, преимущественно, до одного метра. Корневище ее массивное, горизонтальное (плагиотропное), жёлто-зелёное, покрыто ромбовидно-округлыми рубцами от опавших листьев. Подводные листья на коротких черешках, тонкие, полупрозрачные, с волнистыми краями – своеобразная защита от разрывов при течении. Плавающие листья яйцевидные или сердцевидно-овальные, на длинных черешках. Цветки плавающие одиночные, верхушечные, жёлтого цвета, с запахом алкоголя для привлечения опылителей. Цветение продолжительное: с июня по сентябрь. Благодаря тому, что кубышка не слишком требовательна к условиям выращивания, она отлично чувствует себя и в искусственных водоемах. В стоячей воде она очень быстро образует зеленые заросли. Этому способствуют такие факторы, как обилие солнечного света и донный грунт, богатый перегноем, торфом и глиной. Кроме

того, кубышка не просто украшает водоем, но и препятствует развитию водорослей: вода в пруду, где живет это растение, не зацветает.

При неизменности красоты и нежности цветения, кубышка желтая достаточно быстро разрастается, и без прореживания и удаления фрагментов корневищ и отмирающих листьев водоем будет подвержен процессам заболачивания. Как только нарушается соотношение покрытой листьями (растений в целом) площади водоема к свободной от них более, чем на  $\frac{3}{4}$ , с удалением части побегов затягивать не стоит! Фрагментацию проводят ранней весной, и за вегетационный период растение вновь набирает полную силу. Жизнеспособные части побегов с почками возобновления без труда приживаются на новых объектах. Кроме того, посадка кубышки в специальных контейнерах с грунтом и размещенных на дне водоема позволяет проводить ежегодное формирование сети корневищ без необходимости погружаться в водоем и проводить трудоемкое их изъятие. При наступлении холодов кубышку не изымают: она способна переносить даже кратковременное промерзание водоема. Кубышка желтая входит в состав декоративных композиций, совместно с кувшинкой белой (менее морозоустойчивой) и высокорослыми прибрежно-водными рогозом широколистным и тростником обыкновенным. Последние также целесообразно размещать на дне водоема в контейнерах, что позволяет без труда регулировать численность дочерних особей и снимает необходимость в трудоемких манипуляциях по извлечению их корневищ. Сетчатые контейнеры и емкости с большим количеством отверстий при этом выстилают мешковиной или нетканым материалом, наполняют грунтом и высаживают растения. Поверхность грунта смазывают глиной или присыпают мелкофракционной галькой: это служит защитой от вымывания. После этого подготовленные растения размещаются в толще воды. При своевременном прореживании и делении корневищ, такие контейнеры предохранят водоем от зарастания и позволят создавать динамичные композиции.

Из прибрежно-водных растений отличным дополнением к декору неглубокого пруда без течения станут белокрыльник болотный, стрелолист обыкновенный и вахта трехлистная. Их высаживают на мелководе (до 10–15 см глубиной) и для успешности укоренения фиксируют в грунте утяжелителем. Декоративность листьев, разнообразие их форм, в сочетании с нежностью и ароматом соцветий, сделают их настоящим украшением водоема и гордостью тех, кто его создавал! Плодородные илистые грунты и обилие света помогут раскрыть всю красоту и грациозную утонченность этих растений: разрастаясь, они формируют ярко-зеленый ковер сочной листвы. Так, например, белокрыльник по своему внешнему виду ничуть не уступает, а, может, даже и превосходит белоснежные кувшинки и желтые кубышки. У этого растения необычные соцветия в виде початка, обернутые листом-покрывалом. Они появляются над поверхностью воды в мае и цветут все лето – до середины или конца августа. Ярко-красные плоды также необычайно декоративны. Белокрыльник отлично разрастается и затягивает мелководе. При этом агрессором его не назовешь: густая поросль легко контролируется и, при необ-

ходимости, лишние побеги удаляются без труда. К тому же, он довольно редко встречается, а, значит, удивление и восхищение гостей вам обеспечено! В компании ириса, калужницы болотной и папоротников, эти виды прибрежно-водных растений укрепят берега и будут длительное время существовать в составе сообществ. Их высаживают в местах, где более высокорослые виды загорали бы вид на водоем, а также для заполнения пустот между ними.

Кроме того, совместно с частухой подорожниковой, эти растения, довольно быстро разрастаясь и заполняя прибрежные зоны, могут использоваться для придания заброшенным и неухоженным участкам городских придорожных ручьев и заболоченных канав эстетичного и благородного вида. Очистив однажды такие участки от заносных и рудеральных растений, заполнив их саженцами вышеперечисленных видов, можно постепенно сформировать достаточно устойчивые биоценозы. При сопутствующем уходе за видами прибрежных древесных растений, своевременном удалении их вегетативной поросли в сочетании с элементами декоративного освещения, подобные зоны много лет могут радовать глаз, создавая атмосферу городского уюта.

Однако не только для декорирования среды возможно использовать растения побережий: в состав некоторых из них входят вещества, придающие им лекарственные свойства. Например, настойки и отвары из корневищ белокрыльника используют как средство от легочных и простудных заболеваний; травяные сборы с листьями вахты трехлистной – для лечения слизистых и желудочно-кишечного тракта; отвары из корневищ сабельника болотного входят в состав комплексной терапии воспалительных заболеваний опорно-двигательного аппарата. В естественной среде обитания они произрастают, зачастую, в труднодоступных местах. Поэтому культивирование их на хорошо освещенных приусадебных участках и пригородных водоемах-болотцах с благоприятной экологической средой становится все популярнее.

Посадочный материал изымается непосредственно из природных мест обитания и представляет собой фрагменты корневищ с почками возобновления. Пересадка возможна как в начале весны, так и осенью: высокая скорость вегетативного размножения этих растений обеспечивает и их приживаемость. С целью получения лекарственного сырья целесообразно рассаживать дочерние особи вдоль берегов водоемов непосредственно в грунт, не ограничивая их разрастание. Семенное размножение также возможно, но происходит значительно медленнее.

Таким образом, растения водоемов сегодня становятся не только объектами теоретических исследований [3–7], но актуальны и востребованы на практике: в озеленении элементов ландшафта, использовании в фармакологии и медицине, в качестве объектов проектных работ учащихся. Простота в уходе и размножении, доступность посадочного материала и необычайная красота – все это является выигрышными сторонами объектов и гарантирует запланированный результат!

### Библиографический список

1. Ильина В. Садовые водоёмы. М. : Фитон XXI, 2012. С. 80.
2. Биллинг Х., Хелм Б. Водные сады. М. : Кладезь, 2008. 192 с.
3. Lelekova E. V., Savinykh N. P. Shoot Formation of *Persicaria amphibia* (L.) Delarbre from Positions of Modular Organization // *Inland Water Biology*. 2019. Vol. 12, Suppl. 1. P. 10–17.
4. Лелекова Е. В., Шаклеина Н. П., Савиных Н. П. Побегообразование у *Silene tatarica* (Caryophyllaceae) на песчаных отмелях р. Вятки (г. Киров) // *Ботанический журнал*. 2020. Т. 105, № 7, С. 697–704. doi: 10.31857/S0006813620070066
5. Structural organization of *Nelumbo nucifera* (Nelumbonaceae) plants on the northern border of their geographic range / N. P. Savinykh, I. A. Konovalova, M. N. Shakleina, E. V. Lelekova // *Inland Water Biology*. 2020. Vol. 13. No. 2. P. 186–192.
6. Белавская А. П. Водные растения России и сопредельных государств. СПб. : Изд-во РАН, 1994. 64 с.
7. Гидрботаника: методология, методы : материалы Школы по гидрботанике (п. Борок, 8–12 апреля 2003 г.). Рыбинск : ОАО «Рыбинский Дом печати», 2003. 188 с.

## ЗЕЛЕННЫЕ КРОВЛИ: ВОСТРЕБОВАННАЯ НЕОБХОДИМОСТЬ

Е. В. Лелекова<sup>1</sup>, А. Е. Зыкин<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Вятский государственный университет, [bioket24@mail.ru](mailto:bioket24@mail.ru)

<sup>2</sup> ООО Ландшафтная компания «Фрея», [frejaland1@gmail.com](mailto:frejaland1@gmail.com)

В статье проводится обзор услуг на рынке кровельного озеленения. На фоне законодательно закреплённых мероприятий в плане озеленения городской среды в Европейских и других странах мира, Россия осваивает этот рынок недавно. Основное направление работы отечественных производителей – поиск путей снижения себестоимости продуктов и расширение ассортимента растительного материала за счёт флоры природных зон регионов России.

Ключевые слова: зеленая кровля, кровельный пирог, экология города, тепловой остров, шумоподавление, распределение ливневых стоков, инструменты продвижения бизнеса.

Ритм жизни современного человека диктует свои условия. Приходится довольствоваться редкими моментами отдыха среди череды бесконечных событий рабочего дня. Встречи, отчеты, переговоры, дедлайн... Иногда хочется просто остановиться, закрыть глаза и ощутить аромат свежей зелени, прохладного воздуха и тишину.

Вы думаете, это из разряда фантастики: живой островок посреди стекла и бетона? Представьте себе: все это реально и в шаге от нас! Не нужно добираться в пробках до парка или ближайшего сквера. Даже в самый час-пик стоит лишь распахнуть свои двери... на крышу! А при современном дизайне офисных зданий и подниматься на самый последний этаж не потребуется: часто из окон мы видим пустую захлавленную крышу тех этажей, что пониже. Именно поэтому многие компании заранее планируют возможность раз-

мещения зеленых зон в офисных зданиях, либо проводят работы по озеленению уже существующих крыш.

Кроме того, зеленые кровли не только зона отдыха для сотрудников. Это и средство для привлечения клиентов – искушенных покупателей и гостей, которых мало, чем удивишь на столь переполненном рынке товаров и разных услуг. Гостиницы, рестораны, отели, торговые мега-комплексы – все они так и мечтают найти что-то свое, особенное, не такое, как у других. «Прийти, удивиться, полюбить и остаться» – тайный посыл заведений подобного типа.

Каждодневная суэта и огромный поток информации заставляют ценить свободу и раскрепощение, пусть кратковременные и непродолжительные. Поэтому все больше людей стремятся обустроить свой дом максимально комфортно и экологично. Но поселить растения возможно не только на крышу частного дома. Вдохнуть жизнь на пустую площадку с антеннами и смотровыми окошками в новостройке или многоквартирной «хрущевке» – тоже не миф, а реальность!

Центр компетенций «Использование биологических ресурсов» ВятГУ совместно с ландшафтной компанией «Фрея» проводит научные исследования в области разработки технологий озеленения кровель и занимается подбором и апробацией посадочного материала из растений местной флоры в условиях крыш, выращиванием рассады с закрытой корневой системой, совершенствованием технологии применения седумных матов и рулонного газона на кровлях с углом наклона разного типа [1, 2].

Зеленые кровли сегодня занимают уверенные позиции в мегаполисах и малых городах, украшают и создают атмосферу природной среды в крупных концертных залах, слагают кровельный пирог на малогабаритных постройках [3–6]. Как отдельные элементы благоустройства и целостный живой организм, они все прочнее вплетаются в экологическую культуру нашего общества, порождая потребность в преобразении среды окружения и бережного отношения к ней.

Парадигма потребления вызывает негативный отклик у все большего числа людей. Поэтому желанные элементы комфорта городской среды выступают сегодня и как осознанно-востребованные, появление которых экологически необходимо. В чем заключаются преимущества данного типа озеленения?

*Пассивное теплосбережение:* для домов с зеленой кровлей подходят менее энергозатратные системы отопления.

*Защита* от атмосферных осадков и воздействия ветра. Кроме того, составляющие кровельного пирога в виде современной системы дренажного слоя позволяют значительно снизить объем ливневых стоков со зданий за счет перераспределения и постепенной отдачи масс дождевой воды. Нагрузка на городские системы коммуникации при этом снижается многократно.

*Дополнительная шумоизоляция* зданий.

*Повышение пожарной безопасности:* очаг возгорания на крыше с зелеными растениями (включая их период покоя, без вегетации) будет распространяться по зеленой кровле значительно медленнее, чем по обычной.

*Создание зоны отдыха и развлечений.*

Кроме очевидных благ для конкретного здания в целом, зеленые кровли улучшают экологическую обстановку непосредственно вокруг. Прежде всего, это *дополнительный источник кислорода:* при отсутствии свободных и дорогостоящих земельных участков в городской среде, многометровые по площади озелененные кровли становятся дополнительной зеленой зоной мегаполиса, повышая его биоразнообразие.

*Снижение количества пыли и вредных веществ в воздухе.*

*Снижение эффекта «теплового острова»* в условиях городской среды летом. Обычные плоские крыши нагреваются и повышают температуру воздуха вокруг. Зеленые кровли, наоборот, поддерживают нужный микроклимат и оптимальную температуру как внутри, так и снаружи строений.

Подобные кровли добавляет оригинальности не только отдельному зданию, но и всему городу в целом. Все перечисленные факторы, несомненно, влияют на общее настроение и самочувствие людей, как в физическом, так и психологическом плане. Именно это и является мотивом энтузиастов, которые в нашем регионе, в буквальном смысле этого слова, стоят у истоков (рис. 1).



Рис. 1. Живые кровли от «Фрей»: гостиничный комплекс отеля «Альфа», г. Киров (слева); жилой дом д. Глушиха, Кировская область (справа)

Начиная с малого, объединяя науку и бизнес, совместными решениями, мы по крупицам формируем экологическую культуру будущего. Благодарные отзывы заказчиков заставляют создавать новые интересные предложения и разрабатывать проекты мечты (рис. 2).



Рис. 2. Живые кровли от «Фрей»: плоская кровля гаражного комплекса в Петергофе (слева); скатная кровля беседки в Перми (справа)

Важный аспект экологической культуры общества в целом – экологическое воспитание подрастающего поколения. Именно ему предстоит жить в тех условиях завтра, что мы создаем и формируем сегодня. Поэтому всегда приятно видеть стремление молодежи участвовать в новых проектах, в которых они предлагают идеи, воплощают их в жизнь, и то, что казалось недавно таким невозможным, играет яркими красками и украшает наш мир! В процессе работы происходит общение с единомышленниками и коллегами из разных стран. Оказалось, что школьники в Португалии также испытывают виды растений на специальных площадках. Только озеленять они будут при этом крыши не зданий, а местных автобусов (рис. 3)! И это не первый пример общественного транспорта с зелеными растениями на крыше: автобусные остановки в Голландии также привлекают насекомых-опылителей на свои крыши ярко-цветущими очитками.



Рис. 3. Школьники из Португалии (слева) и сотрудники Центра компетенций (справа) за работой

Озеленение малогабаритных построек: велосипедного гаража, укрытия для контейнеров с мусором, будки или небольшого сарая, может стать темой для школьных или студенческих проектов и исследовательских работ, приме-

нение результатам которых найдется в собственном доме и садовом участке. Актуальность, новизна, практическое значение – все только самое новое и востребованное современностью. Опыт отечественных и зарубежных коллег – яркое тому подтверждение!

Развиваться и идти в ногу со временем – это не только использование благ, которые предлагает цивилизация. Это самое настоящее чудо их разработки и сотворения! Технический и информационный прорывы должны и могут быть связаны с экологическими потребностями и преобразованиями, которые направлены на сохранение и преумножение богатства природы и нашей с вами среды обитания!

#### **Библиографический список**

1. Коновалова И. А., Шаклеина М. Н., Лелекова Е. В. Список таежных и тундровых видов природной флоры, рекомендуемых для экстенсивного кровельного озеленения // Общество. Наука. Инновации (НПК-2019) [Электронный ресурс]: сб. ст.: XIX Всерос. науч.-практ. конф. Биологические и химические науки. Киров. 2019. Т. 1. С. 43–51. <http://vestnik43.ru/assets/mgr/docs/npk/%D0%9D%D0%9F%D0%9A-2019/biologicheskie-i-himicheskie-nauki.pdf>
2. Лелекова Е. В., Коновалова И. А., Зыкин А. Е. Использование растений местной флоры в кровельном озеленении // Экология родного края: проблем и пути их решения : материалы XV Всерос. с междунар. участием науч.-практ. конф. Кн. 2. (г. Киров, 18 мая 2020 г.). Киров : ВятГУ, 2020. С. 131–136.
3. Титова Н. Сады на крышах. М. : Олма-пресс, 2006. 150 с.
4. Далинчук В. С., Власенко Д. А., Старцев С. А. Проектирование зеленых кровель // Инновационное развитие. Пермь, 2017. № 4 (9). С. 12–18.
5. Белик Ю. А., Козыренко Н. Е. Дизайн крыш в городе // Дальний Восток: проблемы развития архитектурно-строительного комплекса. 2015. № 1. С. 358–360.
6. Бунькина И. А. Озеленение как действенное оздоровительное мероприятие, направленное на улучшение уровня благоустройств и комфорта среды обитания // Естественные и технические науки. 2014. № 11–12 (78). С. 445–447.

## СЕКЦИЯ 7 БИОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ

### НЕКОТОРЫЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СТЕРЛЯДИ (*ACIPENSER RUTHENUS*, 1758) СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ВЯТКИ

*Л. А. Букина, К. А. Култышева*  
Вятский государственный агротехнологический университет,  
*l.bukina5@gmail.com, ksushakult@mail.ru*

В статье приводятся сведения об особенностях вариации тычинок на первой жаберной дуге стерляди, обитающей в среднем течении реки Вятки. Рассмотрена зависимость количества тычинок от размерных и возрастных групп стерляди.

Ключевые слова: стерлядь, *Acipenser ruthenus*, осетровые, р. Вятка, жаберные тычинки, жаберная дуга.

Стерлядь является наиболее широко распространённым видом осетровых (*Acipenseridae*) в России, характеризующимся высокой вариабельностью пластических и меристических признаков. В одном водоеме стерлядь может иметь несколько, достаточно различных по морфологическим признакам стад.

Основными идентификационными характеристиками внутривидовых форм семейств осетровых являются форма рыла, рта, число и размер жучек, особенности кожного покрова, а также число жаберных тычинок. В настоящее время, данных касающихся характеристики морфофизиологических признаков стерляди р. Вятки недостаточно.

Целью представленной публикации явилось изучение количества тычинок на первой жаберной дуге, как диагностического признака подвидов стерляди.

Материал для исследования собран от стерляди, которая была изъята органами федерального агентства по рыболовству (Росрыболовство) у граждан, осуществлявших вылов стерляди запрещенными орудиями и способами ее добычи (у нарушителей правил рыболовства «Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна», утвержденных приказом Минсельхоза России от 18 ноября 2014 № 453).

Отбор материала для исследования проводили в период с мая 2017 по август 2019 гг. на территории четырех районов Кировской области: Юрьянском, Орловском, Советском и Уржумском преимущественно в среднем тече-

нии Вятки на участках реки от 265 до 665 км главного судового хода. Используя программу «SAS Planet», были отмечены точки с известными местами незаконного вылова стерляди в среднем течении реки Вятки (рис. 1).

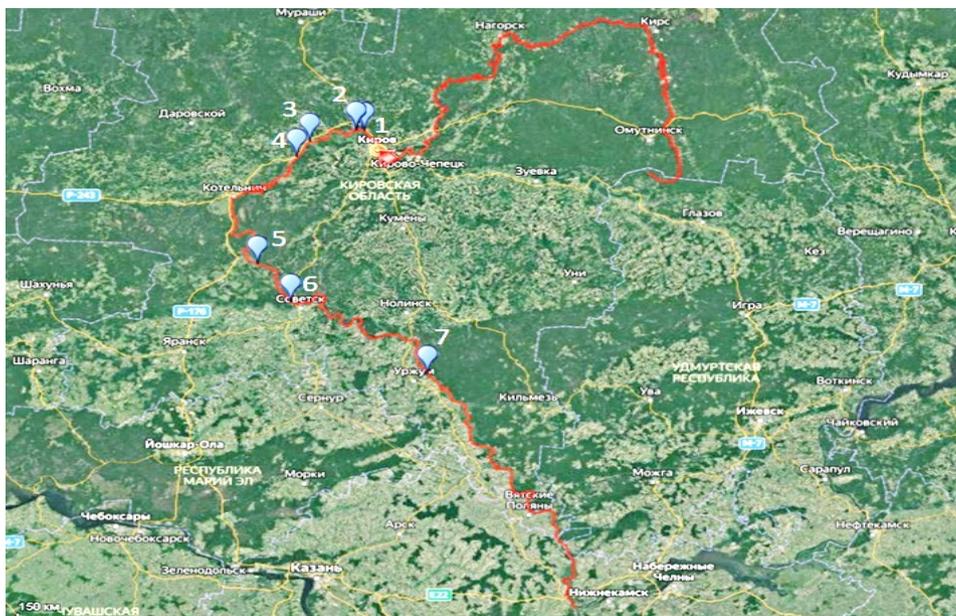


Рис. 1. Места незаконного вылова стерляди на р. Вятке: 1) 665 и 667 км у п. Гирсово; 2) 660 и 659 км у п. Мурыгино; 3) 622 км; 4) 606 км у г. Орлов; 5) 447 км; 6) 409 км Советский район; 7) 265 км Уржумский район

За все время исследования было обработано 88 экземпляров стерляди. В процессе изучения использовались основные методы морфометрических признаков рыб. Определение возраста исследуемой группы рыб проводили по Стерлиговой [1].

Измерения промеров производились штангенциркулем точно до 1 мм, обхват тела измерялся миллиметровой лентой. Изучение количества тычинок на первой жаберной дуге стерляди проводилось по Романову [2]. Учитывались также зачаточные тычинки, расположенные, как правило, по краям жаберных дуг с обеих сторон, для этого данных жаберные дуги вырезались, подсчет тычинок проводился с помощью стереоскопического микроскопа МБС-10 (увел.4x12,5<sup>x</sup>). Для определения весовых признаков особей использовали электронные весы SW-II-LPD. Статистическая обработка для дальнейшего анализа проводилась с использованием вариационно-статистических методов Excel.

Проведенные исследования показали, что исследуемая группировка стерляди представлена экземплярами размером от 26,4 до 45,0 см, при средней абсолютной длине тела  $34,4 \pm 21,2$  см. Масса тела рыб варьировала от 55,1 г до 388,3 г, при средней  $152,7 \pm 42,8$  г. Отсутствие более крупных экземпляров стерляди можно связать с относительно небольшим объемом выборки и низкой численностью стерляди в среднем течении р. Вятки. При исследовании выявлен закономерный рост линейных параметров и массы тела.

Среди исследуемых рыб преобладали особи в возрасте 3+ и 4+, которые составили 65,5% от всей выборки. По одному экземпляру рыб оказалось в минимальном возрасте в 2 года и максимальном – 8 лет. Среди исследованных особей самцы составили 45,5% (40 экземпляров), самки 31,8% (28 экземпляров), ювенильные особи, у которых не удалось определить пол – 22,7% (20 экземпляров). Половой диморфизм по внешним экстерьерным признакам не выявлен.

Показатели количества тычинок на первой жаберной дуге многими учеными рассматриваются как наиболее значимые морфологические признаки для подвидов стерляди. Проведенные исследования по изучению показателей тычинок у стерляди среднего течения р. Вятки, показали, что в среднем на жаберных дугах располагается  $16,9 \pm 2,4$  экземпляров (с колебаниями от 11 до 27) (табл.).

Таблица

**Средние значение и пределы показателей числа тычинок на первой жаберной дуге**

Район вылова	n = 88	Тычинки на первой жаберной дуге (прав.)			Тычинки на первой жаберной дуге (лев.)		
		min-max	M±m	Cv, %	min-max	M±m	Cv, %
Юрьянский	57	11-27	16,9±0,3	7,8	11-26	17,1±0,3	7,6
Орловский	13	13-25	17,5±0,8	10,3	14-27	17,8±0,9	11,0
Советский	13	12-19	16,2±0,5	3,5	14-21	16,8±0,5	3,7
Уржумский	5	14-18	16,8±0,2	2,2	16-20	17,2±0,8	3,2

Значимых отличий числа тычинок на правой и левой жаберных дугах не выявлено. Анализ количества тычинок на первой жаберной дуге по районам вылова показал, что максимальное количество личинок зарегистрировано у особей стерляди, пойманной в р. Вятке в Юрьянском и Орловском районах, статистический анализ значимых отличий не выявил. При анализе количества тычинок на первой жаберной дуге по возрастным группам стерляди, было отмечено преобладание количества тычинок у экземпляров стерляди, старше шести – восьми лет. Наибольшее количество тычинок на первой жаберной дуге зарегистрировано у стерляди старше восьми лет (рис. 2).

Результаты наших исследований в определенной мере согласуются с данными, полученными ранее другими авторами [3–5].

Следует отметить, что при подсчете числа жаберных тычинок мы столкнулись с методическими трудностями, которые заключаются в том, что у особей младших возрастных и размерных групп зачаточные тычинки не проявляются полностью, поэтому необходимо использовать микроскоп, так как тычинки видны только при увеличении. По-видимому, одной из причин большого разброса данных по количеству тычинок на первой жаберной дуге среди отечественных исследователей могут быть разные методологические подходы.

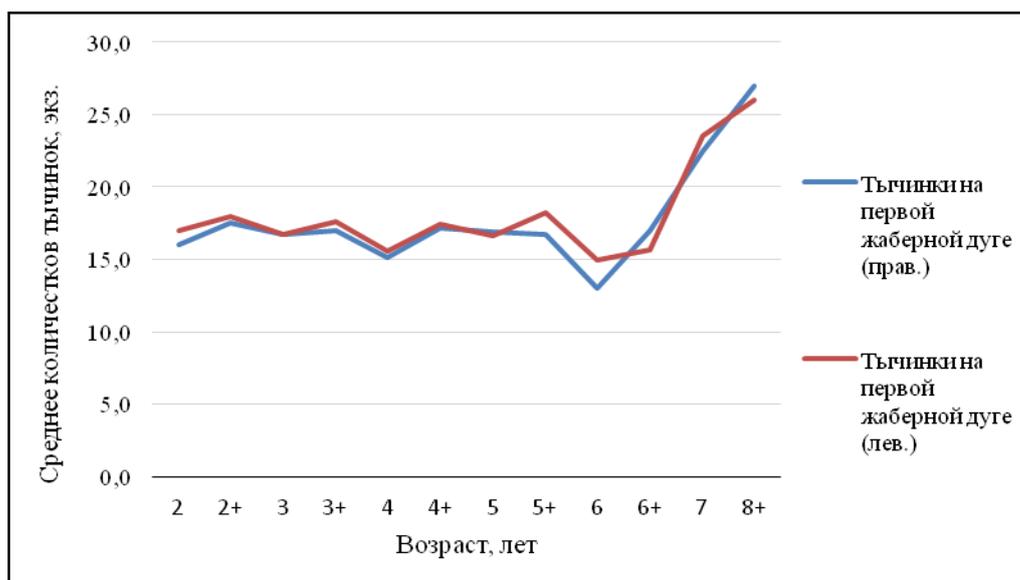


Рис. 2. Количество тычинок на жаберных дугах в зависимости от возраста стерляди

В настоящее время большинство ученых считает, что число тычинок на первой жаберной дуге является основным диагностическим признаком, по которому различаются европейский *Acipenser ruthenus ruthenus* и сибирский *A. r. marsiglii* подвиды стерляди [6, 7]. Общий диапазон изменчивости числа тычинок на первой жаберной дуге по данным авторов, составляет для европейской стерляди 11–27, для сибирской 17–39. Следовательно, можно предположить, что по числу тычинок на первой жаберной дуге стерлядь р. Вятки относится к европейскому подвиду. В тоже время данные полученные П. А. Дрягиным [8] и В. А. Кузнецовым с соавторами [9] по р. Вятке за 1933 и 1995 гг. отмечают более высокие средние показатели  $18,9 \pm 0,4$  и  $19,7 \pm 0,3$  соответственно.

Таким образом, на основании проведенных исследований и анализа литературных данных число тычинок на первой жаберной дуге у стерляди среднего течения р. Вятки является признаком, маркирующим европейский подвид стерляди. Отсутствие различий меристических признаков по числу тычинок на первой жаберной дуге позволяет говорить об однородности исследуемых групп стерляди среднего течения р. Вятки.

#### Библиографический список

1. Стерлигова О. П. Методы определения возраста рыб и его практическое значение : учебное пособие. Петрозаводск : Карельский научный центр РАН, 2016. 57 с.
2. Романов В. И., Петлина А. П., Бабкина И. Б. Методы исследования пресноводных рыб Сибири : учебное пособие. Томск : ТГУ, 2012. 264 с.
3. Усынин В. Ф. Биология стерляди *Acipenser ruthenus* L. р. Чулым // Вопр. ихтиологии. 1978. Т. 18, выш.4. С. 624–635.
4. Третьякова Т. В. К морфологии стерляди р. Иртыш // Вестник научной информации. 1996. № 2. С. 3–18.
5. Подушка С. Б. Меристические признаки стерляди *Acipenser ruthenus* // Осетровое хозяйство. 2010. № 4. С. 26–44.

6. Меньшиков М. И. К систематике сибирской стерляди (*Acipenser ruthenus marsilii*) // Известия биологического НИИ при Пермском гос.ун-те. 1934. Т. 11, вып. 3–4. С. 55–77.
7. Берг Л. С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. Изд. 4-е. М., 1948. Т. 1. С. 70–77.
8. Дрягин П. А. Рыбы бассейна р. Вятки от г. вятки до р. Летки // Тр. Вятского НИИ краевед. 1933. Т. 6. С. 33–38.
9. Кузнецов В. А., Грехов М. Л., Касьяненко Е. В. Краткая экологическая характеристика и морфология стерляди *Acipenser ruthenus* среднего течения реки Вятка // Вопросы ихтиологии. 1995. Т. 35. № 5. С. 585–593.

## **АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ВОЛЬЕРНОГО РАЗВЕДЕНИЯ КАБАНА (*SUS SCROFA*) В ДАВЫДОВСКОМ ОХОТНИЧЬЕМ ХОЗЯЙСТВЕ ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ**

**О. А. Греков**

*Российский государственный аграрный заочный университет,  
airops@yandex.ru*

В результате мощного природного и антропогенного воздействия численность популяции кабана в средней полосе России в последнее время сократилась примерно на 15%. Это выдвигает проблему стабилизации численности этого вида. Одним из направлений ее решения выступает исследование наиболее эффективных способов разведения кабана в вольерах.

Ключевые слова: вольер, кабан, разведение, потомство, кормление.

Полувольное разведение охотничьих видов, в т. ч. и кабана в настоящее время законодательно закреплено [1]. В соответствии с данными Министерства природных ресурсов и экологии России в стране рост численности кабанов, разводимых в полувольных условиях и искусственной созданной среде обитания увеличился с 2018 г. по 2019 г. на 18,5%, а общее количество к 2020 г. составило 12776 особей [2].

В Давыдовском охотничьем хозяйстве, расположенном в Ярославской области, (рис. 1) было принято решение о создании вольера для разведения кабанов.

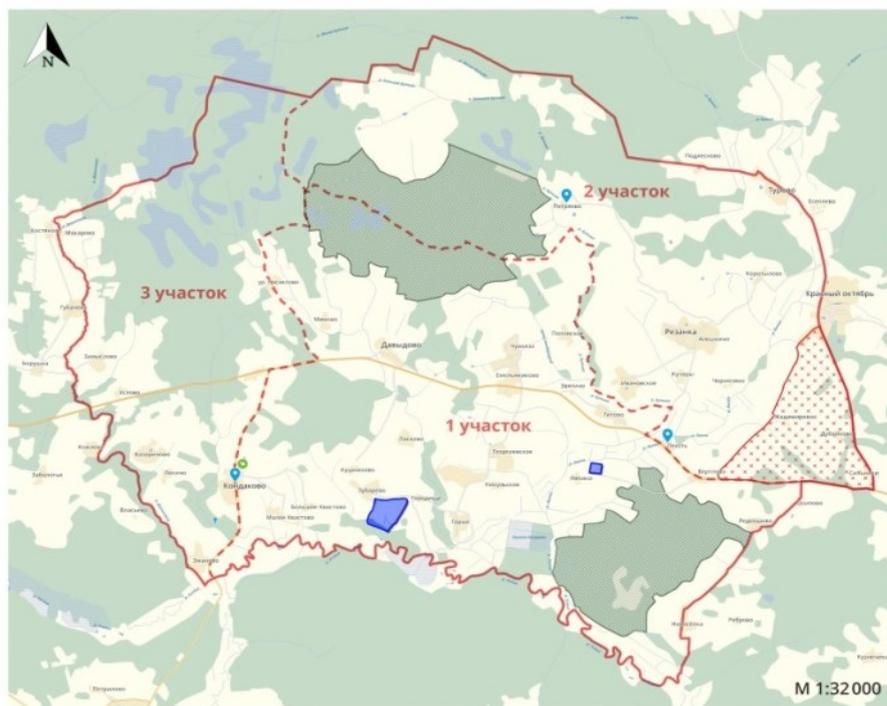
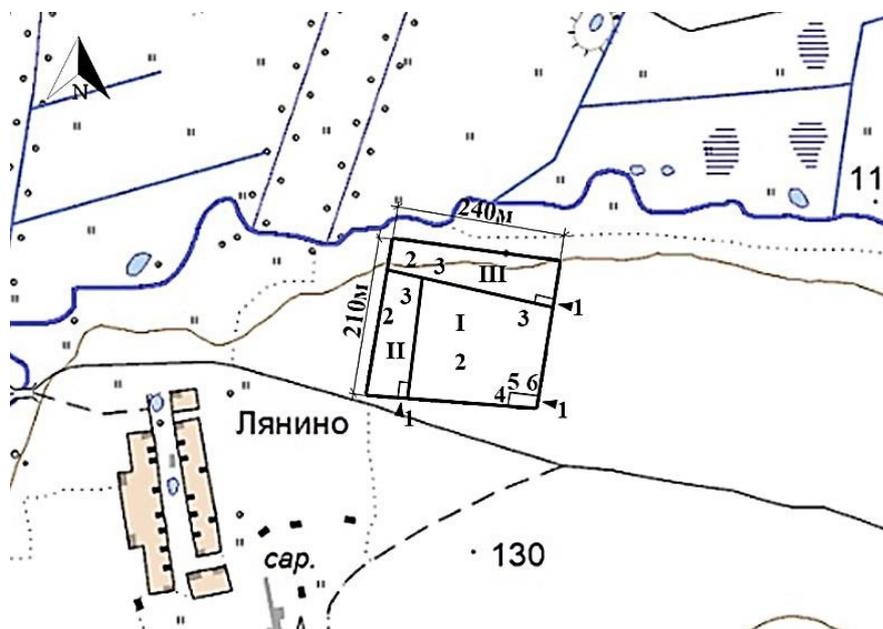


Рис. 1. Карта-схема Давыдовского охотхозяйства с указанием мест расположения вольеров

В 2015 г. был создан вольер площадью в 1,5 га (рис. 2).



Примечание: I, II, III – зона разновозрастных особей. 1 – въезд на территорию, 2 – место для кормления, 3 – водопой, 4 – место хранения кормов, 5 – наблюдательная вышка, 6 – навес для свиноматок.

Рис. 2. Расположение вольера в угодьях

В вольере была развернута необходимая инфраструктура для обеспечения развития кабанов, включая комплексные кормовые площадки, места во-

допоя, небольшие загоны для самок с молодняком, место хранения кормов, наблюдательная вышка.

Основу корма составляли зерновые (табл.) и овощи.

Таблица

### Потребление зерновых в вольере

№ пп	Вид зерновых		Количество зерна для подкормки кабана в вольере, кг			
			2016	2017	2018	2019
1	Кукуруза	Холодный период (200 дней)	840	1680	6720	8400
		Тёплый период (165 дней)	495	990	3960	5000
	Итого кукурузы		1335	2670	10680	13400
2	Овёс	Холодный период (200 дней)	990	1980	7920	10000
		Тёплый период (165 дней)	743	1485	5940	7500
	Итого овса		1733	3465	13860	17500
	Итого зерновых		3068	6135	24540	30900

Расчёт потребления зерновых выполнялся на основании средних норм ежедневного потребления одним кабаном. В холодный период они составляли: кукурузы – 1,2 кг, овса – 2 кг; в тёплый период: кукурузы – 1 кг, овса – 1,5 кг.

Однако при хорошем приплоде и быстром росте особей, при разведении кабанов на ограниченной площади был выявлен ряд проблем.

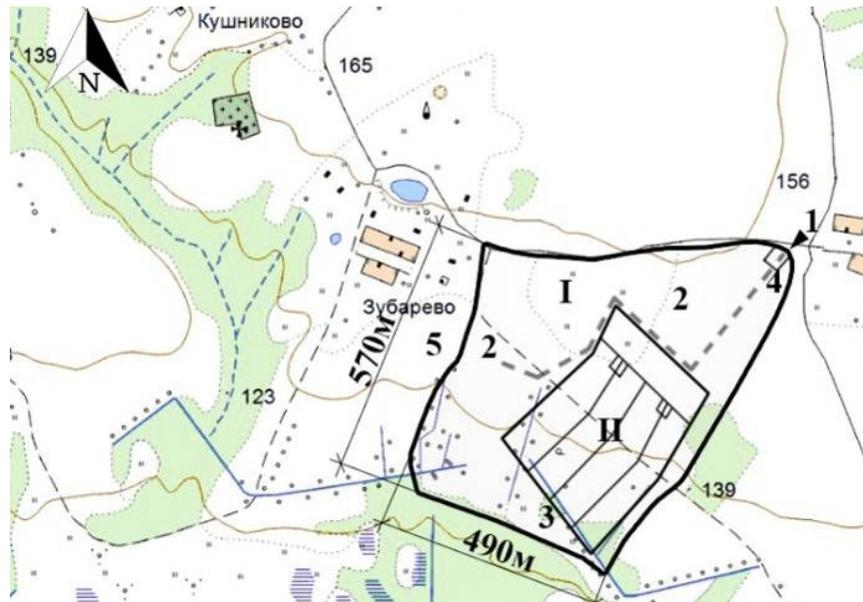
1. Увеличенные плотности кабана повлекли за собой деградацию почвенного покрова за счет рытья земли и загрязнения ее жидкими и твердыми метаболитами. Проведенные мероприятия по восстановлению и развитию травянистых и кустарниковых группировок положительного результата не дали.

2. Размещение в одном вольере на ограниченной площади разновозрастных особей повлекло за собой значительную потерю приплода (до 30%). Основными причинами стали гибель от столкновения с более крупными кабаном и недостаток кормов для молодняка из-за поедания его старшими особями. Это определило необходимость разделения разновозрастных групп.

3. Повышенные плотности кабана повлекли за собой увеличение числа заболеваний, в первую очередь гельминтозных.

Анализ показал, что в вольере такой площади целесообразно содержать не более 30 особей.

Для снижения негативного влияния разновозрастных особей друг на друга при увеличенных плотностях кабана в вольерах в 2018 г. был оборудован более крупный вольер площадью 50 га. В его границах находятся участки разных типов среды обитания, которые после оценки их бонитета были отнесены к категории «хорошие» (рис. 3).



Примечание: I, II – зоны разновозрастных особей. 1 – место въезда транспорта, 2 – места кормушек, 3 – место водопоя, 4 – кормохранилище, 5 – стрелково-наблюдательная вышка.

Рис. 3. Схема размещения вольера

В 2018 г. в вольер были выпущены 3 самки с поросятами и один 3-летний самец. Общее количество группы составило 20 особей.

Анализ численности особей в новом вольере показал положительную динамику и за период 2018–2020 гг. численность группы увеличилась практически в 2,4 раза и к началу 2021 г. составила 44 особи. Это позволило в 2020 г. организовать охоту в вольере и добыть 6 особей кабана. По сравнению с особями, добытыми в открытых угодьях, по оценке сотрудников охотхозяйства, вольерные кабаны были на 10–12% упитаннее.

Анализ результатов вольерного разведения кабана в Давыдовском охотхозяйстве позволили сделать следующие выводы.

1. В вольерах кабан развивается быстрее, чем в открытых угодьях. При этом особи первого года жизни к концу декабря были упитаннее своих сверстников из открытых угодий на 10–12%.

2. В малых вольерах площадью до 3 га следует выращивать одновозрастных особей, прежде всего, молодь кабана. Это исключает излишнюю потерю поросят.

3. В малых вольерах для исключения деградации почвенного покрова целесообразно поддерживать плотность животных не более 10–12 особей /га.

4. Для улучшения условий обитания кабанов разных возрастов и соблюдения правовых норм организации охоты в вольерах целесообразно размещать их на площади не менее 50 га. Для оценки общей экологической ситуации в вольерах такой площади и больше целесообразно применение квадрокоптеров.

5. На территории вольеров площадью до 3 га целесообразно размещать минивольеры с закрытыми укрытиями и небольшими участками огороженной

территории для выгула для беременных самок. После появления поросят семьи целесообразно содержать в них не менее, чем до 2 месячного возраста.

6. Свиней с молодняком старше 2 месяцев целесообразно перемещать в более просторный вольер, площадью до 5 га, в котором содержат поросят до принятия решения о переселении самцов-сеголетков в вольеры (7–8 месячного возраста), предназначенные для проведения охот, а самок-сеголеток – передерживать до весны, с целью последующего отбора для дальнейшего репродуктивного процесса. Другую часть самок выпускают в вольер для охот, часть выставляют на продажу третьим лицам.

Исходя из сказанного, можно резюмировать, что при разведении кабана в вольерах разной площади, создаются условия для гарантированного сохранения приплода, его полноценного развития и достижения товарного и (или) репродуктивного возраста. Это обеспечивает в охотхозяйстве необходимое количество ценного охотничьего вида, что положительно сказывается на его экономике.

#### **Библиографический список**

1. Федеральный закон «Об охоте и о сохранении охотничьих ресурсов и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 24.07.2009 № 209-ФЗ. Ст. 49.

2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году». Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. Москва, 2020. С. 222.

3. Чумаченко А. П., Греков О. А., Спасик С. Е. Анализ эколого-биологических условий полувольного разведения кабана (*Sus scrofa*) в вольерах разного типа // Вестник РГА-ЗУ. 2020. № 35 (40). Балашиха, 2020. С. 22–27.

### **МОРФОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СУДАКА (*SANDER LUCIOPERCA*) ОЗЕРА АЙДАРКУЛЬ АЙДАРО-АРНАСАЙСКОЙ СИСТЕМЫ ОЗЕР УЗБЕКИСТАНА**

*Д. Р. Дехконова*

*Ташкентский государственный аграрный университет,  
dilora.dehqonova@mail.ru*

Проведено морфоэкологическое исследование судака (*Sander lucioperca*) оз. Айдаркуль Айдар-Арнасайской системы озер. Проанализированы 19 морфометрических признаков, 5 меристических признаков, размерно-возрастная изменчивость, нерест у 47 особей судака, отловленных в сентябре – октябре 2020 г. на оз. Айдаркуль.

Ключевые слова: Айдар-Арнасайская система озёр, оз. Айдаркуль, судак, размерно-возрастная изменчивость, нерест.

Айдаро-Арнасайская система озер (ААСО), площадь которой составляет около 350 тыс. га, является крупнейшим рыбохозяйственным водоёмом республики Узбекистан. Функционально озеро является приемником дренажных вод в среднем течении бассейна Сырдарьи.

Основными объектами промысла ААСО являются в разные годы сазан (*Cyprinus carpio* Linnaeus), судак (*Sander lucioperca* Linnaeus), серебряный карась (*Carassius auratus gibelio* Bloch) и аральская плотва (*Rutilus rutilus aralensis* Berg). Из вышеуказанных объектов промысла судак является хищником и представляется актуальным дать характеристику его морфометрических показателей из оз. Айдаркуль ААСО, что и явилось целью данной работы.

Судак – *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758) в оз. Айдаркуль является ценным промысловым видом, однако, в последние годы запасы его резко сократились. В связи с этим изучение морфологических и биологических особенностей судака приобретает важное практическое значение.

Материал собирали в сентябре-октябре 2020 г. в северной части оз. Айдаркуль (Айдаро-Арнасайская система озер). Рыб ловили ставными сетями с ячеей 45–65 мм. Полевой анализ и промеры морфологических признаков проводили по методике И. Ф. Правдина [1]. Статистическую обработку данных производили по П. Ф. Рокицкому [2]. Всего было взято для морфологического анализа 47 особей судака.

Естественным ареалом судака являются водоемы бассейнов Балтийского, Черного, Каспийского, Азовского и Аральского морей [3]. В Узбекистане судак населял Аральское море, нижнее течение р. Амударьи и поднимался лишь до оз. Ясман или, возможно, до Турткуля [4]. Однако в результате акклиматизационных работ ареал этого вида в Узбекистане значительно расширился к югу [5–7]. Акклиматизирован судак так же в Кайраккумском и Чардаринском водохранилищах, откуда расселился во все водоемы среднего течения бассейна р. Сырдарьи, в том числе в Айдаро-Арнасайскую систему озер.

Лучей в первом спинном плавнике у судака из оз. Айдаркуль XII–XIV, во втором – 12–13, в анальном – 10–12. Число чешуй в боковой линии – 86–100; жаберных тычинок – 11–14; количество позвонков – 44–46.

Тело судака из оз. Айдаркуль невысокое, его наибольшая высота составляет в среднем 23,0% длины тела. Длина головы составляет 27,3% длины тела. Антедорсальное расстояние достигает 31,5%, постдорсальное – 45,0%.

По нашим данным половые различия в морфологических признаках между полами у судака не наблюдается. Однако, как отмечают некоторые авторы [3–5, 7] между самками и самцами у судака в водоемах Узбекистана наблюдаются некоторые различия в наибольшей высоте тела и вентроанальном расстоянии.

Размерно-возрастная изменчивость у судака проявляется во многих пластических признаках. С возрастом у него увеличиваются относительная высота тела ( $C_v = 13,2\%$ ), пектоцентральной ( $C_v = 15,2\%$ ) и вентроанальное расстояния ( $C_v = 16,1\%$ ), заглазничный отдел головы ( $C_v = 13,0\%$ ).

Промысловое стадо судака в оз. Айдаркуль представлено шестью возрастными группами, длиной тела от 25,2 до 64,5 см, массой от 148 до 4402 г. В промысловых уловах доминирующее положение занимают особи младших возрастных групп (1+-2+).

По нашим данным, линейный рост судака наиболее интенсивен в первые годы жизни и после достижения трех летнего возраста замедляется. Рост массы тела ускоряется за счет увеличения её годовых приростов.

Половой зрелости судак достигает в различных водоемах в разном возрасте [5, 6]. В оз. Айдаркуль у судака половая зрелость наступает в 2–3-х летнем возрасте, при длине тела 22–32 см.

Нерест у судака в условиях оз. Айдаркуль очень растянут и, в зависимости от его нерестовых участков, длится с середины марта до мая. В 2018 г. нерест у судака в западной части оз. Айдаркуль начался в конце марта, в северной части озера на 10 дней позже. В 2019 г. массовый нерест у судака в западной части озера проходил в начале апреля, а северной части – 14–15 апреля. Коэффициент половой зрелости самок судака перед нерестом колебалась в пределах от 6,5 до 14,5% массы тела. Соотношение полов (самцы-самки) в нерестовый период составлял 30–35%.

В оз. Айдаркуль плодовитость у судака колеблется от 39,6 до 634,5 тыс. икринок при длине тела 3-х - 6-и летних самок от 35,0 до 62,3 см.

Таким образом, различия в морфологических признаках между полами у судака оз. Айдаркуль не наблюдаются. С возрастом у него увеличиваются относительная высота тела, пектоцентральное и вентроанальное расстояния, заглазничный отдел головы. Нерестовый период очень растянут, и зависит, по-видимому, от условия его нерестовых участков. С увеличением размерно-весовых и возрастных показателей увеличивается и абсолютная плодовитость судака.

#### **Библиографический список**

1. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. М. : Пищевая промышленность, 1966. 375 с.
2. Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика. Минск : Высшая школа, 1967. 328 с.
3. Берг Л. С. Рыб пресных вод СССР и сопредельных стран. М.-Л. : АН СССР, 1949. Ч. 2. 458 с.
4. Никольский Г. В. Рыбы Аральского моря // Бюл. МОИП. Нов. сер. Отд. зоол. М., 1940. Вып. 1. 216 с.
5. Аманов А. А. Экология рыб водоемов юга Узбекистана и сопредельных республик. Ташкент : Фан, 1985. 160 с.
6. Камиллов Г. К. Рыбы водохранилищ Узбекистана. Ташкент : ФАН, 1973. 220 с.
7. Мирзаев У. Т. Морфоэкологические особенности акклиматизированного судака в ирригационных водоемах юга Узбекистана : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Ташкент, 1994. 24 с.

## СРЕДНЕЗИМНИЕ УЧЕТЫ ЧИСЛЕННОСТИ ВОДОПЛАВАЮЩИХ ПТИЦ В г. ТУЛА В 2021 Г.

**В. Ю. Дубякова, П. Д. Ивлева**

Тульский государственный университет,  
*viktoriadubiakova@gmail.com, polinaivleva65@gmail.com*

В статье представлены материалы зимних учетов численности водоплавающих птиц зимой 2021 г. Приводятся данные о видовом составе местной зимней группировки водоплавающих птиц, численности обыкновенной кряквы на территории города и распределении ее по различным водоемам.

Ключевые слова: обыкновенная кряква, численность, зимующие водоплавающие птицы.

Материал для публикации был собран в рамках проведения Всероссийской акции «Серая шейка-2021», которую с 2015 г. организует Союз охраны птиц России, студентами 1 курса Биологического факультета ТулГУ.

Целью работы было изучение видового состава, распределения и численности водоплавающих птиц, зимующих на территории г. Тулы.

Наблюдения проводили 16 января 2021 г. Во время учёта температура воздуха сохранялась между отметками от -14 до -15 °С, сила ветра составляла порядка 2 м/с. Ввиду морозной погоды, птицы редко перелетали с места на место, а малое количество осадков обеспечило прекрасную видимость на водоемах. Все это способствовало благоприятной работе по учету водоплавающих птиц.

Ежегодно учет зимующих птиц проводится на незамерзающих участках водоемов и рек. Придерживаясь данных условий, были выбраны следующие 5 мест учета:

- 1) участок на р. Серебровка в Центральном парке культуры и отдыха им. П. П. Белоусова;
- 2) р. Воронка в пределах Красноармейского проспекта;
- 3) р. Упа, между Зареченским и Пролетарским мостами (старая набережная);
- 4) Щегловский ручей в Березовой роще;
- 5) водоем в Пролетарском парке.

Единственным встреченным при проведении учетов видом была обыкновенная кряква (*Anas platyrhynchos*), являющаяся в настоящее время самым многочисленным гнездящимся и зимующим представителем водоплавающих птиц в г. Туле (рис. 1, 2).

Всего при проведении учетов на территории г. Тулы было отмечено 1138 особей. Численность встреченных крякв различалась в разных местах проведения наблюдений (рис. 3).

Самые крупные группировки наблюдали ближе к центру города: 317 уток на р. Упе у старой набережной и 347 – в сквере у р. Воронка около железнодорожного вокзала. Здесь значительное количество птиц были встречены не в самом водоеме, а на берегу, и даже неподалеку от дорожек. Многие выпрашивали корм у гуляющих людей.



Рис. 1. Группировка кряквы в Центральном парке г. Тулы



Рис. 2. Группировка кряквы на Щегловском ручье

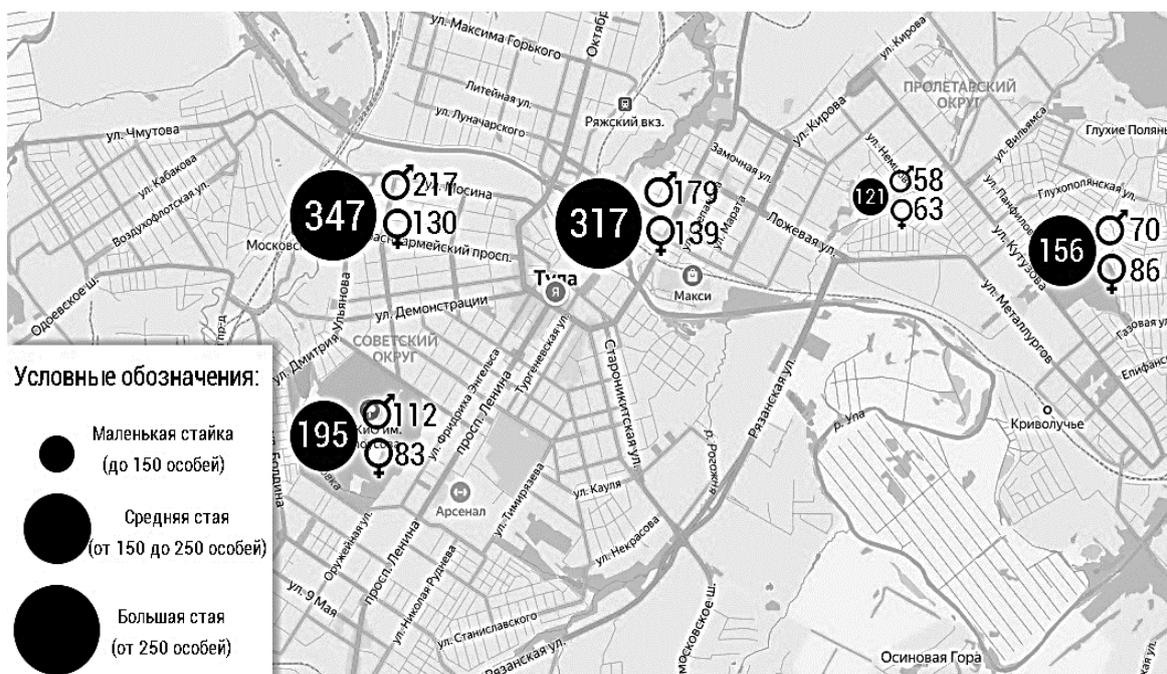


Рис. 3. Распределение и численность обыкновенной кряквы в г. Туле зимой 2021 г.

Группировки средних размеров держались в крупных парках: 195 особей в Центральном и 158 – в Пролетарском. В этих местах учёта утки также охотно выходили из водоемов ближе к проходам.

Минимальная численность зимней группировки была отмечена в небольшом сквере (Березовой роще): 121 особь. Данный сквер используется преимущественно людьми, живущими в ближайших домах, для прогулок с детьми или с домашними животными. Здесь птицы менее охотно выходили из воды к людям, но большинство все же близко подплывали к берегу, чтобы побыстрее получить лакомство.

Половой состав зимующих крякв г. Тулы в целом характеризовался небольшим преобладанием самцов над самками – соответственно 636 и 501 особей. Соотношение самцов и самок в разных локальных группировках отличалось. В Центральном парке и на реках Упе и Воронке преобладали самцы, на Щегловском ручье и в Пролетарском парке – самки.

## **КРАТКОВРЕМЕННОЕ ГОЛОДАНИЕ ВЫЗЫВАЕТ АКТИВАЦИЮ ХОЛИНЕРГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПОЧВЕННОЙ НЕМАТОДЫ *CAENORHABDITIS ELEGANS***

*А. В. Егорова, Т. Б. Калининкова*

*Институт проблем экологии и недропользования Академии наук  
Республики Татарстан, tbkalinnikova@gmail.com*

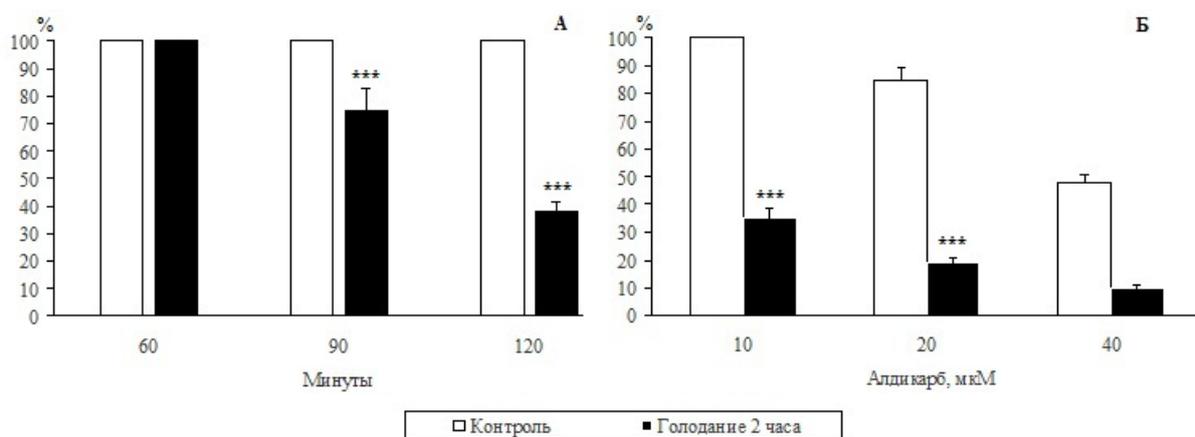
Показано, что кратковременное отсутствие пищи вызывает активацию холинергической системы свободноживущей почвенной нематоды *Caenorhabditis elegans*, которая проявляется в повышении чувствительности локомоции к ингибитору ацетилхолинэстеразы алдикарбу и агонистам никотиновых рецепторов ацетилхолина левамизолу и никотину.

Ключевые слова: *Caenorhabditis elegans*, отсутствие пищи, холинергическая система, никотиновые рецепторы ацетилхолина, левамизол, никотин.

Географическое распространение и численность популяций животных во многом лимитируются доступностью пищевых ресурсов. Отсутствие доступной пищи является широко распространенным стрессом, с которым сталкиваются все животные. Недостаток пищи вызывает адаптивные изменения поведения и физиологического состояния организма. Механизмы этих изменений высококонсервативны в эволюции [1–3]. В отличие от млекопитающих, почвенные нематоды *Caenorhabditis elegans* питаются непрерывно, поэтому даже кратковременное (минуты и часы) отсутствие пищи является для них стрессом, индуцирующим несколько адаптивных форм поведения [2–4]. Известно, что у грызунов первичным центральным процессом в стресс-реакции является активация холинергической системы [5]. Ранее нами показана быстрая адаптивная активация холинергической системы *C. elegans* уме-

ренным тепловым стрессом [6]. Цель этой работы – проверка гипотезы, предполагающей участие холинергической системы *C. elegans* в адаптивном ответе организма на отсутствие пищи.

*C. elegans* линии дикого типа N2 Bristol выращивали при 22 °С в чашках Петри со стандартной средой выращивания нематод (СВН) и *E. coli* OP50 [6]. Для исследования влияния отсутствия пищи на холинергическую систему червей предварительно инкубировали 1–4 часа в чашках Петри диаметром 40 мм с СВН с пищей (*E. coli* OP50) или без нее. Эксперименты проводили в NG буфере (0,3% NaCl, 1 мМ CaCl<sub>2</sub>, 1 мМ MgSO<sub>4</sub>, и 25 мМ калийфосфатного буфера (рН=7,0)). Червей переносили индивидуально в стеклянные стаканчики, содержащие 1 мл NG буфера (рН=7,0). Нарушения плавания червей, индуцированного механическим стимулом (встряхивание пробирки с червем), вызванные действием алдикарба, левамизола и никотина наблюдали через 15 минут при температуре 22 °С. Эти нарушения проявлялись в нарушениях координации мышц, необходимой для синусоидальных движений при плавании, и в невозможности поддерживать способность к плаванию в течение 10 секунд после стимула. В каждом варианте эксперимента, проведенном в трех повторностях, использовано 30 червей. Статистическую обработку результатов проводили с использованием углового преобразования Фишера  $\phi^*$ .



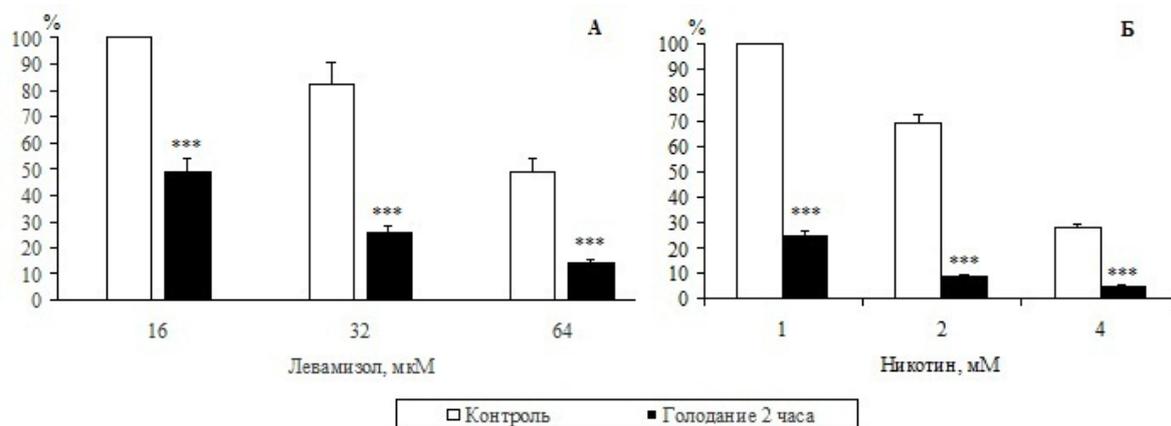
По оси ординат – доля нематод, сохранивших нормальное поведение после 15-минутной экспозиции к алдикарбу (А – 10 мкМ; Б – 10–40 мкМ). По оси абсцисс: А – время голодания (минуты); Б – концентрация алдикарба, введенного в среду в контроле и после двухчасового голодания. В каждом варианте использовано 30 нематод. \*\* $p < 0,01$ , \*\*\* $p < 0,001$  по сравнению с контролем (без голодания).

Рис. 1. Влияние отсутствия пищи на чувствительность поведения *C. elegans* к алдикарбу

Для выявления возможной роли холинергической системы в адаптивной реакции *C. elegans* на отсутствие пищи был использован фармакологический анализ плавания нематод, индуцированного механическим стимулом [6], после кратковременного (1–4 часа) отсутствия пищи (*E. coli*) в среде. Как показано на рисунке 1, отсутствие пищи вызывает у *C. elegans* развивающееся во времени увеличение чувствительности поведения к частичному ингибированию ацетилхолинэстеразы (АХ-эстеразы) алдикарбом. Многочисленные ис-

следования холинергической системы *C. elegans* с использованием мутантного и фармакологического анализа локомоции показали, что изменения чувствительности к действию алдикарба, повышающего уровень ацетилхолина (АХ), отражают изменения скорости холинергической синаптической трансмиссии [7–8]. Поэтому сильное влияние кратковременного отсутствия пищи в среде на чувствительность поведения к алдикарбу (рис. 1) свидетельствует об активации холинергической синаптической трансмиссии.

Повышение чувствительности поведения *C. elegans* к алдикарбу может быть следствием стимуляции секреции АХ нейронами или сенситизации никотиновых рецепторов АХ (н-холинорецепторов) [6–8]. Как показано на рисунке 2, отсутствие пищи в среде в течение двух часов вызывает сенситизацию поведения не только к алдикарбу (рис. 1), но и к агонистам н-холинорецепторов нематод левамизолу и никотину (рис. 2). Изменения чувствительности поведения *C. elegans* к левамизолу и никотину объясняются изменением чувствительности н-холинорецепторов [8–9]. Поэтому очевидно, что сенситизация поведения *C. elegans* к левамизолу и никотину отсутствием пищи является следствием модуляции чувствительности н-холинорецепторов. Следовательно, не только умеренный тепловой стресс [6], но и отсутствие пищи вызывает у *C. elegans* адаптивную сенситизацию н-холинорецепторов.



По оси ординат – доля нематод, сохранивших нормальное поведение после 15-минутной экспозиции к левамизолу (А) и никотину (Б). По оси абсцисс – концентрация левамизола (мкМ) и никотина (мМ). В каждом варианте использовано 30 нематод. \*\*\* $p < 0,001$  по сравнению с контролем (без голодания).

Рис. 2. Влияние двухчасового отсутствия пищи на чувствительность поведения *C. elegans* к левамизолу и никотину

Поскольку как умеренный тепловой стресс [6], так и голодание (рис. 1) вызывают активацию холинергической системы *C. elegans*, очевидно, что эта активация является адаптивным ответом на стрессовые условия среды. Тепловой стресс и голодание вызывают сенситизацию н-холинорецепторов *C. elegans* (рис. 2) [6]. Тем не менее, возможно, что ограничение пищевых ресурсов вызывает у *C. elegans* не только сенситизацию н-холинорецепторов, но и стимуляцию секреции АХ нейронами.

Известно, что отсутствие пищи, в зависимости от его продолжительности (минуты и несколько часов), вызывает у *C. elegans* широкий спектр адаптивных изменений поведения и метаболизма [2–4]. Очевидно, что активация холинергической системы не имеет отношения к адаптивным изменениям поведения, проявляющимся в первые минуты отсутствия пищи в среде [4], так как она выявляется только через 90 минут в среде без *E. coli* (рис. 1). Поэтому возможно, что активация холинергической системы, проявляющаяся в изменениях чувствительности локомоции нематод к повышению уровня АХ в организме (рис. 1), является механизмом не только адаптивных форм поведения, но и адаптивного изменения метаболизма нематод дефицитом пищи. Для выяснения этого вопроса необходимы дополнительные исследования.

Более половины из 302 нейронов *C. elegans* являются холинергическими, включающими в себя командные, моторные нейроны и многие интернейроны [10]. Поэтому сенситизация н-холинорецепторов *C. elegans* стрессовыми условиями среды может происходить не только в мышцах тела, но и в нейронах. Адаптивность сенситизации н-холинорецепторов стрессовыми условиями среды заключается в том, что ее следствием является активация холинергической синаптической трансмиссии в синапсах между нейронами и моторными нейронами и мышцами, увеличивающая скорость избегания локальных сред, неблагоприятных для выживания [6]. Н-холинорецепторы являются мишенью действия многих нематоцидов, таких как левамизол и др., и инсектицидов (неоникотиноиды) [9]. В связи с тем, что *C. elegans* используется как удобный модельный организм для изучения действия нематоцидов, результаты этой работы могут иметь и практическое значение, так как они показывают, что стрессовые условия среды сенситизацией н-холинорецепторов увеличивают токсичность действия нематоцидов, мишенью действия которых является холинергическая система нематод.

#### Библиографический список

1. Molecular signaling involved in regulating feeding and other motivated behaviors / T. R. Gruninger, B. LeBoeuf, Y. Liu, L. R. Garcia // *Molecular Neurobiology*. 2007. Vol. 35. P. 1–20. <https://doi.org/10.1007/bf02700621>
2. Hofler C., Koelle M. R. AGS-3 alters *C. elegans* behavior after food deprivation via RIC-8 activation on the neural G protein  $G\alpha_0$  // *Journal of Neuroscience*. 2011. Vol. 31. P. 11553–11562. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.2072-11.2011>
3. Suo S. Culotti J. G., Van Tol H. H. M. Dopamine counteracts octopamine signalling in a neural circuit mediating food response in *C. elegans* // *The EMBO Journal*. 2009. Vol. 28. P. 2437–2448. <https://doi.org/10.1038/emboj.2009.194>
4. Sawin E. R., Ranganathan R., Horvitz H. R. *C. elegans* locomotory rate is modulated by the environment through a dopaminergic pathway and by experience through a serotonergic pathway // *Neuron*. 2000. Vol. 26. P. 619–631. [http://dx.doi.org/10.1016/S0896-6273\(00\)81199-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0896-6273(00)81199-X)
5. Cholinergic signaling in the hippocampus regulates social stress resilience and anxiety- and depression-like behavior / Y. S. Mineur, A. Obayemi, M. B. Wigstrand, G. M. Fote, C. A. Calarco, A. M. Li, M. R. Picciotto // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2013. Vol. 110. P. 3573–3578. <https://doi.org/10.1073/pnas.1219731110>

6. Opposite responses of the cholinergic nervous system to moderate heat stress and hyperthermia in two soil nematodes / T. B. Kalinnikova, R. R. Kolsanova, E. B. Belova, R. R. Shagidullin, M. Kh. Gainutdinov // *Journal of Thermal Biology*. 2016. Vol. 62. P. 37–49. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2016.05.007>
7. Mahoney T. R., Luo S., Nonet M. L. Analysis of synaptic transmission in *Caenorhabditis elegans* using an aldicarb-sensitivity assay // *Nature Protocols*. 2006. Vol. 1. P. 1772–1777. <http://dx.doi.org/10.1038/nprot.2006.281>
8. A neuronal acetylcholine receptor regulates the balance of muscle excitation and inhibition in *Caenorhabditis elegans* / M. Jospin, Y. B. Qi, T. M. Stawicki, T. Boulin, K. R. Schuske, R. Horvitz., J.-L. Bessereau, E. M. Jorgensen, Y. Jin // *PLoS Biology*. 2009. Vol. 7. e1000265. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pbio.1000265>
9. Satelle D. B. Invertebrate nicotinic acetylcholine receptors – targets for chemicals and drugs important in agriculture, veterinary medicine and human health // *Journal of Pesticide Science*. 2009. Vol. 34. P. 233–240. <https://doi.org/10.1584/jpestics.r09-02>
10. A cellular and regulatory map of the cholinergic nervous system of *C. elegans* / L. Pereira, P. Kratsios, E. Serrano-Saiz, H. Sheftel, A. E. Mayo, D. H. Hall, J. G. White, B. LeBoeuf, L. R. Garcia, U. Alon, O. Hobert // *eLife*. 2015. V. 4. P. e12432. <https://doi.org/10.7554/elife.12432>

## **ОНТОГЕНЕЗ ЭМБРИОНА *GALLUS GALLUS* В ГИПОГЕОМАГНИТНОМ ПОЛЕ В УСЛОВИЯХ ИНКУБАТОРА**

**М. С. Емельянова**  
ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашиникова»,  
[ems1988@mail.ru](mailto:ems1988@mail.ru)

В статье описана методика постановки опыта в ослабленном поле Земли (гипогеомагнитном поле), проведенного в условиях бытового инкубатора в течение инкубационного периода эмбрионов цыплят *Gallus gallus*. Впервые обнаружено сильное влияние вариаций магнитного поля Земли на развитие эмбрионов.

Ключевые слова: геомагнитное поле, эмбрион, инкубатор.

Появление современных технологий передачи информации, различных видов транспорта, дистанционного контроля и наблюдения привело к усугублению состояния окружающей среды по фактору «электромагнитного загрязнения». Окружающее пространство заполнено электромагнитными полями, часть из которых является естественными, другая часть имеет антропогенное происхождение. Наличие естественного магнитного поля (МП) является необходимым фактором для гармоничного развития всех функциональных систем живого организма в месте его пребывания.

Биологические эффекты электромагнитных полей (ЭМП) уже достаточно хорошо изучены на биосистемах разного уровня организации, хотя не всегда получается объяснить механизмы их воздействия.

Фактор отрицательного влияния ослабленного магнитного поля Земли изучался на различных биосистемах, в том числе на растениях, насекомых,

крови человека и млекопитающих. Выявлено нарушение в работе некоторых систем организма животных: иммунной, центрально-нервной, репродуктивной, эндокринной, системе крови [1, 2].

При проведении магнитобиологических опытов часто бывают не учтены значимые факторы: градиент распределения магнитного потока, а также частота и длительность его импульсов. Необходимо также учитывать характер взаимодействия переменного МП с объектом, сопровождающегося экзо- и эндотермическими реакциями [1]. Целесообразными являются углубленные исследования в данной области с учетом всех неточностей.

В каждом из проведенных нами опытов обязательным являлось наличие контрольной и опытной групп. Инкубатор с контрольной группой располагался в естественном МП Земли, инкубатор с опытной – в гипогомагнитном (ГГМП) (рис. 1). Однородное ГГМП создавалось одной парой квадратных катушек Гельмгольца (КГ) с малой площадью сечения витков ( $W=50$ ), размер стороны квадрата 800 мм. Согласно методике КГ расположена одной стороной в плоскости вектора поля Земли по направлению Север-Юг под углом  $73^\circ$ , что позволяет скомпенсировать вертикальную и горизонтальную составляющие вектора напряженности геомагнитного поля для создания «магнитного вакуума» внутри катушки [2].

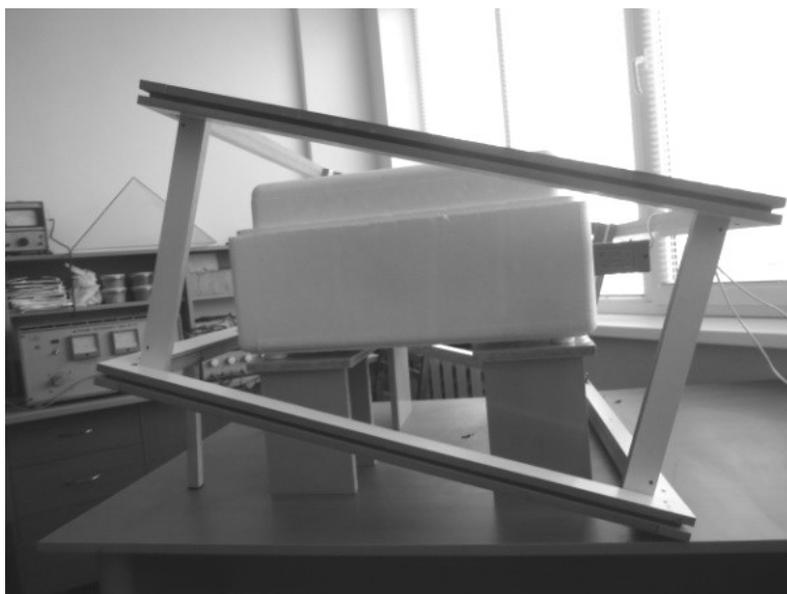


Рис. 1. Внешний вид экспериментальной установки для магнитобиологических опытов с инкубатором

Данная катушечная пара позволяет обеспечить создание МП большой однородности, обеспечение свободного доступа к инкубатору, статичной картины однородного МП, которая не зависит от перемещения объекта исследования внутри инкубатора.

Для проведения эксперимента в качестве биообъекта был выбран эмбрион кур кросса «Ломан Браун Классик». Перед закладкой поверхность скорлупы проверялась на целостность, гладкость, матовость, чистоту и однородность. Яйца выдерживались при комнатной температуре в течение трех

часов, затем взвешивались и помещались в нагретый до  $37,9 \pm 0,1$  °С инкубатор в ячейки решетки, посредством которой осуществлялся их автоматический переворот. Поворот яиц прекращали на 18 сутки с начала инкубационного периода.

В контрольные дни (7, 11, 18 сутки) осуществлялись взвешивание яиц (регистрировалась потеря массы), их просвечивание на овоскопе (регистрировались величина воздушной камеры, количество неоплодотворенных яиц), забор крови для проведения клинического анализа. По мере появления птенцам присваивались порядковые номера, совпадающие с номерами яиц, из которых они вылупились. После высыхания оперения птенцов отсаживали от еще непроклюнувшихся яиц в сухой теплый короб под электрическую лампу дневного света.

Эксперимент осуществлялся с тремя уровнями ослабления: в 2, 4 и 6 раз относительно МП Земли.

Гематологическое исследование показало различие в образцах крови опытных групп от контрольных по нескольким наименованиям, таким как лейкоциты, эритроциты, гранулоциты и тромбоциты. Изменение в количественном составе данных клеточных агентов крови дает возможность предположить, что именно они выступают в роли первичных мишеней гипогеомагнитного воздействия.

Морфометрический анализ органов эмбрионов и молодняка птицы показал их патологическое, отличное от референтных значений, развитие опытных групп как на ранних стадиях эмбрионального развития, так и при последующем онтогенезе.

Морфология внешнего вида опытных групп описывается такими особенностями, как эмбриональная липкость оперения, воспаление коленного сустава (рис. 2), отсутствие первичных инстинктов.



Рис. 2. Фото цыплят: опытная группа (фото слева) и контрольная (фото справа)

Таким образом, жизнедеятельность исследуемого биообъекта в условиях хронического ослабления магнитного поля Земли характеризуется отклонением развития системы кровообращения, а также нарушением в развитии внутренних органов, образованием некрозов и патологий, что делает актуаль-

ным дальнейшее изучение биосистем, развивающихся в гипогеомагнитных полях.

*Автор благодарит профессора Г. В. Ломаева за научные консультации, организационную помощь и представленную возможность проведения экспериментов в руководимой им лаборатории.*

#### **Библиографический список**

1. Binhi V. N., Prato F. S. Rotations of macromolecules affect nonspecific biological responses to magnetic fields // Scientific reports. 2018. Vol. 8. No. 1. P. 1–11. doi: 10.1038/s41598-018-31847-y

2. Ломаев Г. В., Емельянова М. С. Влияние вариаций магнитного поля земли на эмбриональное развитие *G. gallus* // Интеллектуальные системы в производстве. 2014. № 1 (23). С. 127–131.

3. Влияние слабого комбинированного магнитного поля на скорость регенерации планарий *Dugesia tigrina* / Х. П. Тирас, Л. К. Сребницкая, Е. Н. Ильясова, А. А. Климов, В. В. Леднев // Биофизика. 1996. Т. 41, № 4. С. 826–831.

4. Белкин А. Д. Содержание белков регуляторов апоптоза bcl-2 и bad в регионарных лимфатических узлах при воздействии магнитного поля 50 Гц // Гигиена и санитария. 2015. Т. 94, № 1. С. 112–114.

## **ОСОБЕННОСТИ ЭКСТЕРЬЕРНЫХ ПРИЗНАКОВ ЦИКЛОМОРФНЫХ ГРЫЗУНОВ НА УЧАСТКАХ БИОГЕОЦЕНОТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ЮЖНОЙ ТАЙГИ**

*А. С. Климова, М. В. Сиротина*

*Костромской государственный университет,  
Klimova.A.S.ecology@yandex.ru, mvsirotina@gmail.com*

На основании результатов многолетних мониторинговых исследований на территории государственного природного заповедника «Кологривский лес» им. М. Г. Сеницына» и данных опубликованных научных трудов в работе рассмотрены особенности морфометрических признаков популяций цикломорфных грызунов в различных условиях существования.

Ключевые слова: экстерьерные признаки, цикломорфные грызуны, заповедник «Кологривский лес» им. М. Г. Сеницына.

Экстерьерные признаки могут служить интегральными показателями состояния популяций. Исследования морфометрических характеристик позволяют установить закономерности географической изменчивости популяций, выявить популяционные механизмы адаптаций цикломорфных грызунов в различных условиях среды, обеспечивающие поддержание их оптимального состояния. Целью исследований являлось изучение особенностей экстерьерных признаков популяций цикломорфных грызунов на территории государственного природного заповедника «Кологривский лес» им. М. Г. Сеницына» (ГПЗ «Кологривский лес»).

Для достижения поставленной цели была выполнена морфометрическая характеристика популяций цикломорфных грызунов, проведен корреляционный анализ с целью установления наличия или отсутствия зависимостей морфометрических показателей от погодно-климатических факторов, а также рассмотрены особенности географической изменчивости экстерьерных признаков популяций в разных географических точках.

Исследования проводились на территории кологривского участка (кластера) ГПЗ «Кологривский лес» в 2012–2019 гг. Участок располагается в северо-восточной части Русской равнины и характеризуется умеренно-континентальным климатом, преобладанием осадков над испарением, коротким сравнительно теплым летом и холодной многоснежной зимой. Здесь преобладают воздушные потоки атлантического происхождения, довольно часты вторжения с севера холодных масс арктического воздуха. Средние годовые температуры воздуха изменяются от 1,5 °С до 2,1 °С (по данным исследований, проведенных в 1998–2001 гг.), абсолютный максимум +36 °С, абсолютный минимум –53 °С. За год выпадает в среднем 564 мм осадков, причем большая часть – в теплое время года. Преобладают ветры западных направлений. Средняя годовая скорость 3 м/с [1].

Отлов грызунов осуществлялся давилками Геро с использованием метода ловушко-линий. Всего отработано 5955 ловушко-суток и отловлена 281 особь. Один из этапов обработки материала включал в себя взвешивание на электронных весах и снятие промеров по общепринятой методике [2]: длина головы и туловища ( $L$ ), длина хвоста ( $L_c$ ), длина задней ступни ( $L_p$ ), высота уха ( $L_a$ ).

За весь период исследований на территории кологривского кластера установлено преобладание двух видов цикломорфных грызунов: *Myodes glareolus* (Schreber, 1780) и *Apodemus uralensis* (Pallas, 1811).

В ходе исследования особенностей морфометрических признаков популяций *Myodes glareolus* и *Apodemus uralensis* на территории ГПЗ «Кологривский лес» было отмечено, что экстерьерные показатели преимущественно зависят от половозрастной структуры популяции и не выходят за пределы внутривидовой изменчивости.

При установлении зависимости морфометрических показателей данных популяций от абиотических факторов, выявлена обратная статистическая зависимость между массой тела особей и температурой окружающей среды и линейная статистическая зависимость между массой тела и количеством осадков.

Кроме того, установлена прямая статистическая зависимость массы тела особей от плотности популяций. Данный результат можно объяснить наличием благоприятных погодных условий и большого количества корма в период подъема численности исследованных популяций.

При рассмотрении особенностей географической изменчивости экстерьерных признаков популяций в разных географических точках проведен сравнительный анализ экстерьерных признаков популяции *Myodes glareolus*

на территории ГПЗ «Кологривский лес» с данными по морфометрическим признакам *Myodes glareolus* Русской равнины, представленными в работе Л. Я. Сабуровой [3] (рис.).

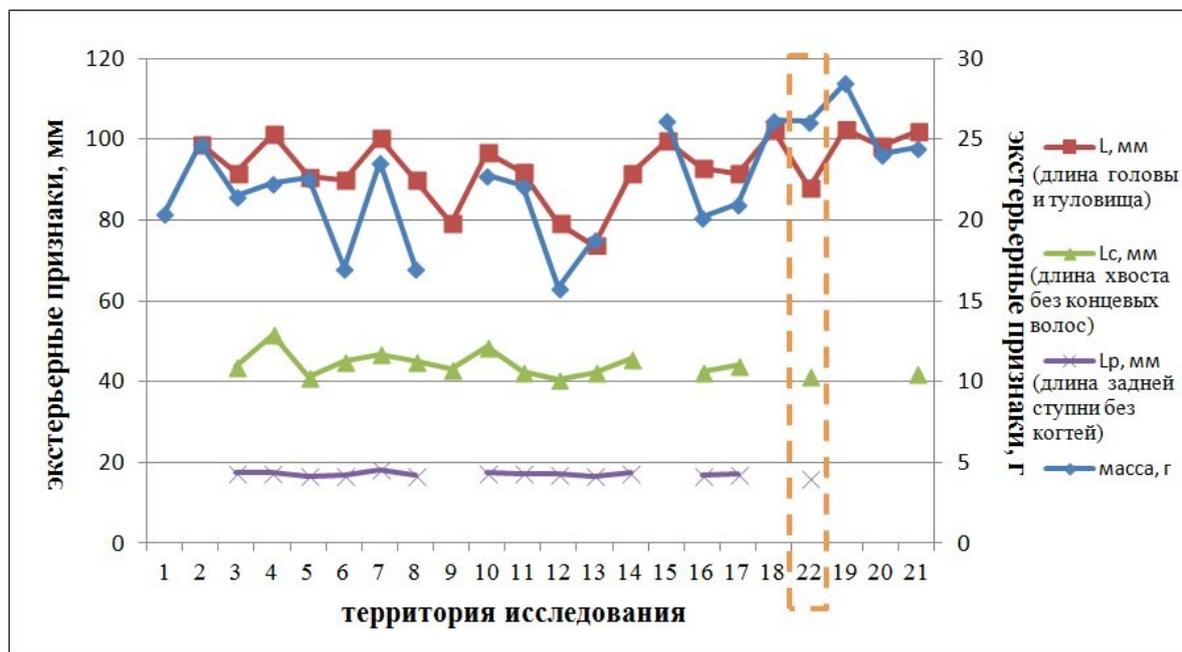


Рис. Морфометрические признаки *Myodes glareolus*:

1 – стационар Ельнюн II ; 2 – Кандалакшский залив; 3 – центральная часть БКП, окр. пос. Поморье; 4 – Пинежский заповедник; 5 – окр. «Нефтебазы»; 6 – Костомукшский заповедник; 7 – р. Б. Юра, окр. пос. Кеница; 8 – оз. Большое и Малое Слободское; 9 – Клоновский заказник; 10 – Печоро-Илычский заповедник; 11 – р. Устья, окр. дер. Чадромы; 12 – Важский заказник; 13 – окр. дер. Щеткино; 14 – ст. Пундуга; 15 – окр. Харовска; 16 – окр. оз. Бородаевского; 17 – окр. дер. Пески; 18 – Кировская область; 19 – с. Спасо-Барда; 20 – Московская область; 21 – Тульская область [3]; 22 – Костромская область ГПЗ «Кологривский лес» (собств. данные: 2012–2019 гг.)

Представленная на рисунке диаграмма показывает, что морфометрические параметры *Myodes glareolus* в пределах Русской равнины изменяются в следующих направлениях: в пределах 60–70°с.ш. масса тела и длина тела, увеличиваются на восток, в пределах 30–50°в.д. – возрастают на север, северо-запад и северо-восток. Размеры выступающих частей тела, таких как хвост, ступни, увеличиваются с запада на восток и с севера на юг (рис.). Значения показателей популяции *Myodes glareolus* на кологривском участке вписываются в общую картину клинальной изменчивости экстерьерных признаков грызунов на других территориях Русской равнины.

Так, при сравнительном анализе морфометрических параметров популяций *Myodes glareolus* северо-западной зоны равнины (на примере Костомукшского заповедника) [3] с территорией ГПЗ «Кологривский лес» установлено, что длина тела особей исследованной популяции в 1,09 раз меньше, чем

у особей на территории Костомукшского заповедника ( $p < 0,001$ ). По остальным экстерьерным показателям достоверных различий не установлено.

Сравнительный анализ экстерьерных признаков *Myodes glareolus* с популяциями северной зоны равнины (на примере Центральной части Беломорско-Кулойского плато, окрестности поселка Поморье) [3] показал, что особи имеют достоверные различия по показателю «масса тела», а именно данный показатель у особей исследованной популяции выше в 1,22 раз, чем в северной зоне равнины ( $p < 0,05$ ).

Для популяции *Myodes glareolus* Печоро-Ильчского заповедника (северо-восточная зона Русской равнины) [3] показатели длины тела, хвоста и ступни достоверно выше ( $p < 0,01$ ) соответствующих показателей исследованной популяции.

Сравнительный анализ морфометрических признаков особей западной зоны равнины (на примере Тульской и Московской областей) [3] с территорией ГПЗ «Кологривский лес» показал, что длина тела у грызунов на территории Тульской и Московской областях достоверно выше ( $p < 0,01$ ) аналогичного показателя особей на кологривском участке.

Для популяции *Myodes glareolus* центральной зоны (на примере Кировской и Волгоградской областей) [3] показатель «длина тела» также был достоверно выше ( $p < 0,01$ ) чем у особей исследованной популяции.

Особи популяции восточной зоны Русской равнины [3] имеют также большие размеры тела по сравнению с исследованной популяцией, а именно длина тела в 1,17 раз выше ( $p < 0,01$ ).

Таким образом, отличительные черты исследованной популяции проявляются в меньших размерах тела и выступающих ее частей, масса тела особей в данной популяции выше по сравнению с другими рассматриваемыми территориями, однако статистически достоверных различий не установлено. Данный результат можно объяснить особенностями направления изменений погодно-климатических условий в пределах Русской равнины, а именно среднегодовая температура воздуха в направлении с запада на восток и с юга на север понижается. Следовательно, морфометрическая характеристика исследованной популяции вписывается в установленную закономерную географическую изменчивость размерно-весовых и экстерьерных характеристик *Myodes glareolus* и подтверждает экогеографические правила К. Бергмана и Дж. Аллена.

Сравнительный анализ экстерьерных признаков исследованной популяции *Apodemus uralensis* проведен с результатами исследований морфометрической характеристики лесных мышевидных грызунов левобережного Присурья (территория Симкинского лесничества Большеберезниковского района) [4].

Установлено, что особи популяции *Apodemus uralensis* на территории ГПЗ «Кологривский лес» имеют меньшие размеры тела по сравнению с грызунами, отловленными на территории Симкинского лесничества (табл.).

Сравнительная таблица экстерьерных признаков *Apodemus uralensis*

Название показателя	ГПЗ Кологривский лес (собств. данные, период исследований июнь – июль 2012–2019 гг.)		Симкинское лесничество Большеберезниковского района (период исследований июнь – июль 2005–2006 гг.) [4]	
	$X \pm S_x$	$C_v$	$X \pm S_x$	$C_v$
Масса тела, г	19,18±1,78	17,2	16,2±0,28	6,17
Длина головы и туловища (L), мм	79,38±2,76	5,34	83,0±1,04	4,51
Длина хвоста (L <sub>с</sub> ), мм	76,22±2,32	6,88	83,0±1,12	4,86
Длина задней ступни (L <sub>р</sub> ), мм	18,58±0,44	8,22	15,2±0,37	8,81
Высота уха (L <sub>а</sub> ), мм	13,9±0,32	4,98	6,8±0,43	22,65

При сравнительном анализе морфометрических показателей популяций *Apodemus uralensis* установлено, что «длина хвоста» у особей исследованной популяции в 1,09 раз меньше аналогичного показателя грызунов на территории Симкинского лесничества ( $p < 0,01$ ), а показатели «длина задней ступни» и «высота уха», наоборот, достоверно выше ( $p < 0,01$ ). Кроме того, особи имеют достоверные различия по показателю «масса тела», а именно на территории кологривского кластера грызуны по весу больше в 1,18 раз ( $p < 0,05$ ).

Установлено, что особи популяции кологривского участка имеют меньшие размеры тела, однако статистически достоверных различий не установлено. Показатели выступающих частей тела (длина задней ступни, высота уха) и масса тела особей исследованной популяции выше по сравнению с популяцией грызунов, отловленных на территории Симкинского лесничества. Данный результат можно объяснить тем, что по направлению к северу размеры тела и относительная длина хвоста особей уменьшаются. Морфометрическая характеристика исследованной популяции вписывается в установленную закономерную географическую изменчивость размерно-весовых и экстерьерных характеристик *Apodemus uralensis* и также подтверждает экогеографические правила К. Бергмана и Дж. Аллена.

Таким образом, при рассмотрении особенностей географической изменчивости экстерьерных признаков популяций в разных географических точках, данные признаки могут выступать в качестве интегрального показателя состояния популяций, а их изменения представляют собой процесс адаптации грызунов к различным условиям среды. По результатам сравнительного анализа установлено, что морфометрические признаки исследованных популяций *Myodes glareolus* и *Apodemus uralensis* являются видоспецифичными и вписываются в установленную закономерную географическую изменчивость.

#### Библиографический список

1. Заповедник им. М. Г. Сеницына «Кологривский лес» [Электронный ресурс]. – URL: <https://kologrivskiy-les.ru/> (дата обращения: 25.02.2021).

2. Карасева Е. В., Телицына А. Ю., Жигальский О. А. Методы изучения грызунов в полевых условиях. М. : Наука, 2008. 416 с.

3. Сабурова Л. Я. Клиальная изменчивость экстерьерных признаков рыжей полевки (*Myodes glareolys*) Русской равнины // Вестник СВФУ. 2019. № 4 (72). С. 46–60. doi: 10.25587/SVFU.2019.72.35044

4. Курмаева Д. К., Альба Л. Д. Морфометрические характеристики лесных мышевидных грызунов // Вестник Мордовского университета. 2007. Т. 17. № 4. С. 49–51.32

## РУЧЕЙНИКИ (TRICHOPTERA) КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

*Т. И. Кочурова, М. Л. Цепелева*

*Вятский научно-технический информационный центр мониторинга и природопользования, kochurovati@mail.ru*

Приведены сведения о видовом составе представителей отряда ручейников (Trichoptera), обитающих в поверхностных водных объектах Кировской области (бассейн р. Вятка). На основании собственных сборов личинок (около 600 проб) и литературных данных составлен аннотированный список, включающий 88 видов и 9 родов ручейников.

Ключевые слова: ручейники, Trichoptera, видовой состав, р. Вятка.

Ручейники имеют большое значение в функционировании пресноводных экосистем. Они служат кормом для рыб-бентофагов и многих других водных и околоводных животных. Являясь чувствительными к загрязнению, они служат хорошими биоиндикаторами качества природных вод. К началу 21 века фауна ручейников Кировской области насчитывала 28 видов [1–3] и оставалась слабо изученной. Результаты исследований последних лет позволили существенно дополнить имевшиеся данные. Однако последние сведения о видовом составе ручейников региона содержатся в нескольких разрозненных публикациях [4–11] и тоже представляются неполными.

Цель работы: сформировать фаунистический список представителей отряда Trichoptera, обитающих в поверхностных водных объектах бассейна рек Вятки и Камы на территории Кировской области.

Материал для данной работы – около 600 проб макрозообентоса из 42 водотоков, 15 озер, 6 прудов, 2 родников и 5 временных водоемов, собранных в 2004–2020 гг. авторами данной работы. Все определения выполнены по личинкам; для представителей некоторых родов определение до вида не представляется возможным в силу недостаточной изученности личинок.

### **Аннотированный список видов ручейников (Trichoptera)**

**сем. Rhyacophilidae**

*Rhyacophila fasciata* Hagen, 1859. Ручей, Нолинский р-н. Камни. Редок.

*Rhyacophila nubila* Zetterstedt, 1840. Малые реки, Нолинский р-н. Редок.

**сем. Polycentropodidae**

*Cyrnus flavidus* MacLachlan, 1864. Реки в южной части области (Пижда, Немда, Вома). Изредка.

*Cyrnus fennicus* Klingstedt, 1937. Оз. Чваниха (Нолинский р-н). Редок.

*Cyrnus insolutus* MacLachlan, 1878. Озера (Чваниха, Нолинский р-н; Малое Кривое, ГПЗ «Нургуш»); карьер (Оричевский р-н). Макрофиты. Изредка.

*Cyrnus trimaculatus* (Curtis, 1834). Реки на юго-востоке области (Воя, Лобань, Люга). Макрофиты. Изредка.

*Holocentropus dubius* (Rambur, 1842). Озера (ГПЗ «Нургуш», Оричевский и Нагорский р-ны). Изредка.

*Holocentropus picicornis* (Stephens, 1836). Р. Воя (Нолинский р-н); оз. М. Кривое (ГПЗ «Нургуш»). Редок.

*Neureclipsis bimaculata* (Linnaeus, 1758). Реки. Обычен.

*Plectrocnemia conspersa* (Curtis, 1834). Малые реки и ручьи. Редок.

*Polycentropus flavomaculatus* Pictet, 1834. Реки, ручьи, Нолинский р-н. Изредка.

*Polycentropus irroratus* Curtis, 1835. Малые реки, Нолинский р-н. Редок.

**сем. Hydropsychidae**

*Cheumatopsyche lepida* F. J. Pictet, 1934. Реки (Вятка, Воя). Камни, коряги. Изредка.

*Hydropsyche angustipennis* Curtis, 1834. Малые реки и ручьи. Обычен.

*Hydropsyche bulgaromanorum* Malicky, 1977. Р. Вятка. Камни, коряги. Изредка.

*Hydropsyche contubernalis* MacLachlan, 1865. Р. Вятка. Камни, коряги. Изредка.

*Hydropsyche ornatula* MacLachlan, 1878. Реки (Вятка, Пижанка, Б. Холуница). Камни, коряги. Изредка.

*Hydropsyche pellucidula* Curtis, 1834. Реки. Обычен.

*Hydropsyche siltalai* Döhler, 1963. Р. Лудяна (Нолинский р-н). Редок.

**сем. Ecnomidae**

*Ecnomus tenellus* (Rambur, 1842). Р. Пижда. Редок.

**сем. Psychomyiidae**

*Lype phaeopa* (Stephens, 1836). Реки (Прость, Ивкина, Погиблиця). Редок.

*Psychomyia pusilla* (F., 1781). Реки. Камни, коряги. Изредка.

**сем. Hydroptilidae**

*Agraylea cognatella* MacLachlan, 1880. Р. Плоская (Слободской р-н).

\**Agraylea multipunctata* Curtis, 1834. Оз. Лопатинское. [2]. Редок.

*Agraylea sexmaculata* Curtis, 1834. Оз. Нургуш, реки Лобань, Тужа. Макрофиты.

*Hydroptila* spp. Реки. Обычен. Виды по личинкам неразличимы.

*Ithytrichia lamellaris* Eaton, 1873. Крупные и средние реки. Обычен.

*Orthotrichia* sp. Реки, озера. Изредка.

*Oxyethira* spp. Реки. Обычен. Виды по личинкам неразличимы.

*Tricholeiochiton fagesii* (Guinard, 1879). Оз. Орловское (К-Чепецкий р-н); карьер в Оричевском р-не. Редок.

**сем. Brachycentridae**

*Brachycentrus subnubilis* Curtis, 1834. В р. Вятке обычен; в более мелких реках (Пижма, Воя, Быстрица, Ивкина, Суна) изредка. Коряги, макрофиты.

*Micrasema* sp. Реки Суна, Ивкина. Макрофиты. Редок.

**сем. Beraeidae**

*Beraea pullata* (Curtis, 1834). Р. Бол. Ситьма (Нолинский р-н). Редок.

*Beraeodes minutus* (Linnaeus, 1761). Малые реки. Рипаль. Изредка.

**сем. Sericostomatidae**

*Notidobia ciliaris* (Linnaeus, 1761). Реки Воя, Суна, Пижанка, Ивкина, Погиблица. Глина, заиленный песок, гравий. Изредка.

*Sericostoma personatum* (Kirby et Spence, 1826). Р. Василевка (Бело-Холуницкий р-н). Редок.

**сем. Goeridae**

*Goera pilosa* (F., 1775). Малые реки (Ошлань, Тужа). Редок.

*Silo pallipes* (Fabricius, 1781). Малые реки (Ошлань, Мал. Ситьма). Редок.

**сем. Molannidae**

*Molanna angustata* Curtis, 1834. Реки. Изредка.

*Molannodes tinctus* (Zetterstedt, 1840). Река Плоская (Слободской р-н); ручей в Опаринском р-не. Редок.

**сем. Phryganeidae**

*Agrypnia obsoleta* (Hagen, 1864). Реки, озера. Макрофиты. Редок.

*Agrypnia pagetana* Curtis, 1835. Пруд пос. Мирный (Оричевский р-н).

*Agrypnia varia* F., 1793. Пруд и карьеры в окр. пос. Мирный. Редок.

*Oligostomis reticulata* (Linnaeus, 1761). Реки Осиновка (Кильмезский р-н), Елховка (К-Чепецкий р-н). Изредка.

*Oligotricha striata* (Linnaeus, 1758). Река Осиновка (Кильмезский р-н); пруд-копань, Тулашор (Нагорский р-н). Редок.

*Phryganea bipunctata* Retzius, 1783. Оз. Нургуш; р. Вома (Немский р-н). Рипаль, макрофиты. Редок.

*Phryganea grandis* Linnaeus, 1758. Р. Немда (Советский р-н). Макрофиты. Редок.

*Semblis phalaenoides* (Linnaeus, 1758). Р. Воя (Нолинский р-н). Редок.

**сем. Lepidostomatidae**

*Lepidostoma hirtum* (F., 1775). Р. Вятка. Редок.

**сем. Apataniidae**

*Apatania stigmatella* (Zetterstedt, 1840). Родник в д. Боровляна (Нолинский р-н). Редок.

*Apatania zonella* (Zetterstedt, 1840). Родниковые ручьи (Нолинский р-н). Камни. Редок.

сем. Limnephilidae

*Anobolia* группа *furcata*. Реки. Оз. Нургуш. Рипаль. Виды по личинкам неразличимы. Обычен.

*Arctoecia concentrica* (Zetterstedt, 1840). Р. Дубовка (Нолинский р-н). Камни. Редок.

*Chaetopteryx* spp. Малые холодноводные реки и ручьи. Изредка. Виды по личинкам неразличимы.

*Glyphotaelius pellucidus* (Retzius, 1783). Реки Осиновка (Кильмезский р-н), Кучеровка (Котельничский р-н), Прость (ГПЗ «Нургуш»). Изредка.

*Grammotaulius* sp. Временный пойменный водоем, ГПЗ «Нургуш». Редок.

*Halesus digitatus* (Schrank, 1781). Малые реки. Редок.

*Halesus radiatus* (Curtis, 1834). Малые реки Б. Холуница, Погиблица, Пыча (Оричевский р-н), Федоровка (Нагорский р-н). Изредка.

*Halesus tessellatus* (Rambur, 1842). Малые холодноводные реки. Изредка.

*Hydatophylax infumatus* (MacLachlan, 1865). Ручьи, Нолинский р-н. Редок.

*Ironoguia dubia* (Stephens, 1837). Р. Дубовка (Нолинский р-н). Редок.

*Lenarchus* sp. Временный пойменный водоем (ГПЗ «Нургуш»). Виды с неописанными личинками.

*Limnephilus bipunctatus* Curtis, 1834. Река Истобница (Оричевский р-н), карьер (К-Чепецкий р-н).

*Limnephilus borealis* (Zetterstedt, 1840). Река Погиблица (Оричевский р-н).

*Limnephilus centralis* Curtis, 1834. Ручей Крутец (ГПЗ «Нургуш»). Редок.

*Limnephilus elegans* Curtis, 1834. Река Дубовка (Нолинский р-н). Редок.

*Limnephilus extricatus* MacLachlan, 1865. Река Кучеровка (Котельничский р-н). Редок.

*Limnephilus flavicornis* (F., 1787). Реки, озера. Изредка.

*Limnephilus griseus* (Linnaeus, 1758). Карьер (К-Чепецкий р-н); временные пойменные водоемы (Тулашор, Нагорский р-н).

\**Limnephilus incisus* Curtis, 1843. Коршик. [1].

*Limnephilus lunatus* Curtis, 1834. Р. Быстрица. Редок.

*Limnephilus nigriceps* Zetterstedt, 1840. Озера и реки с медленным течением. Макрофиты. Изредка.

*Limnephilus politus* MacLachlan, 1865. Озера и реки. Макрофиты. Изредка.

*Limnephilus rhombicus* Linnaeus, 1758. Реки, озера. Обычен.

*Limnephilus sericeus* (Say, 1824). Карьер (К-Чепецкий р-н).

*Limnephilus sparsus* Curtis, 1834. Река Прость (ГПЗ «Нургуш»).

*Limnephilus stigma* Curtis, 1834. Озера, реки. Макрофиты. Изредка.

*Nemotaulius punctatolineatus* (Retzius, 1783). Пруд пос. Мирный (Оричевский р-н); река Прость (ГПЗ «Нургуш»). Детрит, макрофиты.

*Potamophylax latipennis* (Curtis, 1834). Малые реки и ручьи. Изредка.  
*Potamophylax rotundipennis* (Brauer, 1857). Малые реки. Коряги. Редок.  
*Stenophylax* sp. Река Холуница (Оричевский р-н). Редок.

**сем. Leptoceridae**

*Athripsodes atherrimus* (Stephens, 1836). Реки, озера. Рипаль, макрофиты.  
Изредка.

*Athripsodes bilineatus* (Linnaeus, 1758). Реки Ивкина, Тужа. Редок.

*Athripsodes cinereus* (Curtis, 1834). Реки. Рипаль. Изредка.

*Ceraclea annulicornis* (Stephens, 1836). Р. Вятка, Пижма. Камни. Изредка.

*Ceraclea dissimilis* (Stephens, 1836). Река Пижма. Редок.

*Ceraclea excisa* (Morton, 1904). Река Вятка. Камни. Редок.

*Ceraclea nigronervosa* (Retzius, 1783). Реки Пижма, Тужа. Редок.

*Leptocerus tineiformis* Curtis, 1834. Пойменные озера р. Вятки; р. Тужа.  
Макрофиты. Изредка.

*Mystacides azureus* (Linnaeus, 1761). Реки Воя, Быстрица. Редок.

*Mystacides longicornis* (Linnaeus, 1758). Реки, озера. Макрофиты. Изредка.

*Mystacides niger* (Linnaeus, 1758). Реки, озера. Изредка.

*Oecetis lacustris* (Pictet, 1834). Р. Пижма, Немда, Кама. Макрофиты. Редок.

*Oecetis notata* (Rambur, 1842). Река Вятка. Камни, коряги. Изредка.

*Oecetis testacea* (Curtis, 1834). Реки Воя, Прость. Макрофиты. Редок.

*Triaenodes bicolor* (Curtis, 1834). Пойменные озера, пруды, реки. Макрофиты. Изредка.

*Triaenodes (Ylodes) conspersus* (Rambur, 1842). Река Кама (Верхнекамский р-н). Макрофиты. Редок.

Примечание. \* Вид указывается по литературным данным.

Таким образом, состав ручейников нашего региона в настоящее время насчитывает 88 видов и 9 родов, относящихся к 16 семействам. Данный перечень представляется не полным и может уточняться и пополняться за счет расширения районов исследования (в том числе в северной части области, относящейся к Северодвинскому бассейну). Весьма перспективным для этих целей является определение видовой принадлежности по имаго, т. к. у многих видов ручейников личинки не описаны или слабо различаются.

**Библиографический список**

1. Животный мир Кировской области : в 5 т. Киров, 1974. Т. 2. 522 с.
2. Животный мир Кировской области (беспозвоночные животные) : в 5 т. Киров : Изд-во ВГПУ, 2001. Т. 5. 231 с.
3. Садырин В. М. Данные по бентосу р. Вятки // Биология внутренних вод: инф. бюллетень. № 19. Л. : Наука, 1973. С. 22–23.

4. Кочурова Т. И. К фауне водных беспозвоночных Кировской области // Актуальные проблемы регионального экологического мониторинга: научный и образовательный аспекты : материалы Всерос. науч. школы. Киров, 2006. С. 77–82.
5. Кочурова Т. И. Макрозообентос поверхностных водных объектов заповедника «Нургуш» // Труды государственного природного заповедника «Нургуш». Т. 3. Киров : Старая Вятка, 2015. С. 87–105.
6. Кочурова Т. И. Ручейники (Trichoptera) р. Вятки в зоне влияния объекта уничтожения химического оружия // Актуальные проблемы региональной экологии и биодиагностика живых систем : материалы XIII Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Киров, 2015.
7. Кочурова Т. И. Амфибиотические насекомые (EPHEMEROPTERA, PLECOPTERA, TRICHOPTERA) в макрозообентосе поверхностных водных объектов заповедника «Нургуш» // Тр. госуд. Природ. заповедника «Нургуш». Киров : ООО «Типография «Старая Вятка», 2017. Т. 4. С. 83–89.
8. Кочурова Т. И., Блинова И. А., Гасникова О. А. Макрозообентос карстовых озер Медведского бора // Материалы III городских науч.-практ. чтений памяти ученого-естествоиспытателя С. В. Маракова (г. Киров, 23 ноября 2017 г.) // отв. ред. В. В. Ширяев. Киров, 2018. С. 8–15.
9. Кочурова Т. И. Макрозообентос в оценке экологического состояния р. Вои (Кировская обл.) // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем : материалы XVI Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Книга 2. (г. Киров, 3–5 декабря 2018 г.) / отв. ред. Т. Я Ашихмина. Киров : ВятГУ, 2018. С. 186–188.
10. Кочурова Т. И. Весенняя гидроэнтомофауна участка «Тулашор» государственного заповедника «Нургуш» // Научные исследования как основа охраны природных комплексов заповедника «Нургуш» : сб. материалов науч.-практ. конф., посвященной 25-летию государственного природного заповедника «Нургуш» (г. Киров, 10–13 сентября 2019 г.). г. Киров : ООО «Полиграфовна», 2019. Вып. 3. С. 101–106.
11. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. СПб. : Наука. 2001. Т. 5. 836 с.

## **МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ И ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ *GAMBUSIA HOLBROOKI* (CYPRINODONTIFORMES: POECILIIDAE), ОБИТАЮЩИЕ В РЕКЕ ЧИРЧИК**

**А. К. Куватов**

*Институт зоологии Академии наук Республики Узбекистан,  
asqarquvatovxabb@mail.ru*

*Gambusia holbrooki* распространена на равнинах водоемах на мелководных и прибрежных участках рек и озер республики. В статье представлены результаты анализа некоторых морфометрических и диагностических показателей гамбузии добытых летом 2019 г. и осенью 2020 г. в среднем и нижнем течении р. Чирчик.

Ключевые слова: река Чирчик, *Gambusia holbrooki*, меристические и пластические признаки.

Естественный ареал гамбузии (*Gambusia holbrooki* Girard, 1859) занимает атлантические штаты Северной Америки от Нью-Джерси до Флориды и бассейн Мексиканского залива во Флориде и Джорджии [1, 2]. Эти насекомоядные рыбки являются представителями широко распространенного семейства Пелцилиевые (Pesciiliidae Swainson, 1839), [3]. Вид акклиматизирован в Европе и Узбекистане [4, 5].

В 1925 г. гамбузию завезли из Италии в Абхазию, а в 1930-х гг. – в водоемы стран Средней Азии, где они хорошо адаптировались к местным условиям и начали широко распространяться [6, 7]. В настоящее время обитает в равнинных водоемах по всему Узбекистану [8].

Представлена информация о морфологических показателях гамбузии, обитающей в р. Чирчик и ее бассейне. Для морфологического (морфометрического) анализа использовали 15 самок и 5 самцов гамбузии, пойманных в среднем и нижнем течении р. Чирчик летом 2019 и осенью 2020 г. Координаты места лова: 41°15'33.77"С, 69°22'4.63"В.

Измерения проводили по общепринятой методике по 25 пластическим и 5 меристическим признакам рыб [9].

При статистической обработке материала рассчитывал среднее значение знаков ( $M$ ), его ошибку ( $m$ ), среднее квадратичное ограничение ( $\sigma$ ) и коэффициент вариации ( $Cv, \%$ ) [10].

Исследуемые признаки обозначены следующими сокращенными признаками:  $Sl$  – стандартная длина тела;  $c$  – длина головы;  $ao$  – длина рыла;  $o$  – горизонтальный диаметр глаза;  $po$  – заглазничное расстояние;  $hc$  – высота головы;  $io$  – ширина межглазничного промежутка;  $H$  – наибольшая высота тела;  $h$  – высота хвостового стебля;  $aD$  – антедорсальное расстояние;  $pD$  – постдорсальное расстояние;  $pl$  – длина хвостового стебля;  $lD$  – длина основания спинного плавника;  $hD$  – высота спинного плавника;  $lA$  – длина анального плавника;  $hA$  – высота анального плавника;  $lP$  – длина грудного плавника;  $lV$  – длина брюшного плавника;  $PV$  – пектоцентрально-анальное расстояние;  $VA$  – вентроанальное расстояние.

Меристические признаки гамбузии характеризуется следующими показателями: число лучей в спинном плавнике 6 (5), в анальном 11, в грудном 8, в брюшном 5, в хвостовом 22–23, число чешуй в боковой линии 31–33.

Пластические признаки Гамбузии представлены в таблице.

Таблица

**Пластические признаки Гамбузии (n-15)**

Признаки	Мин-Макс	$M \pm m$	$\sigma$	$Cv, \%$
1	2	3	4	5
$Sl, мм$	36-55	45,73±1,26	4,86	10,63
В % от длины тела (l)				
$c$	19,4–22,2	20,73±0,24	0,93	4,47
$ao$	5,5–8,3	6,65±0,19	0,73	10,93
$o$	4,3–7,1	5,40±0,25	0,96	17,76
$po$	7,1–11,1	8,76±0,29	1,12	12,73
$hc$	11,8–14,1	13,18±0,16	0,63	4,75

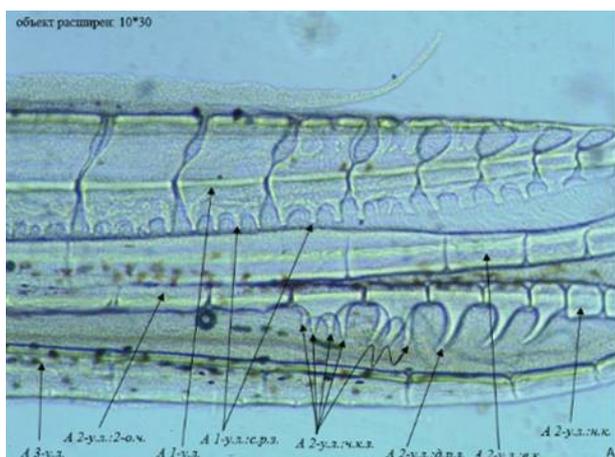
## Окончание таблицы

1	2	3	4	5
<i>io</i>	9,8–11,6	10,82±0,14	0,56	5,16
<i>H</i>	21,3–26,1	23,59±0,35	1,36	5,76
<i>h</i>	9,8–11,8	10,95±0,14	0,54	4,89
<i>pD</i>	16,3–21,1	18,31±0,34	1,32	7,23
<i>lca</i>	25,5–31,8	29,05±0,42	1,63	5,60
<i>lD</i>	5,3–9,8	6,82±0,31	1,20	17,66
<i>hD</i>	12,1–15,2	13,43±0,18	0,68	5,09
<i>lA</i>	6,7–11,1	8,38±0,28	1,10	13,13
<i>hA</i>	14,5–18,4	16,00±0,28	1,10	6,85
<i>lP</i>	12,7–17,1	15,20±0,32	1,23	8,09
<i>lV</i>	9,1–14,2	10,84±0,29	1,13	10,40
<i>PV</i>	18,2–20,5	19,54±0,18	0,69	3,54
<i>VA</i>	10,6–13,7	11,94±0,27	1,04	8,69
В % длины от длины головы ( <i>c</i> )				
<i>ao/c</i>	27,3–42,9	32,13±1,03	4,00	12,43
<i>o/c</i>	20,1–33,3	26,03±1,10	4,25	16,33
<i>po/c</i>	33,3–50,2	42,28±1,21	4,69	11,10
<i>hc/c</i>	54,5–71,4	63,67±1,19	4,62	7,25
<i>io/c</i>	45,5–57,1	52,26±0,90	3,50	6,69

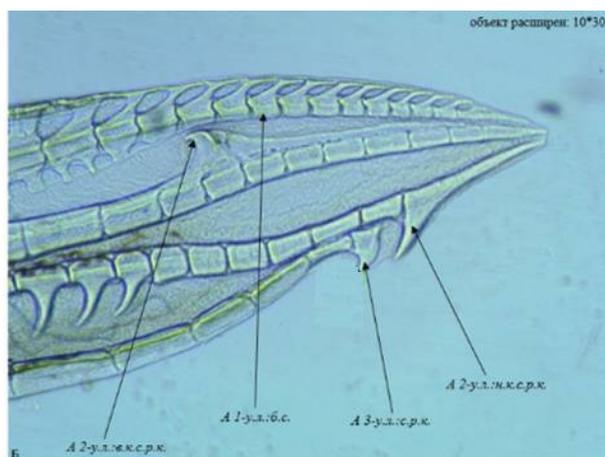
Примечание: *M* – среднее значение, *m* – ошибка среднего значения, *σ* – среднее квадратичное отклонение, *Cv* – коэффициент вариации в %.

Коэффициент вариации пластических признаков *Gambusia holbrooki* колеблется в пределах 2,58–17,76% (в среднем 10,63%). Следовательно, по отношению к длине тела признаками с низкой изменчивостью являются: *c*, *hc*, *io*, *H*, *h*, *aD*, *pD*, *lca*, *hD*, *hA*, *lP*, *PV*, *VA*, *hc/c*, *io/c*; остальные признаки *ao*, *o*, *po*, *lD*, *lA*, *lV*, *ao/c*, *o/c*, *po/c* имеют среднюю изменчивость.

Первый длинный луч на анальном плавнике *Gambusia holbrooki* разделён на членики, на котором хорошо развиты зубчики. Зубчики выходящие из каждого членика направлены на второй луч, двухрядовые и 1–2–3–4 коренные, а также располагаются свободно. На последних 13–14 члениках луча таких зубчиков не бывает. Вторым длинным луч почти с половины своей длины разделяется на членики. При этом верхняя часть беззубая, разделена на членики, ближе к середине выходит слабо развитый крючок направленный на первый луч; нижняя вторая часть имеет 5 или 6 хорошо развитых зубчиков, внешне как у *Gambusia affinis*, образующих два ряда 1–2–3–4 коренных зубчиков. Первые и вторые зубчики 3–4 коренные и хорошо развиты. При этом основание зубчиков находятся в свободном состоянии. Ближе к концу в нижней части второго луча образуется крючок, направленный в сторону третьего луча. Длинный третий луч разделён на членики, зубчиков не образует, а конечный членик образует крючок обращённый на внешнюю сторону (рис.).



А: А 1-ул. – первый анальный удлиненный луч, А 1-ул.:с.р.з. – сильные развитые зубы в первой удлиненной анальной луч, А 2-ул.:2-о.ч. – отделенная часть второй анальный удлиненный луч, А 2-ул.:в.к. – верхний контур второй анальный удлиненный луч, А 2-ул.:н.к. – нижний контур второй анальный удлиненный луч, А 2-ул.:д.р.з. – двухрядные зубы в второй анальный удлиненный луч, А 2-ул.:ч.к.з. – четыре корневые зубы в второй анальный удлиненный луч, А 3-ул. – третий анальный удлиненный луч.



Б: А 1-ул.:б.с. - беззубый сустав в первый анальный удлиненный луч, А 2-ул.:в.к.с.р.к. – слабый развитый крючок в верхний контур второй анальный удлиненный луч, А 2-ул.:н.к.с.р.к. – сильный развитый крючок в нижний контур второй анальный удлиненный луч, А 3-ул.:с.р.к. – сильный развитый крючок в третий анальный удлиненный луч.

Рис. Удлиненный луч анального плавника у *Gambusia holbrooki*

Таким образом, пластические признаки *Gambusia holbrooki*, обитающей в среднем и нижнем течении р. Чирчик имеют низкую и (или) среднюю изменчивость.

#### Библиографический список

1. Берг Л. С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. Т. III. М., Ленинград : Изд-во Академии наук СССР, 1949. С. 988–989.
2. Froese R. and Pauly D. Editors 2020. Fish base. World Wide Web electronic publication. [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org), version (12/2020). <https://www.fishbase.org/summary/Gambusia-holbrooki.html>.
3. Линдберг Г. У. Личинкоядные рыбы средней Азии. Москва, Ленинград : Изд-во Академии наук СССР, 1947. С. 52.
4. Ўзбекистон ва қўшни ҳудудлар балиқлари аниқлагичи : Ўқув қўлланма / И. М. Мирабдуллаев, У. Т. Мирзаев, А. Р. Кузметов, З. О. Кимсанов. Тошкент: Сано стандарт, 2011. 80 бет.
5. Мирзаев У. Т., Куватов А. К. Аннотированный список рыб реки Чирчик // Ўзбекистон зоология фани: хозирги замон муаммолари ва ривожланиш истикболлари. Тошкент, 2020. 184–188 бет.
6. Решетников А. Н. Гамбузия хольбрукская // Самые опасные инвазионные виды России (Топ-100). М., 2018. С. 538. <https://www.researchgate.net/publication/332496218>
7. Нуриев Х. Н. Акклиматизированные рыбы водоемов бассейна реки Зеравшана. Ташкент, 1985. С. 59–63.
8. Мирабдуллаев И. М., Мирзаев У. Т., Хегай В. Н. Определитель рыб Узбекистана. Издание второе, исправленное и дополненное. Ташкент, 2002. 72–73 бет.
9. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. 4-е изд. М.: Пищевая промышленность, 1966. 376 с.
10. Лакин Г. Ф. Биометрия : учебное пособие для биол. спец. вузов. 4-е изд. М. : Высш. шк., 1990. 352 с.

## АКВАПОНИКА КАК ИННОВАЦИОННЫЙ МЕТОД ЭКОЛОГИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

*А. Р. Курбанов<sup>1</sup>, Н. О. Тимова<sup>1</sup>, Н. К. Атабаева<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Научно-исследовательский институт рыбоводства, *kurbanov19859@mail.ru*

<sup>2</sup> Национальный университет Узбекистана имени Мирзо-Улугбека,  
*atabaeva\_nargis@inbox.ru*

На современном этапе в эпоху технологий энергосбережения и экологических приоритетов, аквапонная система получила новый импульс для развития. В западных странах существует большое количество фермерских хозяйств, выращивающих аквапонным методом продукты питания. Поначалу овощеводство на аквапонике дополняло аквакультуру, и было вторичным, однако с ростом спроса на экологически чистые продукты питания, первичным стал именно аквапонный метод культивирования множества растений.

Ключевые слова: аквапонная система, аквакультура, гидробионты, нитрифицирующие бактерии, растение, рыбоводство, сельское хозяйство.

Масштабное развитие гидропоники в XX веке привело и к научному подходу в аквапонике, как методу совмещения индустриального рыбоводства, рациональному использованию водных и земельных ресурсов, а также получению, более чистых с экологической точки зрения, овощей и зелени.

Модернизированный агротехнический способ совмещенного культивирования риса и промысловых видов рыб стал уступать считавшемуся ранее эффективным способу раздельного культивирования: зарыбление рисовых полей, которые находятся под водным паром. Основными видами при зарыблении рисовых полей являются такие представители рыб семейства карповых, как карп обыкновенный, белый амур, белый и пестрый толстолобик. Рисовые чеки удобряются, заливаются водой глубиной до 60–70 см. Вышеназванный метод позволяет увеличить выход рыбы, снизить засорённость рисовых полей. Как показывает практика, на чеках, где предшественником был зарыбленный водный пар, урожай риса увеличивался.

Культивирование растений и рыб в аквапонной системе предполагает применение комплекса методов таких как: агротехнические методы выращивания растений, зоологические и зоотехнические методы, применяемые в аквакультуре (рис. 1).

Базовыми частями аквапонной системы являются аквакультура – для культивирования гидробионтов, и гидропоника – для культивирования овощей и зелени [1].

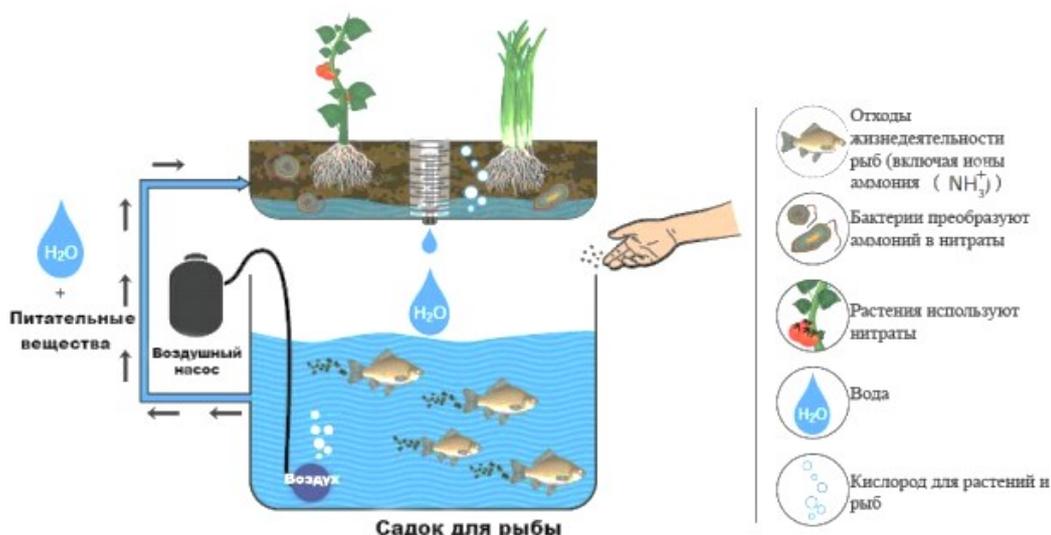


Рис. 1. Схема функционирования аквапонной системы [2]

Сточные воды, которые неизменно образуются в результате жизнедеятельности культивируемых гидробионтов, таких как рыбы, раки или креветки, а также остатков кормов, накапливаются в водной среде, что, в свою очередь, связано с замкнутой циркуляцией в большинстве аквакультурных систем. При большой концентрации богатая стоками вода становится токсичной для гидробионтов, но в то же время содержит питательные вещества, необходимые для роста растений.

Дыхание, полноценное питание гидробионтов и денитрификация требуют достаточного количества, растворенного в водной среде кислорода. Необходимый уровень кислорода поддерживается посредством принудительного аэрирования водной среды. Двуокись углерода, как продукт дыхания гидробионтов, должна эффективно удаляться из системы.

Аммиак поступает в воду через жабры и экскременты гидробионтов, как продукт их метаболизма, и должен быть отфильтрован из воды, в связи с тем, что высокие концентрации аммиака (обычно между 0,5 и 1 части на миллион) весьма токсичны для гидробионтов и могут привести к токсикозу или их массовой гибели. И хотя растения могут поглощать аммиак из воды, но нельзя забывать, что нитраты легче усваиваются, таким образом эффективно снижая токсичность водной среды для рыб и прочих культивируемых гидробионтов [3, 4].

Аммиак является основным продуктом микробиологического разложения отходов жизнедеятельности гидробионтов. При наличии растворённого в воде кислорода в достаточном количестве аэробные бактерии окисляют аммиак и его газообразные производные амины с образованием нитритов и нитратов. Это понижает токсичность водной среды для гидробионтов и позволяет растениям удалять образующиеся соединения нитратов, используя их для собственного питания.

Аквапонная система не предполагает использование гербицидов и пестицидов, потому что они также губительны, как для бактерий, так и для гид-

робионтов. По этой же причине требуется внимательный подход к выбору и дозировке питательных добавок для растений. На рисунке 2 представлена схема передачи веществ от групп организмов, задействованных в аквапонной системе.

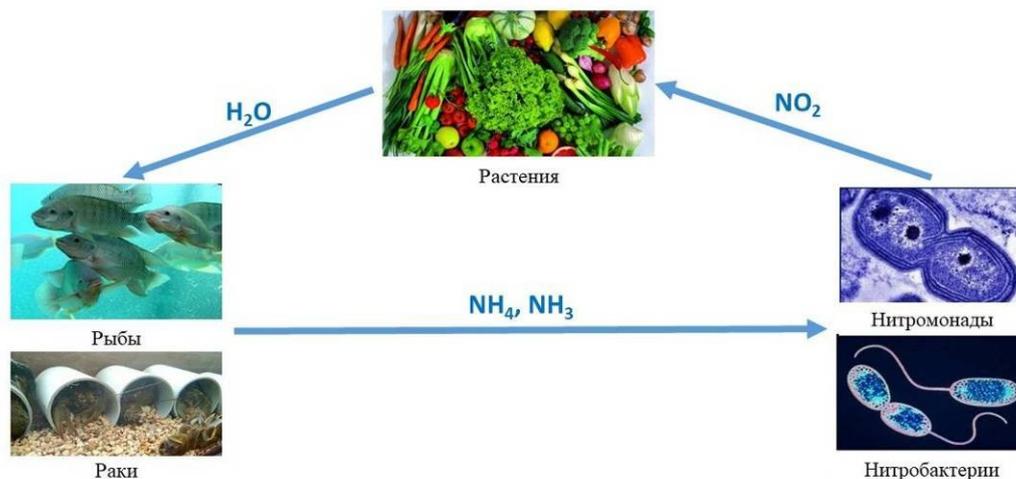


Рис. 2 Основные группы организмов, задействованных в аквапонной системе

Аммиак может преобразовываться в другие азотистые соединения посредством таких популяций бактерий, как:

- бактерии, превращающие аммиак в нитриты, называют нитромонадами;
- нитробактерии, превращающие нитриты в нитраты, относятся к нитробактериям.

Колонии применяемых в аквапонном методе, ответственные за этот процесс, бактерии заселяют, в большинстве случаев, субстрат биофильтров и корневую систему, а также субстрат растений, образуя биопленку на всех поверхностях, контактирующих с водной средой. Корни культивируемых растений, погруженные в водную среду, занимают весьма значительную площадь поверхности, где могут скапливаться бактерии в большом количестве. Одновременно с концентрацией аммиака и нитритов в воде, площадь поверхности определяет скорость, с которой происходит нитрификация. Уход за колониями этих бактерий важен для регуляции полного усвоения аммиака и нитритов. Для этого необходимо содержать секцию с биофильтром, который поможет облегчить рост вышеназванных бактерий. После стабилизации уровня аммиака в аквапонной системе в диапазоне от 0,25 до 2,0 частей на миллион, нитриты стабилизируются в диапазоне от 0,25 до 1 части на миллион, а содержание нитратов в диапазоне от 2 до 150 частей на миллион. Во время запуска системы скачки уровней могут возникнуть у аммиака (до 6,0 частей на миллион) и нитрита (до 15 промилле), у нитратов пик концентрации наступит позже фазы запуска. Поскольку процесс нитрификации окисляет воду, то необходимо добавлять безнатриевые основы для нейтрализации pH воды, такие как гидроксид калия или гидроксид кальция, если недостаточно существ-

вующего естественного количества для буферизации окисления. Помимо всего прочего, минералы и питательные вещества, такие как железо, могут быть добавлены в дополнение к рыбным отходам, они послужат в качестве источника питательных веществ для растений [4].

Аквапонный метод культивирования гидробионтов и растений позволяет свести к минимуму сброс сточных вод.

При культивировании растений гидропонным методом их корни погружают в обогащенные питательными веществами сточные воды, что позволяет растениям отфильтровывать аммиак или его метаболиты, которые являются губительными для гидробионтов. После прохождения воды через гидропонную подсистему, очищения и насыщения кислородом, она возвращается в устройства замкнутого водоснабжения (УЗВ) с рыбами и прочими гидробионтами.

Некоторые виды растений, такие как бобовые, некоторые сорта капусты, микрозелень, редис, латук, клубника, различные сорта тыкв, зеленый лук и прочая зелень, лучше растут в аквапонной, чем в гидропонной системе. В связи с тем, что растения на разных стадиях роста требуют различного количества минералов и питательных веществ, урожай собирают в шахматном порядке: в то время как одни части засеивают, на других растения уже созревают. Это обеспечивает стабильное содержание питательных веществ в воде из-за постоянной симбиотической очистки воды от токсинов.

Пресноводные рыбы, раки и креветки – одни из наиболее распространенных гидробионтов, которых культивируют посредством аквапонной системы.

На практике было выявлено, что для совместного выращивания промышленных видов рыб и растений тилапии и клариевые сомы являются наиболее подходящими видами как для домашнего культивирования, так и для промышленного выращивания.

Карпы кои и золотые рыбки также могут использоваться в аквапонных системах, если рыба в системе не должна быть съедобной.

Аквапонные системы не уступают в производительности ни гидропонике, ни аквакультуре. Аквапоника представляет собой искусственно созданную экосистему, включающую в себя такие компоненты как, рыбы, или прочие объекты аквакультуры, растения и бактерии. С экологической точки зрения данная система на сегодняшний день является наиболее безопасной и эффективной.

Наиболее эффективными объектами для выращивания аквапонным методом являются: различные виды зелени и микрозелени; растения, используемые в качестве кормов для травоядных животных и птиц, а также рассада декоративных растений; а из рыб чаще выращивают тилапию, клариевого сома и карповых рыб, также можно культивировать пресноводных креветок и раков.

В принципе функционирования аквапонной системы задействована рециркуляция в установках замкнутого водоснабжения и повторное использо-

вание воды, что соответствует современным требованиям рационального водопользования, учитывая нынешнюю ситуацию в нашей стране и общий дефицит пригодной для хозяйственно-питьевого назначения воды. Система зависит от симбиоза гидробионтов, растений и нитрифицирующих бактерий. Сохранение стабильного качества водной среды возможно при поддержании минимальных колебаний уровней питательных веществ и кислорода в окружающей среде.

Вода добавляется только для замены потерь из поглощения и транспирации растениями, выпаривания в воздух с поверхности воды, переполнения из-за осадения и удаления биомассы в виде твердых отходов системы. В результате, аквапонная система использует примерно 2% воды от того же объема, которое обычно используется для орошения в аграрном хозяйстве при выращивании аналогичного количества плодовоовощной продукции. Это позволяет аквапонному методу совмещать оба метода культивирования: гидропонный метод и аквакультурные методы культивирования гидробионтов, в районах, где вода или плодородная земля дефицитны, т. е. весьма актуальна для нашего региона.

Аквапонные системы также могут применяться в репликации и рациональном использовании водно-болотных угодий. Для очистки и биофильтрации типичных коллекторно-дренажных вод могут быть полезны управляемые водно-болотные угодья. Перенасыщенная питательными веществами вода может накапливаться в дренажных резервуарах и повторно применяться для ускорения роста сельскохозяйственных культур, посаженных в почву, или закачиваться обратно для восполнения уровня воды в аквапонной системе.

#### **Библиографический список**

1. Сборник информационных материалов по теме: «Аквапоника – технология сельского хозяйства будущего» (для оказания консультационной помощи сельхозпроизводителям) // ОГАЙ «Инновационно-консультационный центр АПК». Департамент АПК Белгородской области. Белгород, 2015. 40 с.

2. Аквапоника – искусственная экологическая система [Электронный ресурс]. – URL:

[https://globallab.org/ru/project/cover/akvaponika\\_iskusstvennaja\\_ekologicheskaja\\_sistema.ru.html#.YGLOMo4zbDc](https://globallab.org/ru/project/cover/akvaponika_iskusstvennaja_ekologicheskaja_sistema.ru.html#.YGLOMo4zbDc).

3. Bernstein S. Aquaponic gardening: a step-by-step guide to raising vegetables and fish together. Includes index. ISBN 978-0-86571-701-5

4. Аквапоника: Основные принципы [Электронный ресурс]. – URL: <https://econet.by/articles/akvaponika-osnovnye-printsipy>.

## ЛОКАЛЬНЫЕ ФАУНЫ БУЛАВОУСЫХ ЧЕШУЕКРЫЛЫХ (LEPIDOPTERA, RHOPALOCERA) КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ: СУНА

*А. В. Мазеева, О. И. Кулакова, А. Г. Татаринцов*  
*Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, mazeeva@ib.komisc.ru*

В публикации представлены первые данные о видовом составе, таксономической и ландшафтно-зональной структуре, топических группировках и фенологических особенностях булавоусых чешуекрылых локальной фауны пгт. Суна Сунского района Кировской области. Определены виды-доминанты и фоновые виды в шести сообществах.

Ключевые слова: булавоусые чешуекрылые, локальные фауны, Кировская область, Сунской район.

Несмотря на долгую историю изучения (более 130 лет) булавоусые чешуекрылые на территории Кировской области изучены очень неравномерно. Особенно это актуально для уровня локальных фаун, исследование которых позволяет получить более детальную и объективную картину пространственного изменения видового состава и структуры животного мира и находит все большее распространение в зоогеографических работах.

Под локальной фауной (далее ЛФ) понимается композиция видов, выявленных во всех природных сообществах одного географического пункта (локалитета) в пределах определенного радиуса, различного для разных таксонов [1]. Для выделения и обозначения положения ЛФ булавоусых чешуекрылых на карте области нами использовалась разработанная ранее сетка со стороной 30 км [2].

В некоторых административных районах специальные лепидоптерологические исследования ранее не проводились. Одним из них является Сунской район, находящийся в центральной части Кировской области в подзоне южной тайги. Между тем эта территория отличается большим ландшафтно-биотопическим разнообразием, благодаря выраженному рельефу Вятского Увала, поэтому ожидаемо должна иметь богатую фауну булавоусых чешуекрылых. С другой стороны, значительная многолетняя антропогенная нагрузка на местные природные сообщества обязательно должна была отразиться на видовом составе и структуре населения Rhopalocera. Таким образом, эколого-фаунистические исследования данной группы чешуекрылых имеют не только академический, но и практический природоохранный интерес.

Полевые наблюдения проводились в 2016–2020 гг. в окрестностях пгт Суна. За этот период в радиусе, принятом для выявления ЛФ, было зарегистрировано 56 видов из 37 родов шести семейств булавоусых чешуекрылых (табл.). Как и в других ЛФ таежной зоны более половины (57%) видового состава здесь приходится на «нимфалоидные» семейства Nymphalidae и Satyridae (рис. А). Семейства Papilionidae и Hesperiiidae традиционно имеют наимень-

ший удельный вес в таксономической структуре бореальной фауны *Rhopalosera*.

Для ландшафтно-зональной структуры сунской ЛФ булавоусых чешуекрылых (рис. Б) характерно полное отсутствие представителей гипоарктического комплекса, которые еще входят в состав некоторых южнотаежных фаун области [1]. В связи с этим ландшафтно-зональную структуру изучаемой ЛФ формируют виды лесного и интразонального комплексов. Последний преобладает (60%, 33 вида) и представлен в основном видами суббореальной интратенезональной (18 видов) и температурной интратенезональной (12 видов) групп, три вида относятся к интраполизональной группе. Лесной комплекс (40%, 22 вида) в равной степени образуют представители суббореальной лесной и широко лесной групп (по 11 видов).

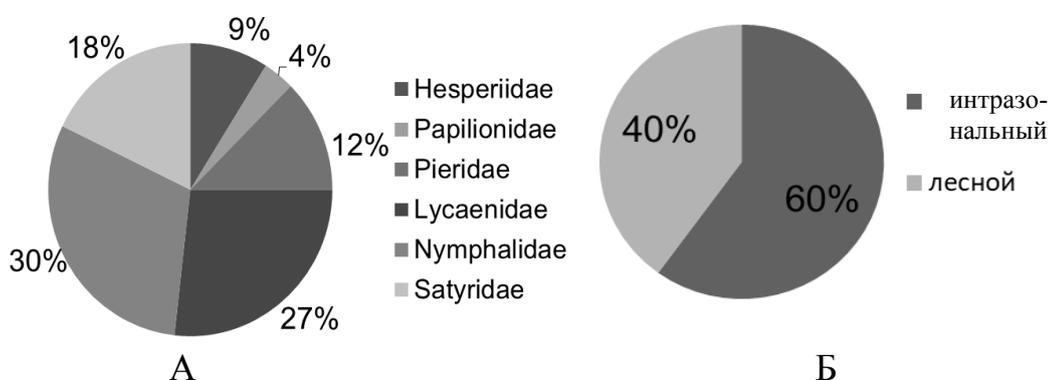


Рис. Таксономическая (А) и ландшафтно-зональная (Б) структура булавоусых чешуекрылых ЛФ Суны

Значительная антропогенная нагрузка на природные сообщества ЛФ Суны и Сунского района в целом (выкашивание большинства луговых сообществ с применением спец. техники, фрагментация лесных сообществ, хорошо развитая сеть автомобильных дорог) при полном отсутствии в районе ООПТ в значительной степени сказываются на характере биотопического размещения булавоусых чешуекрылых, в том числе ведут к вынужденной концентрации имаго чешуекрылых вдоль дорог, по опушкам и склонам т. е. местам, где травянистая растительность сохраняется после выкашивания.

Для выявления пространственно-типологической структуры населения булавоусых чешуекрылых в наиболее типичных для ЛФ природных сообществах проводили визуальные количественные учеты видов на трансектах [3, 4]. Для оценки численности пользовались пятибалльной ограниченной сверху логарифмической шкалой относительного обилия видов [5]. Уровень инвентаризационного разнообразия видов в природных сообществах оценивался с помощью следующих индексов видового богатства и неоднородности: индекса видового богатства Маргалефа ( $D_{mg}$ ), индекса разнообразия Шеннона-Уивера ( $H'$ ), индексов доминирования Симпсона ( $D_{sm}$ ) и Бергера-Паркера ( $d$ ) [5, 6].

Были обследованы шесть участков (табл.). Участок I, представляющий собой злаково-разнотравный суходольный луг возле пгт Суна, исследовался в 2016 и 2017 гг. В общей сложности на нем было зарегистрировано 15 видов, среди которых наиболее обильными были широко распространенные виды *Polyommatus icarus* и *Pieris napi*, у других отмечены лишь единичные или очень немногочисленные особи.

Участок II, представлявший собой злаковый луг в окр. д. Осиновица, был обследован в 2019 г., а в конце июня 2020 г. был выкошен, так что его дальнейшее исследование не представилось возможным. В 2019 г. здесь доминировали *Pieris napi* и *Aphantopus hyperantus*, а в состав фоновых входили *Thymelicus lineola*, *Lycaena virgaureae*, *Polyommatus icarus*. В конце мая-начале июня 2020 г. здесь были отмечены отдельные особи *Leptidea sinapis*, *Aporia crataegi*, *Plebejus sp.*, *Aphantopus hyperantus*.

Участок III – расположенный в окр. д. Сиковщина на частично зарастающем сосной склоне восточной экспозиции злаково-разнотравный луг – из-за особенностей рельефа не подвергся выкашиванию, поэтому сохранил видовой состав булавоусых чешуекрылых в более-менее неизменном виде. Ярко выраженные виды-доминанты на данном лугу отсутствовали. В число фоновых входили *Thymelicus lineola*, *Pieris napi*, *P. rapae*, *Lycaena virgaureae*, виды группы *Plebejus idas*, визуальная идентификация которых в полевых условиях была затруднена, а также *Aphantopus hyperantus*.

Таблица

**Видовой состав, баллы относительного обилия и показатели видового разнообразия булавоусых чешуекрылых в растительных сообществах ЛФ Суны**

Семейства, виды чешуекрылых	Учетные участки, баллы относительного обилия						
	I	II	III	IV	V	VI	
						a	б
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Hesperiidae</b>							
<i>Thymelicus lineola</i> (O.)	1	3	3	3	–	2	–
<i>Ochlodes sylvanus</i> (Esp.)	1	–	–	–	–	–	2
<b>Papilionidae</b>							
<i>Iphiclides podalirius</i> (L.)	1	–	–	–	–	–	–
<i>Papilio machaon</i> L.	–	1	1	–	–	–	–
<b>Pieridae</b>							
<i>Leptidea sinapis</i> (L.)	–	2	2	2	–	1	1
<i>Aporia crataegi</i> (L.)	–	–	–	1	–	–	1
<i>Pieris napi</i> (L.)	3	4	3	3	3	3	2
<i>P. rapae</i> (L.)	–	–	3	1	–	–	–
<i>Colias hyale</i> (L.)	2	–	–	–	–	–	–
<b>Lycaenidae</b>							
<i>Lycaena phlaeas</i> (L.)	–	–	–	–	–	–	1
<i>L. dispar</i> (Hw.)	–	–	–	1	–	–	–
<i>L. hippothoe</i> (L.)	–	2	–	1	–	–	3
<i>L. virgaureae</i> (L.)	1	3	3	1	1	3	1

## Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Phengaris alcon</i> ([Den. et Schiff.])	–	–	–	–	–	1	–
<i>Plebejus idas</i> (L.) group	1	–	3	4	–	–	–
<i>Eumedonia eumedon</i> (Esp.)	–	–	–	–	–	–	1
<i>Cyaniris semiargus</i> (Rott.)	2	–	–	–	–	1	–
<i>Polyommatus amandus</i> (Schn.)	–	1	1	1	–	–	2
<i>P. eros</i> (O.)	–	–	1	1	1	–	–
<i>P. icarus</i> (Rott.)	3	3	1	3	1	3	2
Nymphalidae							
<i>Nymphalis urticae</i> (L.)	2	1	–	–	–	–	–
<i>Vanessa cardui</i> (L.)	–	–	2	1	1	1	1
<i>Araschnia levana</i> (L.)	–	1	1	–	–	3	–
<i>Melitaea diamina</i> (Lang.)	–	–	1	1	–	–	–
<i>M. athalia</i> (Rott.) group	–	–	1	1	–	1	–
<i>Clossiana titania</i> (Esp.)	–	–	–	–	–	1	1
<i>Brenthis ino</i> (Rott.)	–	1	1	–	2	2	–
<i>Argynnis paphia</i> (L.)	–	1	–	–	2	2	–
<i>A. adippe</i> ([Den. et Schiff.])	1	–	1	2	2	2	–
<i>A. aglaja</i> (L.)	–	–	–	–	–	1	–
Satyridae							
<i>Coenonympha glycerion</i> (Bkh.)	1	2	1	2	–	2	2
<i>C. pamphilus</i> (L.)	1	–	–	–	–	–	–
<i>Aphantopus hyperantus</i> (L.)	–	4	3	4	4	4	4
<i>Maniola jurtina</i> (L.)	1	1	–	1	1	1	1
<i>Hyponephele lycaon</i> (Rott.)	1	1	1	–	2	2	–
<i>Erebia ligea</i> (L.)	–	–	–	–	1	–	–
Показатели видового разнообразия							
S	15	16	18	19	12	18	15
D <sub>mg</sub>	3,849	3,453	3,631	3,822	2,873	3,708	3,722
H <sup>1</sup>	2,405	2,339	2,494	2,378	2,050	2,410	2,474
D <sub>sm</sub>	0,882	0,873	0,899	0,873	0,820	0,867	0,894
d	0,237	0,221	0,139	0,216	0,348	0,296	0,233

Примечание: I–VI см. в тексте. Буквами «а» и «б» обозначены соответственно 2019 и 2020 гг. Баллы относительного обилия: 1 – единичный, 2 – малочисленный, 3 – обычный, 4 – многочисленный, 5 – массовый [5]. Серым цветом выделены фоновые виды.

Разнотравно-злаковый луг, где был заложен участок IV расположен выше по склону от участка III, в более активно зарастающей части. Здесь по численности доминировал *Aphantopus hyperantus*, фоновыми были *Thymelicus lineola* и *Pieris napi*.

Участки V и VI представляли собой опушечные разнотравные местообитания, расположенные в непосредственной близости от участка I. Здесь явно доминировал *Aphantopus hyperantus*, в число фоновых входили *Pieris napi*, *Lycaena virgaureae*, *Lycaena hippothoe*, *Polyommatus icarus* и *Araschnia levana*. По опушкам вне учетных трансект встречались *Anthocharis cardamines*, *Lopinga achine*, *Lasiommata maera* и *Erebia ligea* (в 2019 г.).

Значительное количество видов и особей обнаруживалось вне учетных участков. Вдоль дорог, около луж и реки были отмечены в большом количестве *Pieris napi*, *Leptidea sinapis* и *Polyommatus icarus*, встречались по несколько особей *Aporia crataegi*, *Eumedonia eumedon* и *Araschnia levana*, отдельные особи *Carterocephalus palaemon*, *Iphiclides podalirius*, *Cupido alcetas*, *Glaucopsyche alexis*, *Euchloe ausonia*, *Apatura ilia*, *A. iris*, *Melitaea phoebe*. На склоне западной экспозиции, заросшем злаками, подмаренником, смолкой, земляникой, лапчаткой, поповником в конце мая были отмечены *Pyrgus serratulae* и *Clossiana dia*.

В населении булавоусых чешуекрылых всех обследованных местообитаниях ЛФ Суны хорошо выделяются три фенологические аспекта лёта имаго. В обобщенной форме можно дать следующую фенологическую характеристику. Весенне-раннелетний аспект (V - II декада VI) изучаемой ЛФ был представлен помимо обычного для всей Кировской области видового состава (*Pyrgus malvae*, *Anthocharis cardamines*, *Leptidea sinapis*, *Pieris napi*, *Celastrina argiolus*, *Araschnia levana*) первым поколением *Euchloe ausonia*, *Cupido argiades* и *Clossiana dia*. Кроме того, в третьей декаде мая отмечались первые мигрировавшие из южных регионов особи репейницы (*Vanessa cardui*). Несколько позже, в первой декаде июня к ним добавились такие виды как *Carterocephalus palaemon*, *Pyrgus serratulae*, *Papilio machaon*, *Aporia crataegi*, *Cupido alcetas*, *Eumedonia eumedon*, *Polyommatus icarus*, *Coenonympha hero*, продолжали летать *Pyrgus malvae*, *Leptidea sinapis*, *Anthocharis cardamines*, *Pieris napi*, *Nymphalis io*, *Araschnia levana*, *Vanessa cardui*.

В третьей декаде июня начался лёт видов летнего аспекта, на который приходилось максимальное видовое разнообразие. Закончили метаморфоз такие виды-субдоминанты как *Aphantopus hyperantus*, *Coenonympha glycerion*, виды группы *Plebejus idas*, а также менее многочисленные виды, например, *Ochlodes sylvanus*, *Lycaena hippothoe*, *Eumedonia eumedon*, *Polyommatus amandus*, *Clossiana titania*, *Melitaea diamina*, *M. phoebe*, виды группы *M. athalia*, *Lasiommata maera*, *Maniola jurtina*. Продолжался лёт *Aporia crataegi*, *Pieris napi*, *Polyommatus icarus*, *Coenonympha hero*.

Наибольшее разнообразие булавоусых чешуекрылых летнего аспекта в 2020 г. (23 вида) наблюдалось на первой декаде июля, когда к ранее вылетевшим видам добавились *Lycaena virgaureae*, *L. dispar*, *Apatura ilia*, *A. iris*, *Brenthis ino*, *Argynnis adippe*, второе поколение *Euchloe ausonia*, *Araschnia levana*, *Nymphalis urticae*, *Pieris napi*, *P. rapae*, *Leptidea sinapis*. Продолжали летать *Ochlodes sylvanus*, *Aporia crataegi*, виды группы *Plebejus idas*, *Polyommatus amandus*, *P. icarus*, *Melitaea diamina*, *Vanessa cardui*.

К концу второй декады июля количество видов снова начало сокращаться, уменьшаясь до 18. Из новых видов появились только достаточно многочисленная *Thymelicus lineola*. Вылетело второе поколение таких видов как *Papilio machaon*, *Cupido argiades*, а также потомство мигранта *Vanessa cardui*. У видов группы *Plebejus idas* и *Aphantopus hyperantus* остались в основном самки. Продолжался лет *Leptidea sinapis*, *Pieris napi*, *P. rapae*, *Lycaena*

*virgaureae*, *Cyaniris semiargus*, *Polyommatus icarus*, *P. eros*, *Araschnia levana*, *Brenthis ino*, *Melitaea diamina*, *M. athalia*, *Argynnis adippe*, *Coenonympha glycerion*, *Erebia ligea*.

Позднелетний аспект был представлен *Thymelicus lineola*, *Pieris rapae*, *Lycaena virgaureae*, *Polyommatus eros*, *Maniola jurtina*, *Hyponphele lycaon*, а также вторым поколением таких видов как *Leptidea sinapis*, *Pieris napi*, *Gonopteryx rhamni*, *Nymphalis urticae*, *N. io*, *Araschnia levana*, *Vanessa cardui*, *Clossiana dia*.

Несмотря на высокую степень антропогенной нагрузки, в уцелевших сообществах локальной фауны пока что сохраняется высокий уровень видового разнообразия булавоусых чешуекрылых. Также были зарегистрированы редкие виды, в том числе включенных в Приложение Красной книги Кировской области (2014), такие как *Iphiclides podalirius*, *Maculinea alcon*, *Apatura iris* и *Coenonympha hero*, а также ряд редких в регионе видов, в частности *Pyrgus serratulae*, *Euchloe ausonia*, *Lycaena phlaeas*, *Cupido alcetas*, *Glaucopsyche alexis*, *Eumedonia eumedon*, *Apatura ilia*, *Clossiana titania*, *Melitaea phoebe*, *Coenonympha pamphilus*. Поэтому, для сохранения естественного биоразнообразия и его отдельных компонентов, природных сообществ и ландшафтов, а также сохранения генофонда редких видов булавоусых чешуекрылых на исследуемой территории необходимо создание особо охраняемой природной территории (ООПТ).

#### Библиографический список

1. Татаринцов А. Г. География дневных чешуекрылых европейского Северо-Востока России. М. : Товарищество научных изданий КМК, 2016. 255 с.
2. Мазеева А. В. Кулакова О. И. Локальные фауны булавоусых чешуекрылых (Lepidoptera, Rhopalocera) Кировской области // Актуальные проблемы биологии и экологии : материалы XXVII Всерос. молод. науч. конф. Сыктывкар, 2020. С. 23–26.
3. Pollard E. A method for assessing changes in the abundance of butterflies // Biol. Conserv. 1977. Vol. 12, No. 2. P. 115–134.
4. Yamamoto M. Notes on the methods of belt transect census of butterflies // J. Fac. Sci. Nippon Univ. 1975. Ser. VI. Zool. Vol. 20. No. 1. P. 53–58.
5. Песенко Ю. А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М. : Наука, 1982. 288 с.
6. Татаринцов А. Г., Долгин М. М. Видовое разнообразие и методы его оценки. Сыктывкар, 2010. 44 с.

## РОТАН (*PERCCOTTUS GLENII* DYBOWSKI, 1877) В ПОЙМЕННЫХ ВОДОЕМАХ РЕКИ ВЯТКИ

*О. В. Масленникова, А. А. Очереднюк, И. С. Махнева*  
Вятский государственный агротехнологический университет,  
*olgamaslen@yandex.ru, mahnewa.irina2017@yandex.ru*

Изучено распространение ротана или головешки в 8 водоемах в пойме р. Вятки. В данной работе приведены данные по распространению ротана в устье реки Сандаловки, впадающей в р. Вятка, в черте города Кирова. Рассчитана встречаемость ротана и других видов рыб в данном водоеме по данным уловов.

Ключевые слова: ротан, ихтиофауна, инвазивный вид, р. Сандаловка, пойма р. Вятки.

Ротан относится к инвазивным видам. Родина его – Дальний Восток. Основным следствием расселения ротана следует признать антропогенный фактор и широкие адаптации данного вида к абиотическим факторам. Инвазии в широком смысле возможно подразделить на собственные инвазии, где индуцирующим фактором является непосредственно сам человек, а основные механизмы связаны с хозяйственной и иной деятельностью, сходные по скорости и масштабу с собственными инвазиями.

В настоящее время чужеродные виды считаются второй по значению угрозой биоразнообразию, одной из основных угроз естественным аборигенным экосистемам. Осознание мировым сообществом глобального характера этой экологической проблемы стало причиной появления специальных международных соглашений и программ, в частности специальных действий и решений конвенций о биологическом разнообразии и глобальных программ по вредным чужеродным видам.

Инвазивный вид будет эволюционировать вместе с экосистемой. Присутствие ротана снижает численность плотвы (*Rutilus*) и ельца (*Leuciscus*), поскольку он сильно конкурирует с ними за пищевые ресурсы. Однако, по мнению большого количества авторов, наибольшую опасность представляет выедание ротаном икры других видов, размножающихся в прибрежных мелководьях, отмелях и разливах.

Непосредственно при умеренной и низкой численности в заморных водоемах, где прочие хищники погибают, ротан может замещать окуня (*Percidae*), выполняя его функцию ограничения хищных беспозвоночных и улучшая тем самым условия существования молоди других рыб [1, 2].

Реальным регулятором численности ротана могут быть щука и окунь. Повышение численности щуки (*Esox lucius*), вполне возможно путем разведения на временных рыбоводных пунктах и существующих рыборазводных хозяйствах. На естественное же воспроизводство щуки

существенное влияние оказывает динамика уровня воды в водоемах в период нереста (апрель – май) [3].

В пойменных водоемах реки Вятка ротан стал обычным видом.

Цель нашего исследования – выявить водоемы, где встречается ротан и оценить распространение ротана в р. Сандаловка.

В основу настоящего исследования легли собственные материалы авторов, а также анализ уловов рыбаком А. А. Федосенко за период 1998–2016 гг. Первичные материалы по вылову рыбы были любезно предоставлены нам. Были исследованы водоемы, где производился отлов рыбы: пруд у Диорамы, Воробьевы пруды, река Сандаловка, водоём в Костино, озеро Русское, пруд в Дороничах, Петровская старица, Кузькина яма. Было поймано 117 особей различных видов рыб из них 56 ротанов. Опрошено 34 респондента.

Из восьми исследованных водоёмов ротан был обнаружен в 5: верхний водоем у Диорамы, озере Русское, река Сандаловка, Кузькина яма, Петровская старица.

В 2017–2020 гг. в устье р. Сандаловка нами выявлено 5 видов рыб: плотва, ротан, карась, елец, окунь. Ротан, наряду с карасем и плотвой, занимали доминирующее положение – 28%, плотва – 27% (рис. 1).

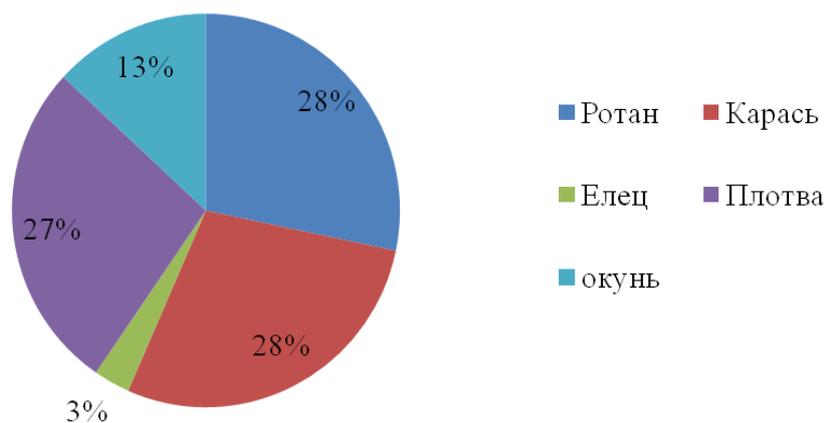


Рис. 1. Процентное соотношение видов рыб в реке Сандаловка

Весной в период паводка ротан попадает в р. Вятку в момент нереста большинства видов рыб, нанося ощутимый ущерб ихтиофауне р. Вятки. По опросным данным рыбаков – любителей ротан наблюдается в р. Вятке и ее притоке Чепце.

По многолетним данным А. А. Федосенко в р. Сандаловка им было выловлено также 5 видов рыб: ротан, плотва, окунь, серебряный карась, чехонь. Надо заметить, что к инвазивным видам относится не только ротан, а также серебряный карась, завезенный для разведения в прудовые хозяйства страны из бассейна р. Амур и расселившийся по всей европейской части России. В настоящее время серебряный карась вытесняет аборигенный вид – золотого карася.

В таблице приведены расчеты по процентному соотношению и встречаемости различных видов рыб в уловах А. А. Федосенко в реке Сандаловка за 1998–2016 гг.

Таблица

**Процентное соотношение и встречаемость различных видов рыб в уловах в реке Сандаловка в 1998–2016 гг. (по данным А. А. Федосенко)**

Годы	Ротан	Плотва	Окунь	Карась	Чехонь
1998	–	50,0/100,0	–	50,0/100,0	–
1999	22,1/66,0	33,5/100,0	22,1/66,0	16,7/50	5,6/16,6
2000	25,0/50	37,5/75	25,0/50	12,5/25	–
2001	33,4/100	33,3/100	33,3/100	–	–
2002	50/100	–	50/100	–	–
2003	34,6/75	15,4/33,3	34,6/75	15,4/33,3	–
2004	36,9/48,7	37,8/50	7,6/10	7,6/10	10,1/13,4
2005	51,1/85,7	16,6/28,5	25,0/42,8	–	8,3/14,2
2006	66,6/100	16,7/25	16,7/25	–	–
2007	59,5/100	6,2/10,5	34,3/57,8	–	–
2009	33,3/66,6	33,3/66,6	16,7/33,3	16,7/33,3	–
2011	30,8/100	30,8/100	30,8/100	–	7,6/25,0
2012	100,0/100	–	–	–	–
2013	25,0/25,0	–	75,0/75,0	–	–
2015	72,3/100	–	27,7/38,4	–	–
2016	71,4/100	–	–	–	28,6/40

Согласно таблице и рисунку 2 ротан в р. Сандаловка был зарегистрирован в 1999 г. и составил в основном 48,7–100% по встречаемости в уловах. Исключением был 2013 г., когда в уловах окунь в 3 раза превысил численность ротана. На протяжении всего исследуемого периода численность ротана в реке была очень высока, это объясняется тем, что р. Сандаловка – это река с сильно развитой растительностью, местами заболочена, что является благоприятными условиями для жизнедеятельности ротана. Что касается карася серебряного, то его численность, по сравнению с другими обитателями, очень низкая. Карась отсутствовал в уловах 2001, 2002, 2005, 2006, 2007 гг. и также с 2011 по 2016 гг., что связано, по нашему мнению, с высокой численностью ротана, т.к. карась считается излюбленной пищей хищника. Ротана на р. Сандаловка мы отлавливали с помощью простого сачка. Встречаемость окуня, плотвы других обитателей водоема так же низкая, на данный момент по таблице прослеживается полное доминирование в водоеме ротана.

Карась встречался во всех уловах в 1998 г., когда ротан в р. Сандаловка не был зарегистрирован. После появления в реке ротана карась присутствовал в уловах лишь 5 раз (1999, 2000, 2003, 2004, 2009 гг.) с низким процентом встречаемости – от 10 до 50%.

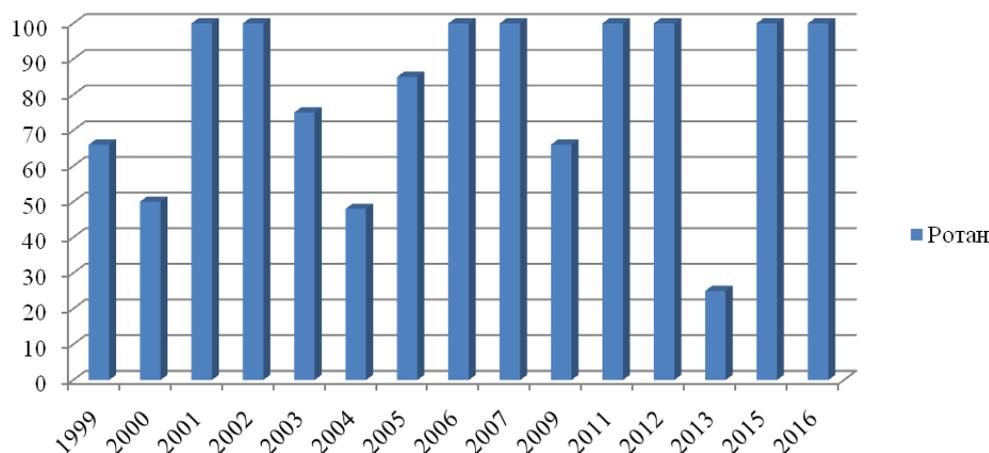


Рис. 2. Встречаемость ротана в уловах на реке Сандаловка в процентном соотношении

В течение 10 лет карась в уловах отсутствовал. Согласно нашим исследованиям, карась в реке присутствует, практически в таком же процентном соотношении, как и ротан (28 и 27%). Это можно объяснить тем, что ротана на удочку поймать очень сложно, поэтому процент вылова ротана оказался невысок, что, по-нашему мнению не соответствует действительности. При ловле обычным сачком в уловах был исключительно ротан и изредка мальки других карповых рыб.

На р. Сандаловка зарегистрировано 6 видов рыб: плотва, карась серебрянный, ротан, окунь, елец, чехонь. Ротан на р. Сандаловка зарегистрирован в 1999 г. и составил от 48,7–100% по встречаемости в уловах во все последующие годы. Наблюдается доминирование ротана при низкой встречаемости карася.

#### Библиографический список

1. Соин С. Г. Приспособительные особенности развития рыб. М., 1968. С.77.
2. Алимов А. Ф., Богуцкая Н. Г. Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах. М., 2004. 436 с.
3. Болонев Е. М., Пронин Н. М. О современном ареале вселенца ротана *Perccottus glenii* в Байкальском регионе и проникновении его в экосистему открытого Байкала. Улан-Уде, 2002. С. 39.

### К ФАУНЕ МЕЙОБЕНТОСА РЕКИ ФЁДОРОВКИ УЧАСТКА «ТУЛАШОР» ЗАПОВЕДНИКА «НУРГУШ»

*Д. В. Мохов, Г. Н. Ходырев*  
Вятский государственный университет,  
stud105779@vyatsu.ru, usr11993@vyatsu.ru

В статье представлены результаты исследования мейобентоса на участке «Тулашор» государственного природного заповедника «Нургуш». Определены 40 особей беспозвоночных, представленные 3 типами, 4 классами, 7 от-

рядами, 10 семействами, 11 видами. Приведены новые сведения о видовом составе мейобентоса заповедника.

Ключевые слова: мейобентос, Тулашор, Нургуш, особо охраняемые природные территории, гидробионты, биоразнообразие, нематоды.

Государственный природный заповедник «Нургуш» – особо охраняемая природная территория федерального значения, в его состав входят два участка: «Нургуш» и «Тулашор». Участок «Тулашор» расположен на северо-западе Нагорского района Кировской области. Это одна из мало нарушенных лесных территорий европейского севера России, практически не затронутая хозяйственной деятельностью [1]. Одна из главных задач заповедников России заключается в изучении и сохранении биологического разнообразия. В данном сообщении мы приводим сведения о мейобентосе р. Фёдоровки участка «Тулашор» заповедника «Нургуш». Мейобентосом в гидробиологии принято считать бентосных организмов размеры тела которых варьируют от 0,1 до 2 мм [2].

Сбор проб мейобентоса проводился в феврале 2020 г. на трёх участках р. Фёдоровки свободных ото льда. В таблице 1 приведены сведения о координатах участков сбора и механическом составе грунта.

Таблица 1

**Координаты участков сбора проб и механический состав грунта**

Номер участка	1	2	3
Координаты участка	<i>N</i> : 59°37.218` <i>E</i> : 50°01.407`	<i>N</i> : 59°39.830` <i>E</i> : 50°06.512`	<i>N</i> : 59°39.254` <i>E</i> : 50°04.710`
Механический состав грунта	Ил	Песок	Супесь

Пробы фиксировали горячим 4% раствором формалина. Выделение беспозвоночных из грунта осуществляли центрифужно–флотационным методом. В качестве флотационной жидкости использовали растворы тиосульфата натрия, либо сахарозы плотностью 1,39 г/см<sup>3</sup>. Промывали с помощью сита с размером ячеек 50 мкм. Извлечённых беспозвоночных помещали в раствор глицерина. Для идентификации мейобентоса изготавливали постоянные микропрепараты на основе глицерин–желатина.

Для идентификации использованы определительные таблицы беспозвоночных животных пресных вод России и территорий бывшего СССР Л. А. Кутикова, С. Я. Цалолихина, В. Г. Гагарина, И. Я. Элиавы и др. [3–7].

Классификация нематод в данной работе приведена в соответствии с системой, принятой Т. N. Bezerra, W. Decraemer, U. Eisendle-Flöckner и другими [8].

В исследованных пробах обнаружены представители 3 типов, 4 классов, 7 отрядов, 10 семейств, 11 видов. Нематоды преобладают по видовому составу (82% видов) и по численности (52% экземпляров). Среди нематод по видовому многообразию выделяется отряд Rhabditida (44% видов), а по численно-

сти отряд Plectida (47% экземпляров). Видовой состав, половой состав и число особей представлены в таблице 2.

Таблица 2

**Состав мейобентоса**

<b>I. Тип Nematoda</b>	Пол	Число особей
Класс Chromadorea		
Отряд Chromadorida		
* <i>Ethmolaimus parapratensis</i> Alekseev & Naumova, 1979	♀	1
Отряд Rhabditida		
* <i>Ditylenchus utschini</i> Gagarin, 1974	♀	3
<i>Aphelenchoides parietinus</i> (Bastian, 1865) Steiner, 1932	♀	1
<i>Panagrolaimus rigidus</i> Schneider, 1866	♀	1
<i>Hirschmanniella gracilis</i> (de Man, 1880) Luc & Goodey, 1964	♀	1
Отряд Plectida		
* <i>Plectus longicaudatus</i> Butschili, 1873	♀	8
<i>P. parietinus</i> Bastian, 1865	♀	2
Класс Enoplea		
Отряд Dorylaimida		
<i>Aporcelaimus regius</i> de Man, 1876	♀	2
Отряд Triplonchida		
* <i>Neotobrilus rossicus</i> Tsalolikhin, 1983	♀	2
<b>II. Тип Annelida</b>		
Класс Clitellata		
Отряд Nartotaxida		
<i>Nais</i> sp.	–	2
<b>III. Тип Tardigrada</b>		
Класс Eutardigrada		
Отряд Parachela		
<i>Dactylobiotus</i> sp.	–	17

Примечание: \* обозначены виды новые для фауны заповедника.

Отметим, что *Ethmolaimus parapratensis* Alekseev & Naumova, 1979, *Ditylenchus utschini* Gagarin, 1974, *Plectus longicaudatus* Butschili, 1873, *Neotobrilus rossicus* Tsalolikhin, 1983 впервые встречены на территории заповедника.

Выражаем благодарность сотрудникам заповедника за материал, предоставленный для изучения мейобентоса.

**Библиографический список**

1. Участок «Тулашор» – заповедник «Нургуш» [Электронный ресурс] – URL: <https://nurgush.org/about/structure/tulashor> (дата обращения: 13.03.2021).
2. Константинов А. С. Общая гидробиология. М. : Высш. школа, 1986. 472 с.
3. Гагарин В. Г. Свободноживущие нематоды пресных вод России и сопредельных стран. СПб. : Гидрометеиздат, 1992. 152 с.
4. Гагарин В. Г. Свободноживущие нематоды пресных вод России и сопредельных стран. СПб. : Гидрометеиздат, 1993. 352 с.
5. Кутикова Л. А. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР (планктон и бентос) / под ред. Я. И. Старобогатов. Ленинград : Гидрометеиздат, 1977. 511 с.

6. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 1: Низшие беспозвоночные / Л. В. Иванова, С. Д. Степаньянц, А. Г. Рогозин и др.; ред. С. Я. Цалолихин. СПб., 1994. 395 с.
7. Элиава И. Я. Свободноживущие нематоды семейства Dorylaimidae. Ленинград : Наука, 1984. 264 с.
8. World Database of Nematodes [Электронный ресурс] – URL: <http://nemys.ugent.be/> (дата обращения: 13.03.2021).

## **ТЕМП РОСТА АРАЛЬСКОЙ ПЛОТВЫ (*RUTILUS RUTILUS ARALENSIS* BERG 1916) оз. ТУЗКАН АЙДАР- АРНАСАЙСКОЙ СИСТЕМЫ ОЗЕР УЗБЕКИСТАНА**

**С. М. Намозов**

*Институт Зоологии Академии наук Республики Узбекистан,  
sirojiddin.namozov.90@mail.ru*

Аральская плотва основная промысловая рыба в водоеме. Сбор полевого материала проводили с февраля 2019 г. по март 2020 г. на озере Тузкан Айдар-Арнасайской системы озёр Джизакской области Узбекистана. Чешуя плотвы циклоидная с ровными краями. Было проанализировано для определения возраста 87 особей плотвы общей длиной 7,5–32,0 см, массой 23–320 г в возрасте от 1+ до 5+ года. Восстановленный темп роста по годам жизни (длина тела):  $l_1$  – 7,5 см,  $l_2$  – 13,8 см,  $l_3$  – 23,4,3 см,  $l_4$  – 28,3 см,  $l_5$  – 32,0 см.

Ключевые слова: Айдар-Арнасайская система озёр, оз. Тузкан, аральская плотва, возраст, рост, темп роста.

Важнейшей ихтиологической задачей для рационального использования рыбных ресурсов является определение возраста и роста рыб. Известно, что рост чешуи пропорционален росту рыбы. Зная длину рыбы и длину чешуи можно определить длину тела рыбы за все предыдущие годы ее жизни. Чтобы исследовать жизнь рыбы, надо знать ее возраст и скорость роста. Возраст и рост характеризуют продолжительность жизни рыбы, условия ее существования, экологические характеристики, время наступления половой зрелости и первого нереста [1, 2].

Айдар-Арнасайская система озёр (ААСО): является одной из крупнейших рыбохозяйственных водоемов Узбекистана. Озерная система получает воду из среднего течения р. Сырдарья (рис. 1). Фауна рыб представлена в основном теми же видами рыб, которые обитают на равнинном течении р. Сырдарья.

Озеро Тузкан ( $40^{\circ}40' N$ ,  $67^{\circ}32' E$ ) расположено в 5–10 км от отрогов Нуратинского хребта гор Писталитау и занимает наиболее пониженную часть ААСО. Общая площадь озера более 600 км<sup>2</sup>, длина – 35 км, ширина – 12 км, средняя глубина – 9–15 м. В озеро впадают река Клы, коллекторы Акбулак, Центральный Голодностепский и Пограничный. Юго-западные и восточные

берега озера солончаковые, северные супесчаные, а западные песчаные. Берега северной и юго-западной части озера обрывистые, в восточной и западной части более пологие. В северо-восточной и юго-восточной частях озера береговая линия сильно изрезана. Здесь много узких мелководных заливов заросших на 15–20% тугайной и тростниковой растительностью. По берегам и на островах имеются заросли пустынной, околородной древесно-кустарниковой и травянистой растительности. Тузкан редко замерзающий водоём с умеренной солёностью – 7,1 г/л [3].

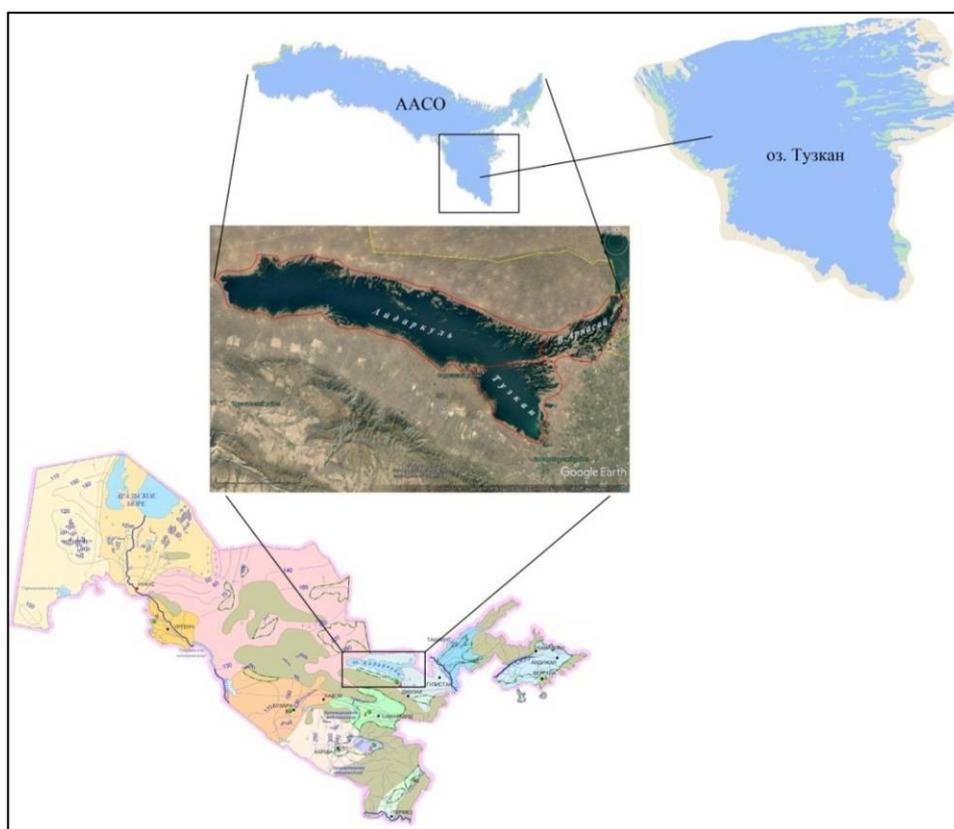


Рис. 1. Географическое расположение и схематический план водоема

Основными объектами промысла ААСО в разные годы являлись: сазан (*Cyprinus carpio* Linnaeus), судак (*Sander lucioperca* Linnaeus), серебряный карась (*Carassius auratus gibelio* Bloch) и аральская плотва (*Rutilus rutilus aralensis* Berg). Из этих видов в последние годы в наших контрольных уловах преобладает аральская плотва. При этом объём плотвы в контрольных уловах составляет 70–80%.

Рост и другие особенности биологии этого подвида изучали в ряде водоемов республики [4–6]. Целью данной работы было изучение чешуи для определения возраста и роста аральской плотвы озера Тузкан ААСО в современных условиях.

Аральская плотва – это самая широко распространенная и наиболее многочисленная рыба в ААСО. Плотва придерживается преимущественно литоральных биотопов и часто представляет собой основную биомассу всей ихтиофауны водоема ААСО. Однако, в связи с малыми размерами и коротким

жизненным циклом, плотва относится к числу малоценных рыб, хотя и составляет значительную часть уловов.

Материал по плотве собирали с февраля 2019 г. до марта 2020 г. в озере Тузкан, используя ставные сети с ячейей 24, 32, 36, 40 и 50 мм.

У рыб измеряли общую длину (TL) с точностью до 1 мм и общую массу тела (W) с точностью до 1 г. Многие ихтиологи в качестве основного параметра длины тела использовали стандартную длину (расстояние от начала рыла до конца чешуйного покрова), поэтому мы также измеряли этот показатель (SL) с точностью до 1 мм у каждой особи. Возраст определяли по чешуе, собранной с середины тела выше боковой линии под основанием спинного плавника. По чешуе восстанавливали темп роста, используя метод Леа-Фрезера [1].

Исследовали 87 особей аральской плотвы. Определили что чешуя у аральской плотвы циклоидная с ровными краями, годовую зону выявили по зонам с широко-раздвинутыми и узко-сближенными склеритами (рис. 2).



Рис. 2. Препарат чешуи на Микрофоте ПО-5

Из 87 отобранных рыб были в возрасте 1+ – 18 экз., 2+ – 38 экз., 3+ – 26 экз., 4+ – 4 экз. и 5+ – 1 экз. Средняя длина тела рыб в данной выборке составляет в возрасте 1+ – 6,9 см, 2+ – 14,3 см, 3+ – 22,57 см, 4+ – 28,0 см, 5+ – 32,0 см; средний прирост в возрасте 1+ – 6,9 см, 2+ – 7,4 см, 3+ – 8,27 см, 4+ – 5,4 см, 5+ – 4,05 см (табл.).

Таблица

**Темп роста аральской плотвы оз.Тузкан ААСО 2020 г.  
по данным обратного расчисления (самки и самцы объединены)**

Вид	Возраст, лет	N, шт.	Длина, см					
			l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	l <sub>3</sub>	l <sub>4</sub>	l <sub>5</sub>	
Плотва	1+	18	7,5					
	2+	38	7,2	13,8				
	3+	26	6,8	14,6	23,4			
	4+	4	6,5	14,5	22,9	28,3		
	5+	1	6,7	14,3	21,4	27,6	32	
	Среднее			6,9	14,3	22,57	28,0	32,0
	Средний прирост, см/год			6,9	7,4	8,27	5,4	4,05

Данные таблицы показывают, что плотва хорошо растет. Показатели темпа роста за первые три года составили: средняя длина тела – 14,59 см, прирост – 7,52 см. За 4+ и 5+ годы жизни средняя длина тела составила 30 см, при этом прирост уменьшается на 4,72 см (рис. 3). Это объясняется тем, что аральская плотва хорошо растет до 3+ года, так как за этот период она достигает половозрелости и энергия роста перенаправляется для созревания половых структур рыбы.

На рисунке 3 показан средний рост и прирост аральской плотвы оз. Тузкан ААСО.

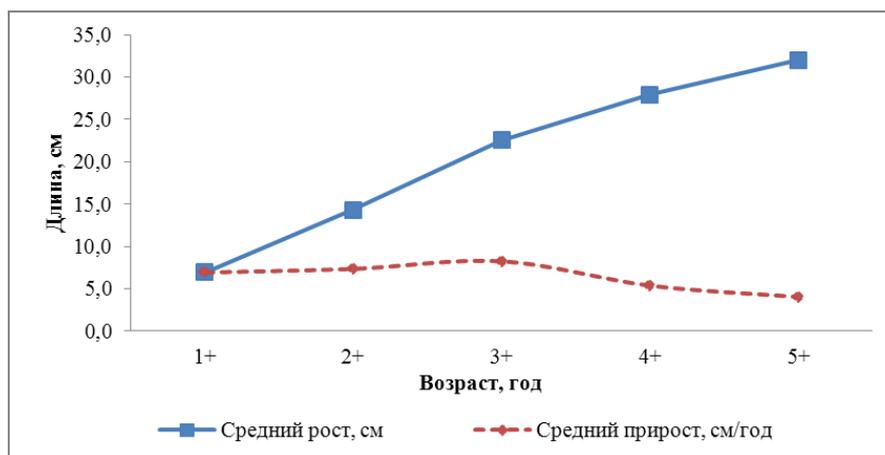


Рис. 3. Средняя длина тела и прирост аральской плотвы оз. Тузкан ААСО

Таким образом, исследование плотвы озера Тузкан показало, что в контрольных уловах преобладают рыбы в возрасте 2+ и 3+, что в свою очередь, приводит к образованию относительно молодых стад. Наиболее высокий темп роста аральской плотвы происходит в возрасте 1+, 2+, 3+. Снижение темпа роста происходит в возрасте 4+, 5+.

#### Библиографический список

1. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. М. : Пищевая промышленность, 1966. С. 193–194.
2. Чугунова Н. И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. М. : Изд-во АН СССР, 1959. С. 5.
3. Важнейшие орнитологические территории Узбекистана / под ред. Р. Д. Кашкарова, Д. Р. Уэлша и М. Бромбахера при участии Е. Н. Лановенко. Ташкент : Общество охраны птиц Узбекистана, 2008. С. 129.
4. Камиллов Г. К. Рыбы водохранилищ Узбекистана. Ташкент : ФАН, 1973. С. 53–61.
5. Ўзбекистон ва қўшни ҳудудлар балиқлари аниқлагичи : Ўқув қўлланма / И. М. Мирабдуллаев, У. Т. Мирзаев, А. Р. Кузметов, З. О. Кимсанов. Тошкент : Сано стандарт, 2011. Б. 56–57.
6. Салихов Т. В., Камиллов Б. Г., Атаджанов А. К. Рыбы Узбекистана. Ташкент : «Chinor ENK», 2001, С. 36–41.

## ОЦЕНКА ГИБЕЛИ ПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ НА ТЕХНОГЕННЫХ ОБЪЕКТАХ г. КИРОВА

*А. А. Никонова, В. М. Рябов*

*Вятский государственный университет, ryapitschi@yandex.ru*

Представлены обобщенные данные о случаях гибели млекопитающих на автомобильных дорогах и в дорожно-транспортных происшествиях на территории г. Кирова в период с мая по декабрь 2020 г. Максимальное число погибших животных от столкновений с автотранспортом приходится на конец лета и осенний период.

Ключевые слова: автомобильные дороги, дорожно-транспортное происшествие, млекопитающие, аннотированный список.

В настоящее время, в связи с увеличением количества автомобильного транспорта и расширением сети автомобильных дорог обостряется проблема гибели животных на автотрассах [1]. В связи с этим нами предпринята попытка актуализировать данную проблему путем констатации фактов гибели млекопитающих на одном из участков автодорог регионального значения в г. Кирове. С каждым годом эта проблема становится более актуальной, так как возрастает количество машин на автомобильных дорогах. По данным Управления ГИБДД УМВД России по Кировской области на 1 января 2020 г. в Кировской области на учете в Госавтоинспекции состояло 504821 единицы транспортных средств [2].

Наблюдения проводили на территории г. Киров, на участке общей протяженностью примерно 7,4 км от Солнечного берега до микрорайона Радужный. Кроме того, использовали информацию о дорожно транспортных происшествиях (ДТП) с участием животных, размещенную на сайте ГИС Экология – Кировская область [3].

Наблюдения проводили с мая по декабрь 2020 г. Визуально фиксировали факт гибели животного на автодороге. Всего за период наблюдений было отмечено 14 фактов гибели зверей.

Далее приводим аннотированный список млекопитающих, факты, гибели которых были отмечены за вышеуказанный период наблюдений.

Лось – *Alces alces*. Отмечено 7 фактов гибели лосей от столкновения с автотранспортом. Наибольшее число встреч приходится на конец лета и начало осени 2020 г. (n= 4). В летний (июнь и июль) период (2020 г.) отмечено по три факта гибели. В весенний и зимний период фактов гибели не отмечали [3].

Белка обыкновенная – *Sciurus vulgaris*. Встречено всего 3 сбитых зверька в осенний период 2020 г. Вероятно малое количество встреч с этим довольно обычным зверьком обусловлено низкой плотностью белки в период наблюдений из-за низких урожаев семян ели и сосны.

Еж белогрудый – *Erinaceus concolor*. Отмечено 3 факта гибели ежей в летний период (июль, август) 2020 г. Чаще всего ежи погибают на дорогах из-за своей медлительности.

Енотовидная собака – *Nyctereutes procyonoides*. Зафиксирован один случай гибели молодой енотовидной собаки на данном участке в августе 2020 г.

Обобщенные данные о фактах гибели и встречах погибших млекопитающих представлены в таблице.

Таблица

**Обобщенные данные о фактах гибели и встречах погибших млекопитающих в период с июня по ноябрь 2020 г.**

Вид	Дата	Локалитет	Источник информации
Лось	03. 08. 2020	г. Киров, с. Малые Ряби	<a href="http://eco.geokirov.ru/">http://eco.geokirov.ru/</a>
	28. 08. 2020	г. Киров, с. Рубин	<a href="http://eco.geokirov.ru/">http://eco.geokirov.ru/</a>
	06. 06. 2020	г. Киров, с. Рубин	<a href="http://eco.geokirov.ru/">http://eco.geokirov.ru/</a>
	19. 09. 2020	г. Киров, с. Рубин	<a href="http://eco.geokirov.ru/">http://eco.geokirov.ru/</a>
	04. 09. 2020	г. Киров, с. Колобовщина	<a href="http://eco.geokirov.ru/">http://eco.geokirov.ru/</a>
	04. 06. 2020	г. Киров, с. Захарищевы	<a href="http://eco.geokirov.ru/">http://eco.geokirov.ru/</a>
	09. 07. 2020	г. Киров, с. Стрижи	<a href="http://eco.geokirov.ru/">http://eco.geokirov.ru/</a>
Белка обыкновенная	24. 08. 2020	г. Киров, сл. Сошени	наши данные
	6. 10. 2020	г. Киров, с. Красное	наши данные
	16. 11. 2020	г. Киров, сл. Корчемкино	наши данные
Еж белогрудый	17. 07. 2020	г. Киров, мкр. Радужный	наши данные
	14. 08. 2020	г. Киров, мкр. Радужный	наши данные
	31. 08. 2020	г. Киров, мкр. Солнечный берег	наши данные
Енотовидная собака	03. 09. 2020	г. Киров, сл. Корчемкино	наши данные

Таким образом, максимальное число погибших животных от столкновений с автотранспортом приходится на конец лета и осенний период. Это обусловлено тем, что в этот период происходит расселение молодых животных, сезонные кочевки в связи с изменением кормовой базы. В меньшей степени гибель млекопитающих происходит в весенний период (только ДТП) и единичные случаи отмечаются зимой.

**Библиографический список**

1. Рябов В. М. Материалы о гибели млекопитающих на автомобильных дорогах // Экология родного края: проблемы и пути их решения : материалы XIV Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (г. Киров, 16–18 апреля 2019 г.). Киров : ВятГУ, 2019. С. 333–335.
2. О состоянии окружающей среды Кировской области в 2019 году : Региональный доклад / под общей ред. А. В. Албеговой. Киров : Министерство охраны окружающей среды Кировской области, 2020.
3. <http://eco.geokirov.ru/>

## ОЦЕНКА ВИДОВОГО СОСТАВА МЛЕКОПИТАЮЩИХ НА ТЕРРИТОРИИ Д. РЫБНАЯ ВАТАГА КИЛЬМЕЗСКОГО РАЙОНА КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

*Д. А. Пичугин<sup>1</sup>, В. М. Рябов<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> МКОУ СОШ д. Рыбная Ватага Кильмезского района Кировской области,  
<sup>2</sup> Вятский государственный университет, ryapitschi@yandex.ru

Представлены материалы о разнообразии млекопитающих на территории населенного пункта сельского типа. Выявлено пребывание 47 видов млекопитающих (70% от состава териофауны Кировской области). Проведена оценка видового состава по степени синантропизации

Ключевые слова: млекопитающие, териофауна, населенный пункт сельского типа, синантропизация.

Усиление процессов урбанизации приводит к учащению контактов «дикое животное – человек». Если в городских поселениях этому вопросу уделяется значительное внимание [1], то на территории небольших населенных пунктов сельского типа механизмы взаимодействия диких животных с человеком и их значение еще недостаточно изучены. В связи, с чем оценка видового состава млекопитающих на территории д. Рыбная Ватага Кильмезского района Кировской области является весьма актуальным.

Деревня Рыбная Ватага, находится в северной части Кильмезского района Кировской области на правом берегу реки Лобань (N 57°12'47" E 50°59'9". Расстояние до районного центра (пгт. Кильмезь) – 31 км, до областного центра (г. Киров) – 180 км. Постоянное население – 459 человек. Дома и хозяйственные постройки одноэтажные, преимущественно деревянные. В черте деревни расположены: сельскохозяйственный производственный кооператив-колхоз (СПК) «Ватажский», 4 малых предприятия по заготовке и переработке древесины. Деревня со всех сторон окружена хвойно-широколиственными лесами на кислых дерново-подзолистых и песчаных почвах.

При оценке биоразнообразия были использованы методы наблюдения, анкетирования, результаты дератизационных работ, осмотр уловов домашней кошки. Наблюдения проводились по пяти маршрутам общей протяженностью 9,5 км. в пределах административной границы д. Рыбная Ватага. Исследования проводили в период с мая по декабрь 2019 г и с мая по октябрь 2020 г. Присутствие млекопитающих оценивалось по следам, следам жизнедеятельности и непосредственной встрече на маршруте. Для подтверждения видовой принадлежности использовали определитель млекопитающих [2].

При выполнении исследования использовалась фотофиксация на фотокамеру Canon PC1472 и Samsung SM-J400F. Дополнительно информацию собирали используя метод анкетирования. Было опрошено 9 человек, специалистов в области лесного хозяйства и природопользования.

На территории области в настоящее время отмечено пребывание 67 видов млекопитающих [3]. В результате исследования и по литературным данным [3] на территории д. Рыбная Ватага было выявлено пребывание 47 видов млекопитающих (70% от состава териофауны Кировской области). Для 29 видов млекопитающих характерен оседлый характер пребывания. Это оба вида ежей, европейский крот, представители семейства Землеройковые, Мышиные. Для 8 видов, таких как кабан, европейский лось, рысь, бурый медведь, зафиксированы единичные заходы. Два вида (енотовидная собака и обыкновенная лисица) регулярно заходят на территорию населенного пункта, т.к. она используется ими как кормовая станция. Видовой состав млекопитающих, а так же характер пребывания и встречаемость видов представлен в таблице (табл.). Представители отряда Рукокрылых включены в список видового состава только по литературным данным [4]. Ввиду специфичности эколого-биологических особенностей Рукокрылых и методов их видовой идентификации мы не оценивали характер пребывания и встречаемость видов данного отряда.

Таблица

**Видовой состав, характер пребывания и встречаемость млекопитающих на территории д. Рыбная Ватага**

№	Вид	Характер пребывания	Встречаемость
1	2	3	4
Отряд Насекомоядные – Insectivora			
Семейство Ежовые – Erinaceidae			
1	Среднерусский ёж – <i>Erinaceus europaeus</i>	оседлый	редок
2	Белогрудый ёж – <i>Erinaceus concolor</i>	оседлый	обычен
Семейство Кротовые – Talpidae			
3	Европейский крот – <i>Talpa europae</i>	оседлый	обычен
Семейство Землеройковые – Soricidae			
4	Обыкновенная кутора – <i>Neomys fodiens</i>	оседлый	редок
5	Обыкновенная бурозубка – <i>Sorex araneus</i>	оседлый	обычен
6	Средняя бурозубка – <i>Sorex caecutiens</i>	оседлый	многочислен
7	Малая бурозубка – <i>Sorex minutus</i>	оседлый	малочислен
Отряд Рукокрылые – Chiroptera			
Семейство Гладконосые летучие мыши – Vespertilionidae			
8	Ночница Наттерера – <i>Myotis nattereri</i>	–	–
9	Прудовая ночница – <i>Myotis dasycneme</i>	–	–
10	Водяная ночница – <i>Myotis daubentonii</i>	–	–
11	Усатая ночница – <i>Myotis mystacinus</i>	–	–
12	Ночница Брандта – <i>Myotis brandtii</i>	–	–
13	Бурый ушан – <i>Plecotus auritus</i>	–	–
14	Рыжая вечерница – <i>Nyctalus noctula</i>	–	–
15	Северный кожанок – <i>Eptesicus nilssonii</i>	–	–
Отряд Зайцеобразные – Lagomorpha			
Семейство Зайцевые – Leporidae			
16	Заяц беляк – <i>Lepus timidus</i>	единичные заходы	редок

1	2	3	4
Отряд Грызуны – Rodentia			
Семейство Летяговые – Pteromyidae			
17	Обыкновенная летяга – <i>Pteromys volans</i>	оседлый	редок
Семейство Беличьи – Sciuridae			
18	Обыкновенная белка – <i>Sciurus vulgaris</i>	оседлый	обычен
19	Азиатский бурундук – <i>Tamias sibiricus</i>	оседлый	редок
Семейство Соневые – Gliridae			
20	Садовая соя – <i>Eliomys guercinus</i>	оседлый	редок
Семейство Бобровые – Castoridae			
21	Речной (Обыкновенный) бобр – <i>Castor fiber</i>	оседлый	обычен
Семейство Мышовковые – Sminthidae			
22	Лесная мышовка – <i>Sicista betulina</i>	оседлый	малочислен
Семейство Хомяковые – Cricetidae			
23	Обыкновенный хомяк – <i>Cricetus cricetus</i>	оседлый	малочислен
24	Ондатра – <i>Ondatra zibethicus</i>	оседлый	обычен
25	Европейская рыжая полёвка – <i>Myodes glareolus</i>	оседлый	многочислен
26	Водяная полёвка – <i>Arvicola amphibious</i>	оседлый	обычен
27	Полёвка - экономка – <i>Alexandromys oeconomus</i>	оседлый	обычен
28	Обыкновенная полёвка – <i>Microtus arvalis</i>	оседлый	многочислен
Семейство Мышиные – Muridae			
29	Мышь – малютка – <i>Mucromys minutus</i>	оседлый	редок
30	Малая лесная мышь – <i>Sulvaemus uralensis</i>	оседлый	многочислен
31	Желтогорлая мышь – <i>Sulvaemus flavicollis</i>	оседлый	обычен
32	Полевая мышь – <i>Apodemus agrarius</i>	оседлый	обычен
33	Домовая мышь – <i>Mus musculus</i>	оседлый	многочислен
34	Серая крыса – <i>Rattus norvegicus</i>	оседлый	обычен
Отряд Хищные – Carnivora			
Семейство Псовые – Canidae			
35	Волк – <i>Canis lupus</i>	единичные заходы	редок
36	Енотовидная собака – <i>Nyctereutes procyonoides</i>	регулярные заходы	обычен
37	Обыкновенная лисица – <i>Vulpes vulpes</i>	регулярные заходы	обычен
Семейство Медвежьи – Ursidae			
38	Бурый медведь – <i>Ursus arctos</i>	единичные заходы	редок
Семейство Куньи – Mustelidae			
39	Лесная куница – <i>Martes martes</i>	единичные заходы	редок
40	Ласка – <i>Mustela nivalis</i>	оседлый	обычен
41	Горностай – <i>Mustela erminea</i>	оседлый	редок
42	Лесной (Чёрный) хорь – <i>Mustela putorius</i>	оседлый	редок
43	Американская норка – <i>Neovison vison</i>	оседлый	обычен
44	Речная выдра – <i>Lutra lutra</i>	единичные заходы	редок

1	2	3	4
Семейство Кошачьи – Felidae			
45	Рысь – <i>Lynx lynx</i>	единичные заходы	редок
Отряд Парнокопытные – Artiodactyla Семейство Свиные – Suidae			
46	Кабан – <i>Sus scrofa</i>	единичные заходы	редок
Семейство Оленьи – Cervidae			
47	Европейский лось – <i>Alces alces</i>	единичные заходы	редок

*Примечание:* – не оценивалось.

По степени синантропизации [5], отмеченные на территории исследования, можно разделить на три группы: экзоантропные виды, гемисинантропные и эвсинантропные.

Млекопитающие, отмеченные на территории д. Рыбная Ватага, в большей степени представлены экзоантропными животными – 36 видов (77%). Это, например, европейский лось, рысь, обыкновенная лисица и др. По нашему мнению, это является следствием того, что антропогенная нагрузка на территории исследования низкая. Типичных синантропов (эвсинантропов) 2 вида (около 4%) – домовая мышь и серая крыса. Гемисинантропных видов – 9 (19%).

Причинами значительного видового состава млекопитающих селитебного ландшафта д. Рыбная Ватага можно считать небольшое количество жителей, низкий уровень антропогенного воздействия и непосредственная близость естественных ландшафтов, а также адекватное отношение населения к зверям. Можно предположить, что небольшие населенные пункты сельского типа, являются элементарными единицами синантропизации, т.к. именно здесь происходит первичный контакт «дикое животное – человек».

#### Библиографический список

1. Жигальский О. А. Оценка биологического разнообразия лесных экосистем Урала // Вестник удмуртского университета. 2011. № 3. С. 13–22.
2. Крускоп С. В. Атлас – определитель млекопитающих. Звери средней полосы России. М. : Фитон XXI, 2015. 263 с.
3. Сотников В. Н. Аннотированный список позвоночных животных Кировской области. Киров : ООО «Триада плюс», 2018. 60 с.
4. Рукокрылые Кировской области / В. Н. Сотников, А. Н. Ляпунов, А. В. Микулин, В. М. Рябов, С. Ф. Акулинкин // Plecotus et al. № 8. М., С. 17–31.
5. Росицкий Б., Крадохвил И. Синантропия млекопитающих и роль синантропных и экзоантропных грызунов в природных очагах болезней // Чехословацкая биология. 1953. Т. 2, № 5. С. 283–295.

# ВЛИЯНИЕ ВЫСОТЫ НА СТРУКТУРУ РЫБНОГО НАСЕЛЕНИЯ ОЗЕР ЗАПАДНЫХ СКЛОНОВ ПОЛЯРНОГО И ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА

**В. И. Пономарев**

*Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения  
Российской академии наук,  
ponomarev@ib.komisc.ru*

Представлены результаты изучения высотного распределения рыбного населения горных и предгорных озер западных склонов Приполярного и Полярного Урала. Показано, что при небольшом количестве входящих в местную ихтиофауну видов проявляется существенное разнообразие структуры рыбного населения в высотном градиенте.

Ключевые слова: рыбное население, горные озера, Приполярный и Полярный Урал, высотный градиент, распределение.

В последние годы среди фундаментальных задач пресноводной экологии значительное внимание уделяется выявлению закономерностей продольного распределения водных сообществ в реках, а также придаточных водоемах и озерах на их водосборах. В частности, существенный интерес привлекает изучение влияния высотного градиента на структуру рыбного населения в различных горных районах мира [1–8]. Приходится констатировать недостаток внимания исследователей к этому вопросу в отношении высокоширотных водоемов Арктики и Субарктики [9].

В данном сообщении предпринимается попытка частично устранить этот пробел на примере рыбного населения горных и предгорных озер западных склонов Приполярного и Полярного Урала, относящихся к бассейнам двух основных уральских притоков р. Печора, рек Щугор и Уса (рис. 1).

Работа выполнена в 1994–2020 гг. на более чем 180 разнотипных озерах, многие из которых населяют рыбы, общим количеством 15 видов рыб из девяти семейств [10]. Оказалось, что при общей немногочисленности видового состава рыбное население водосборов десяти изученных горных притоков р. Печора имеет свою специфику как при сопоставлении разных бассейнов, так и в высотном градиенте (табл.). Как правило, количество видов рыб, обитающих в озерах на высоте свыше 500 м над уровнем моря, значительно уступает таковому в предгорных озерах. Исключением являются бассейны рек, целиком расположенных на максимальных для Урала высотах (в случае с реками Торговая и Кожим), либо полностью лишенных озер на высоте более 300 м над уровнем моря (к их числу относится озеро западных склонов Полярного Урала на водосборе крупнейшего печорского притока р. Уса).

Из всех видов рыб только речной гольян отмечен в озерах бассейнов всех десяти рек, тогда как европейский хариус и налим – в девяти из них

(первый – за исключением преимущественно пойменных озер в долине р. Косью, второй – в озерах бассейна р. Малый Паток), а щука отсутствует лишь в озерах на водосборах рек Торговая и Кожим.

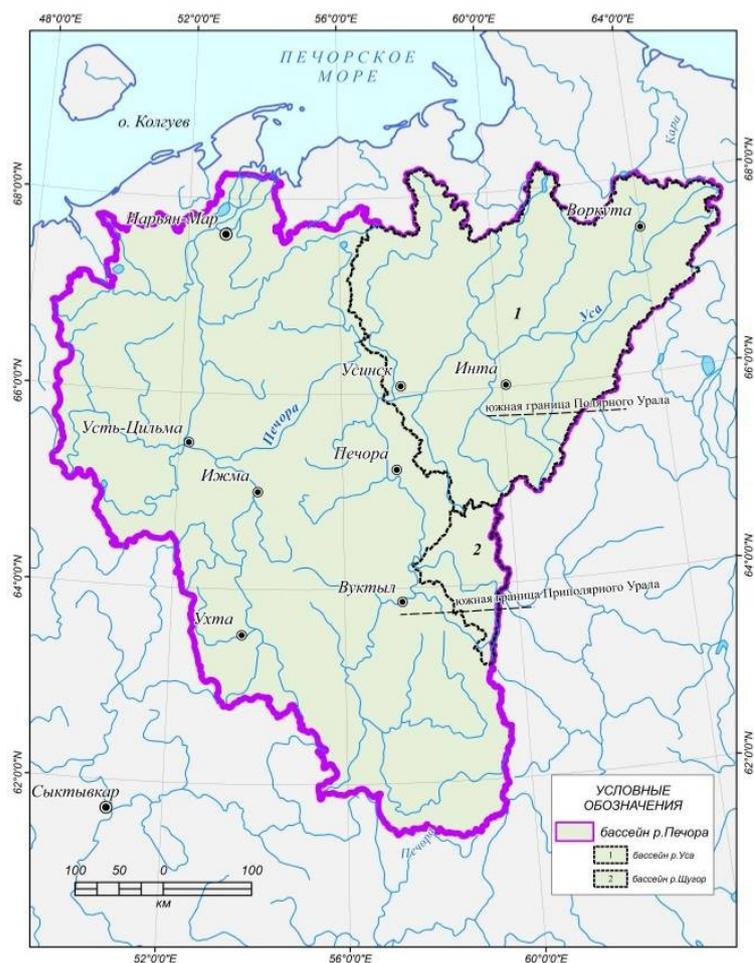


Рис. 1. Карта-схема бассейна р. Печора

Таблица

**Количество видов рыб, населяющих горные и предгорные озера бассейна р. Печора**

Высота над уровнем моря, м	Бассейны рек									
	Приполярный Урал							Полярный Урал		
	Торговая	Малый Паток	Большой Паток	Войвож-Сыня	Вангыр	Косью	Кожим	Лемва	Большая Уса	Малая Уса
> 500	5	нет	4	4	1	2	6	–	–	–
300–500	–	нет	1	5	3	7	–	4	–	–
100–300	–	8	8	8	9	2	–	10	9	8

*Примечание:* «нет» – безрыбные озера; «–» – отсутствие озер в данном высотном градиенте или отсутствие информации о наличии рыбного населения.

В озерах западных склонов Приполярного и Полярного Урала наименее распространены чир (единственная находка вида относится к озеру Пагаты в бассейне р. Лемва), озерный гольян (только в озерах бассейнов рек Войвож-Сыня и Косью) и усатый голец (бассейны рек Войвож-Сыня и Вангыр). Распределение ряда видов рыб по изученным бассейнам характеризуется определенной мозаичностью: действительно, сибирский хариус встречается лишь в озерах бассейнов рек Торговая, Большой Паток, Кожим и Лемва, в то время как сибирский сиг-пыжьян – в озерно-речных системах рек Малый Паток, Вангыр, Большая и Малая Уса), а пелядь – в бассейнах рек Большой Паток и Вангыр, а также в некоторых озерах Полярного Урала.

Впервые получена информация о максимальных зарегистрированных высотах обитания рыб в горных озерах Урала: арктический голец – 932,9 м над уровнем моря, сиг – 277,4 м, чир – 126 м, пелядь – 278,5 м, сибирский хариус – 757,4 м, европейский хариус – 721,7 м, щука – 492,4 м, озерный гольян – 378 м, речной гольян – 721,7 м, плотва – 522,8 м, усатый голец – 277,4 м, налим – 757,4 м, ерш – 235 м, окунь – 493,3 м, подкаменщик – 757,4 м.

Несмотря на отмеченную немногочисленность видов рыб, обитающих в горных и предгорных озерах западных склонов Приполярного и Полярного Урала, рыбная часть водных сообществ этих водоемов по доминирующим в них видам представлена широким спектром, к тому же существенно варьирующим в бассейнах различных печорских притоков.

По составу рыбного населения озера, расположенные на высоте свыше 500 м можно охарактеризовать как гольцовые, гольцово-хариусовые, хариусовые (при наличии двух видов – сибирского и европейского хариуса или одного из них) и гольяновые. Далее по мере понижения высотного градиента появляются щучьи, плотвичьи и окуневые озера, затем, на высоте 200–300 м над уровнем моря, сиговые, сигово-щучьи, пеляжьи, а затем и ряд вариаций озер с доминированием в составе рыбного населения плотвы и окуня, плотвы и пеляди, окуня и гольяна, окуня и щуки, хариуса и окуня, хариуса и ерша, окуня и ерша, пеляди и хариуса и др.

В качестве иллюстрации в рамках данной работы более детально представлена структура рыбного населения озер бассейна р. Войвож-Сыня (рис. 2). Большинство из этих водоемов не имеет географических названий, в связи с чем нами использованы условные обозначения. В целом ряде озер ее водосбора (Е1, Е2, 6, 7, 10, 1к, 4к, 5к, 6к, 8к, 13к) рыба не обитает.

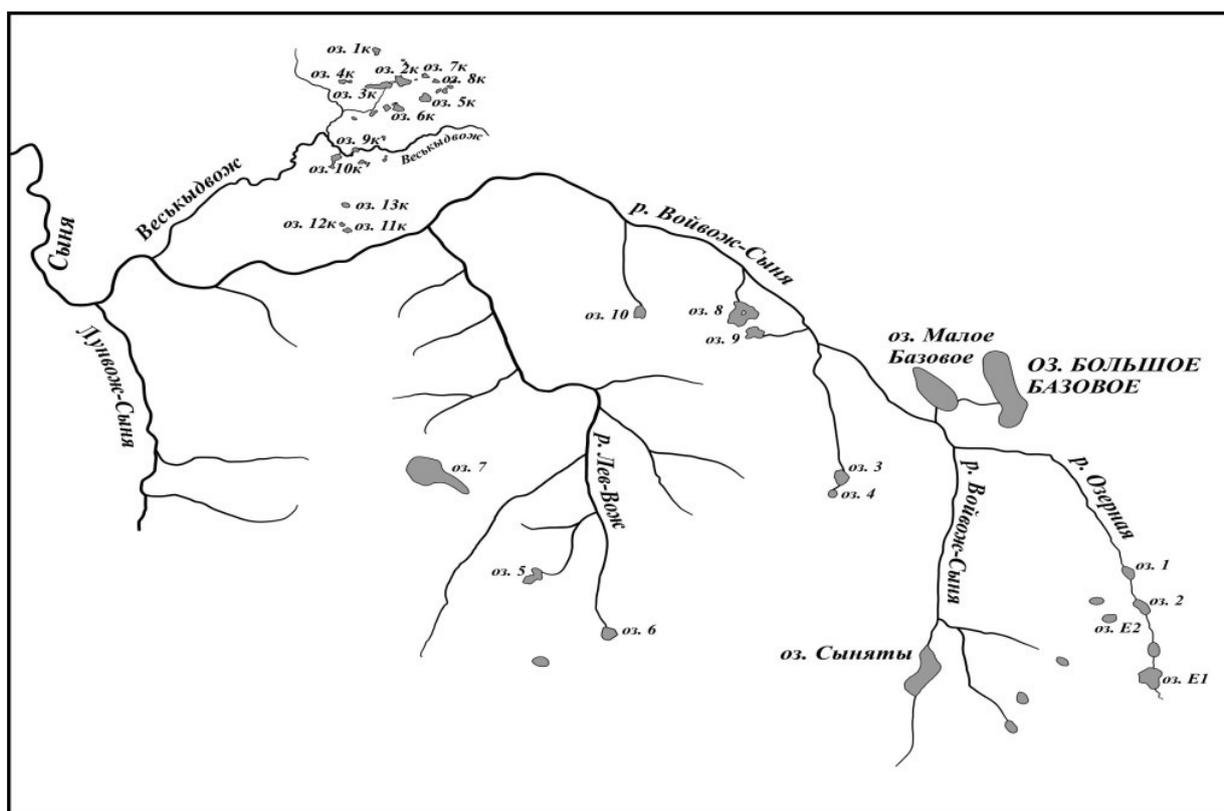


Рис. 2. Карта-схема озер бассейна р. Войвож-Сыня

В рыбных озерах, расположенных на высоте свыше 500 м над уровнем моря, как правило, доминирует арктический голец, и лишь в озере Сыняты – европейский хариус (рис. 3). В этом высотном градиенте также представлены речной гольян и налим. На уровне 300–400 м в рыбной части водных сообществ преобладают либо европейский хариус, либо речной гольян. Появляется окунь, доля которого в Малом и Большом Базовых озерах варьирует от 18,6 до 28,8%.

В карстовых озерах на высоте 100–300 м над уровнем моря сформировалось рыбное население, существенно отличающееся от водоемов более высокогорных районов водосбора р. Войвож-Сыня. Здесь доминируют либо окунь, либо, реже, окунь и плотва. В двух озерах обитает единственный вид рыб – озерный гольян.

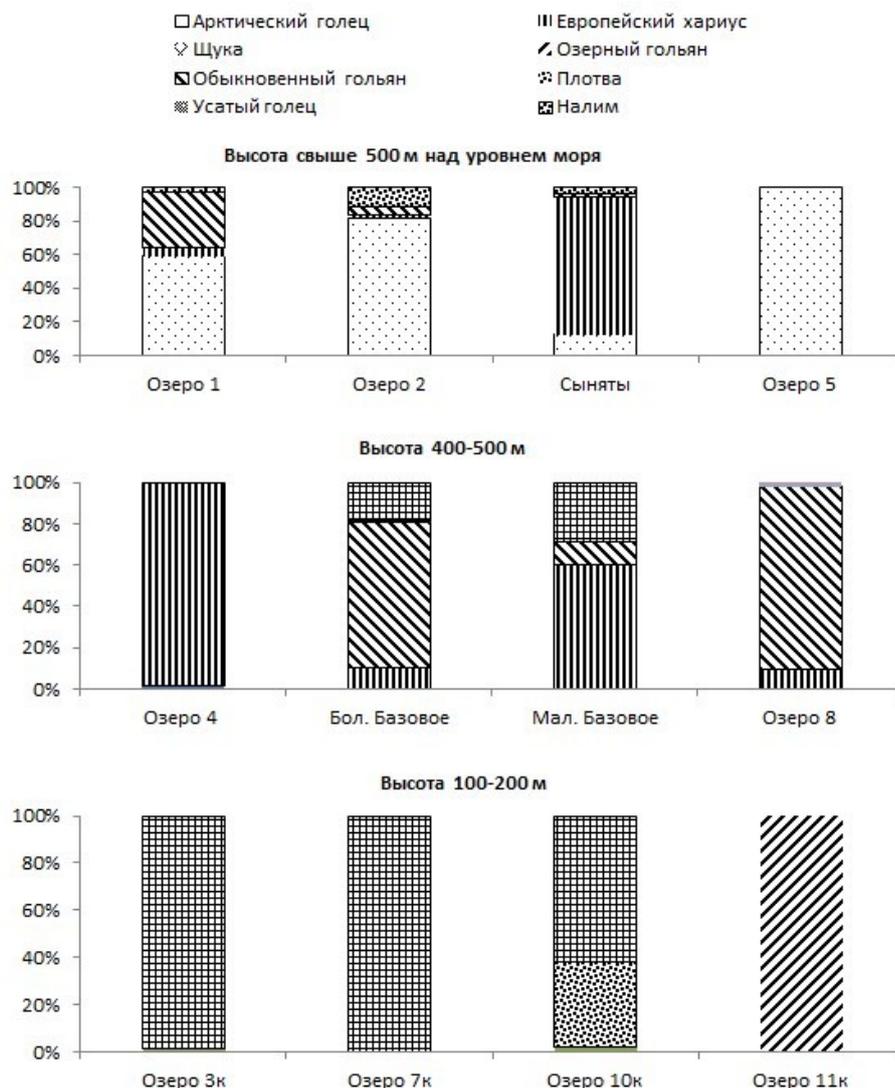


Рис. 3. Состав рыбного населения горных и предгорных озер бассейна р. Войвож-Сыня

Представленные в работе материалы существенно расширяют наши представления о биологическом разнообразии водных экосистем высоких широт, в частности, до последнего времени остававшихся слабо изученными в этом отношении водоемов западных склонов Приполярного и Полярного Урала. Полученные данные о структуре рыбного населения и обитании рыб в условиях длительной изоляции вдали от их основных ареалов дают дополнительную информацию об их связи с геологической и, в первую очередь, ледниковой историей Урала, и происхождением, в значительной степени обусловленным взаимным влиянием сибирской и европейской фаун в зоне их контакта на границе водосборов рек Печора и Обь.

*Работа выполнена в рамках государственного задания по теме «Распространение, систематика и пространственная организация фауны и населения наземных и водных животных таежных и тундровых ландшафтов и экосистем европейского северо-востока России», № АААА-А17-117112850235-2.*

### Библиографический список

1. Detmer T., Lewis W. M. Influences of fish on food web structure and function in mountain lakes // *Freshw Biol.* 2019. Vol. 64, No. 9. P. 1572–1583. doi: 10.1111/fwb.13352
2. Distribution of fishes in the Rio Guayalejo-Rio Tamesi system and relationships with environmental factors in northeastern Mexico / L. Garcia-De, J. Francisco, S. Hernandez et al. // *Environmental Biology of Fishes.* 2018. Vol. 101. Is. 1. P. 167–180.
3. Fish assemblages in deep Italian subalpine lakes: history and present status with an emphasis on non-native species / P. Volta, E. Jeppesen, P. Sala, S. Galafassi, C. Fogliani, C. Puzzi, I. J. Winfield // *Hydrobiologia.* 2018. Vol. 824, No. 1. P. 255–270. doi: 10.1007/s10750-018-3621-0
4. Long-term ecological changes in Mediterranean mountain lakes linked to recent climate change and Saharan dust deposition revealed by diatom analyses / C. Perez-Martínez, K. M. Ruhland, J. P. Smol, V. J. Jones, J. M. Conde-Porcuna / *Science of The Total Environment.* 2020. Vol. 727. P. 138519. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.138519
5. Mee J. A., Robins G. L., Post J. R. Patterns of fish species distributions replicated across three parallel rivers suggest biotic zonation in response to a longitudinal temperature gradient // *Ecol Freshw Fish.* 2018. Vol. 27, No. 1. P. 44–61. doi: 10.1111/eff.12322
6. Robinson J. L., Rand P. S. Discontinuity in fish assemblages across an elevation gradient in a southern Appalachian watershed, USA // *Ecology Freshwater Fish.* 2005. Vol. 14, No. 1. P. 14–23. doi: 10.1111/j.1600-0633.2005.00063.x
7. Tiberti R., von Hardenberg A., Bogliani G. Ecological impact of introduced fish in high altitude lakes: a case of study from the European Alps // *Hydrobiologia.* 2014. Vol. 724, No. 1. P. 1–19. doi: 10.1007/s10750-013-1696-1
8. da Costa I. D., Petry A. C., Mazzoni R. Responses of fish assemblages to subtle elevations in headwater streams in southwestern Amazonia // *Hydrobiologia.* 2018. Vol. 809. P. 175–184.
9. Пономарев В. И., Лоскутова О. А. Влияние высотного градиента на структуру водных сообществ бассейна реки Вангыр (Приполярный Урал) // *Экология.* 2020. № 1. С. 62–71. doi: 10.31857/S0367059720010096
10. Пономарев В. И. Рыбы озер западных склонов Приполярного и Полярного Урала // *Известия Коми научного центра УрО РАН.* 2017. Вып. 2 (30). С. 16–29.

## ВИДОВОЕ И ТАКСОНОМИЧЕСКОЕ БОГАТСТВО ОДОНАТОФАУНЫ (INSECTA: ODONATA) КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА

**В. Б. Пышкин**<sup>1,2</sup>, **И. Л. Прыгунова**<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского,*  
*vpbiskrim@mail.ru*

<sup>2</sup> *Филиал Московского государственного университета в г. Севастополе*

Созданная в рамках программы *CrimInsecta* база данных «*Odonata*» по таксономии, экологии и хорологии стрекоз Крыма позволила выделить комплексы степных и горнолесных экосистем полуострова, изучить их таксономическую структуру и разнообразие.

Ключевые слова: Крым, экосистема, насекомые, стрекозы, биологическое разнообразие.

Стрекозы – наиболее заметные насекомые на нашем полуострове. Из-за яркой окраски, своего размера и привлекательности они уже более ста лет являются излюбленным объектом изучения естествоиспытателей. Активное изучение одонатофауны Крымского полуострова началось в начале прошлого века А. А. Браунером [1, 2], А. Н. Бартеневым [3], Г. В. Артоболевским [4] и многих других энтомологов, но их биоразнообразие, экология и хорология все еще остаются малоизученными.

Работу выполняли в рамках проекта *BisCrim*: создание биогеоинформационной модели Крыма, с использованием геоинформационных технологий компании *ESRI* [5], по программе *CrimInsecta*. Её основой является информационная система, предназначенная для сбора, хранения и объединения авторских разработок по видовому составу, экологии, хорологии и биоразнообразию насекомых Крыма [6]. Для создания базы данных программы, помимо наших сборов материала по традиционным в энтомологии методикам, использовали материалы фондовой коллекции насекомых КФУ, многих частных коллекций, многочисленные литературные источники [7–10].

Проведенный анализ коллекционного и литературного материала по стрекозам Крыма показал наличие на полуострове 50 видов, для которых достоверно известны места их нахождения. Фауна стрекоз на полуострове представлена: 2 подотрядами, 6 надсемействами, 7 семействами, включающими 18 родов.

Ядром биоразнообразия одонатофауны полуострова являются виды семейства *Libelluloidea* подотряда разнокрылых стрекоз *Zygoptera* Selys, 1854. Это семейство представлено двумя подсемействами, которые объединяют четыре рода с 15 видами, или 30,6% всех видов одонатокомплекса полуострова. Менее разнообразны семейства *Aeshnidae* два рода которого объединяют 18,4% всех видов и *Coenagrionidae* с тремя родами и 16,3% всех видов. Гораздо менее разнообразны в Крыму семейства: *Lestidae* (12,2% видов) и *Platycnemididae* (11% видов). Семейства *Calopterygidae* и *Gomphidae* на Крымском полуострове представлены всего двумя видами стрекоз в каждом.

Фауна равнокрылых стрекоз Европы представлена 37 видами, в Крыму пока известно только 24 вида. В Европе подотряд *Anisoptera* объединяет три надсемейства (*Calopterygoidea*, *Lestoidea*, *Coenagrionoidea*) с пятью семействами: *Calopterygidae*, *Lestidae*, *Platycnemididae*, *Coenagrionidae* и *Euphaeidae*. Для Крымского полуострова известны представители всех перечисленных семейств, кроме последнего. Семейство *Calopterygidae* представлено в Европе одним родом *Calopteryx* с тремя видами, два из которых широко распространены в Крыму: *C. virgo* Linnaeus, 1758 и *C. splendens* Harris, 1782. Семейство *Lestidae* в Европе объединяет два рода: *Lestes* Leach, 1815 с шестью видами и *Sympetrum* с двумя видами, все они известны и для Крыма. Из трех отмеченных для Европы видов семейства *Platycnemididae* с единственным родом *Platycnemis* Burmeister, 1839 в Крыму встречается один: *P. pennipes* Pallas, 1771. Самое большое в Европе семейство равнокрылых стрекоз – *Coenagrionidae* представлено 8 родами с 22 видами, в Крыму представлено –

7 родами с 12 видами. Виды родов *Pyrrhosoma* Charpentier, 1840 (один вид), *Erythromma* Charpentier, 1840 (два), *Cercion* Navas, 1907 (один), *Nehalennia* Selys, 1850 (один) распространены в Крыму. Род *Coenagrion* Kirby, 1890 в Европе объединяет 11 видов, а в Крыму 5 видов. В Крыму встречаются: *C. scitulum* Rambur, 1842; *C. lunulatum* Charpentier, 1840, *C. armatum* Charpentier, 1840; *C. puella* Linnaeus, 1758; *C. pulchellum* Van Linden, 1825. Род *Ischnura* Charpentier, 1840 в Европе представлен четырьмя видами, два из которых: *I. pumilio* Charpentier, 1825 и *I. elegans* Van. Linden, 1820 встречаются в Крыму.

Гораздо хуже на полуострове изучена фауна разнокрылых стрекоз, которая здесь в настоящее время представлена 26 видами, в Европе – 77. Из трех подсемейств: Aeshnoidea, Libelluloidea и Cordulegestroidea, подотряда Anisoptera, представленных в Европе, в Крыму отсутствуют виды только последнего.

В крымской фауне разнокрылых стрекоз, в отличие от европейской, наиболее разнообразно в систематическом плане надсемейство Aeshnidae, представленное двумя семействами: Aeshnidae и Gompidae, с двумя подсемействами в каждом.

Наибольшее количество видов разнокрылых стрекоз Крыма содержит подсемейство Aeshninae. Это виды рода *Aeshna* Fabr., 1775: *A. juncea* L., 1758, *A. mixta* Latr., 1805, *A. grandis* L., 1758, *A. isosceles* Mull., 1767, *A. cyanea* Mull., 1764, *A. viridis* Ever., 1836, *A. grandis* L., 1758; и рода *Anax* Leach., 1815: *An. imperator* Leach., 1815, *An. parthenope* Selys, 1839.

Из двенадцати видов фауны стрекоз Европы семейства Gompidae только два встречаются в Крыму: *Gomphus vulgatissimus* L., 1758 и *Onychogomphus forcipatus* L., 1758.

Из двух семейств: Corduliidae и Libellulidae, надсемейства Libelluloidea, последнее, в европейской фауне представлено семью подсемействами из которых в Крыму отмечено два: Libellulinae и Sympetrinae, объединяющих 15 видов. Для семейства Corduliidae с его тремя подсемействами и девятью видами из Крыма неизвестно ни одного.

Большинство видов стрекоз – типичные эврибионты, но на Крымском полуострове абсолютную аazonальность проявляет меньшая их часть. Границы распространения всех крымских видов выходят далеко за пределы полуострова, но внутри последнего, природные зоны и ареалы крымских популяций многих видов имеют общее направление – они вытянуты по широте, что отражает их зависимость от всех экологических факторов и прежде всего от климатических.

По отношению к природным зонам полуострова все виды стрекоз можно разделить на следующие группы:

– виды, ограниченные в распространении определённой зоной. Так, только в степной зоне полуострова встречаются: *L. macrostigma* Ever., 1836, *N. speciosa* Charp., 1840, *S. vulgatum* L., 1758, *O. albistylum* Selys, 1848. Только в горной зоне – *P. pennipes* Pallas., 1771, *E. najas* Hans., 1823. Кроме Южного

берега Крыма (ЮБК) нигде не встречаются: *L. virens* Charp., 1825. Большинство крымских видов обнаружено в предгорье, хотя, возможно, это связано с тем, что эта зона исследовалась лучше других. Лишь для этой зоны отмечены: *A. viridis* Ever., 1836, *A. grandis* L., 1758, *L. quadrimaculata* L., 1758.

– виды, более свойственны определённой зоне, но в той или иной степени уходящие за её пределы, могут встречаться в сходных биотопах только двух зон. Виды характерные только для степной и предгорной зоны: *S. annulata* Selys., 1887, *E. viridulum* Charp., 1840, *S. flaveolum* L., 1758. Характерные виды только для предгорной и горной зон: *P. pennipes* Pall., 1771, *C. virgo* L., 1758, *O. forcipatus* L., 1758. В Предгорье и на ЮБК зарегистрирован только *L. sponsa* Hans., 1823.

– виды с хорошо выраженной аazonальностью в распространении по полуострову, встречающиеся в трёх и более зонах. В степной, предгорной и горной зонах встречаются: *E. cyathigerum* Charp., 1840, *C. ornatum* Selys., 1840, *C. puella* L., 1758, *A. imperator* Leach, 1815, *A. Parthenope* Selys, 1883, *O. brunneum* Fonsc., 1837. Виды, встречающиеся во всех зонах кроме Степной провинции: *C. virgo* L., 1758, *C. spendens* Harris, 1782, *P. pennipes* Pallas, 1771, *Libellula depressa* Lin., 1758 и др.

На Крымском полуострове можно выделить:

– массовые виды – *Platycnemis pennipes* Pall., 1771, *Ischnura elegans* V. Lindl., 1820, *Ischnura puilio* Charp., 1825, *Coenagrion puella* L., 1758, *Orthetrum brunneum* Fonsc., 1837 – которые встречаются повсеместно и в большом количестве особей, являются составной, характерной частью определённого ландшафта.

– обычные виды: *Lestes barbarus* F., 1793, *Sympycta fusca* V. Lind., 1820, *Enallagma cyathigerum* Charp., 1840, *Coenagrion scitulum* Ramb., 1842, *Aeschna juncea* Lin., 1758, *A. isosceles* Mull., 1767, *Anax imperator* Leach., 1815, *A. parthenope* Selys., 1883, *Libellula depressa* L., 1758, *Crocothemis erythraea* Brul., 1832, *Sympetrum meridionale* Selys., 1841, *S. striolatum* Charp., 1840 – которые ограничены в своём распространении определёнными биотопами, размножаются, как правило, не в очень больших количествах и характеризуют определённый биотоп.

– редкие виды обычно не способные к массовому размножению и благодаря своей стенобионтности встречаются ограничено на небольших участках местности: *Lestes macrostigma* Ever., 1836, *Sympycta annulata* Selys., 1887, *Coenagrion pulchellum* V. Lind., 1825, *Erythromma viridulum* Charp., 1840, *Onychogomphus forcipatus* L., 1758, *Sympetrum flaveolum* L., 1758, *S. pedemonotatum* All., 1766, *S. sanguineum* Mull., 1764.

– очень редкие виды, встречаются лишь отдельными особями и могут быть обнаружены лишь при многолетнем изучении фауны: *Coenagrion lunulatum* Char., 1840, *Lestes virens* Charp., 1825, *L. viridis* Lind., 1825, *L. sponsa* Hans., 1823, *L. dryas* Kirby., 1890, *Nehalennia speciosa* Charp., 1840, *Aeschna viridis* Ever., 1836, *A. grandis* L., 1758, *Orthetrum albistylum* Selys., 1848, *Sympetrum depressiusculum* Selys., 1841, *S. vulgatum* L., 1758.

В последние годы в Крыму погодные условия стали довольно жесткими. Температура воздуха возросла на 2,6 °С выше среднемноголетней, а количество осадков уменьшилось почти в два раза. Свой отпечаток накладывают как процессы глобального потепления, сопровождающиеся повышением аридности климата, так и прекращение функционирования Северо-Крымского канала по которому полуостров получал 85% потребляемой воды. В связи с этим исчезли многие биотопы стрекоз не только в Степном, но и в Горном Крыму. Все это, несомненно, в ближайшее время скажется, как на численности популяций, так и на всей биоразнообразии стрекоз полуострова.

#### Библиографический список

1. Браунер А. Заметки о стрекозах Херсонской губернии и Крыма // Зап. Ново-рос. о-ва натуралистов. 1902. Т. 24. С. 73–102.
2. Браунер А. Заметки о стрекозах (Odonata) // Рус. энтомол. обозрение. 1903. № 2. С. 89–91.
3. Бартнев А. Н. К фауне стрекоз Крыма // Ежегод. Зоол. музея. 1912. Т. 17. С. 281–288.
4. Артоболевский Г. В. Стрекозы Крыма // Бюл. о-ва натуралистов и друзей природы. 1929. Т. 11. С. 139–150.
5. Пышкин В. Б., Тарасов Ю. Э. Биоразнообразие Крыма: проект *BisCrim* // Экосистемы Крыма их оптимизация и охрана. Симферополь, 2003. Вып. 13. С. 184–188.
6. Пышкин В. Б., Рыбка Т. С. Создание региональных баз данных насекомых: проект *CrimInsecta* // Динамика научных исследований-2004. Днепропетровск, 2004. С. 26–27.
7. Киселёва Г. А., Вершицкий В. И. Одонатофауна в водных экосистемах Крыма // Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана. Симферополь, 1998. Вып. 10. С. 38–41.
8. Пышкин В. Б., Естафьев И. Л. Биоразнообразие Крыма: *Insecta, Odonata*. Культура народов Причерноморья. Симферополь, 2005. № 56. Т. 2. С. 131–136.
9. Пышкин В. Б., Громенко В. М. Таксономическое биоразнообразие стрекоз Крыма (*Insecta, Odonata*). Научный потенциал Мира Серия: География. Т. 4. Днепропетровск : Наука и освіта, 2004. С. 30–32.
10. Пышкин В. Б., Прокопов Г. А. К фауне равнокрылых стрекоз Крыма (*Odonata, Zygoptera*) // Тез. докладов VI съезда Украинского энтомологического общества. Белая Церковь, 2003. С. 101.

## ТОКСИЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ В ОРГАНАХ, ТКАНЯХ РЫБ РАЗЛИЧНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ГРУПП, В СРЕДЕ ОБИТАНИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ РИСК ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ

С. В. Русских<sup>1</sup>, О. В. Никитин<sup>1</sup>, В. З. Латыпова<sup>1,2</sup>,  
Н. Ю. Степанова<sup>1</sup>, Ф. М. Шакирова<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Казанский (Приволжский) федеральный университет,

<sup>2</sup> Институт проблем экологии и недропользования Академии наук  
Республики Татарстан,

<sup>3</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и  
океанографии, Татарский филиал ФГБНУ «ВНИРО», «ТатарстанНИРО»,  
olnova@mail.ru

В статье дана оценка уровня содержания токсичных химических элементов в органах и тканях рыб различных экологических групп (бентофаг – лещ (*Abramis brama*); планктофаг – синец (*Abramis ballerus*); хищник – судак (*Sander lucioperca*)), выявлены некоторые закономерности накопления токсичных элементов в органах и тканях изученных видов рыб и в среде обитания (вода, донные отложения); оценен экологический риск здоровью населения.

Ключевые слова: токсичные химические элементы, рыбы, вода, донные отложения, экологический риск здоровью населения.

За более чем шесть десятилетий существования Куйбышевского водохранилища вода в водоеме по многим данным перешла из категории практически «питьевой» в класс качества 4б «вода грязная». Рыбы, находясь на верхнем трофическом уровне, являются основным кумулятором многих токсичных веществ, в том числе ионов токсичных химических элементов, которые в течение всего онтогенеза поступают из среды обитания (воды, донных отложений) и компонентов пищевого субстрата и аккумулируются в различных органах и тканях рыб [1–3].

Целью данной работы является оценка уровня содержания и выявление некоторых закономерностей накопления токсичных химических элементов первых трех групп опасности (Cd, Cu, Pb, Hg, Zn) в органах и тканях различных видов рыб Куйбышевского водохранилища в акватории вод Республики Татарстан (РТ) (бентофаг – лещ (*Abramis brama*); планктофаг – синец (*Abramis ballerus*); хищник – судак (*Sander lucioperca*)) и в среде обитания, а также оценка экологического риска здоровью населения при употреблении рыбы, содержащей токсичные химические элементы.

В работе использовали ихтиологический материал, собранный в период летне-осенних экспедиционных выездов на НИС «Академик Берг» на 8 створах и 5 станциях контроля в Куйбышевском водохранилище в акватории вод

Республики Татарстан, силами сотрудников «ТатарстанНИРО» и Казанского федерального университета (КФУ).

Пробоподготовку биопроб, проб воды и донных отложений проводили согласно общепринятой методике, анализ проводили в лаборатории экологического КФУ по методикам, рекомендованным в системе экологического мониторинга. Для определения содержания токсичных химических элементов (Cd, Cu, Pb, Hg, Zn) в органах и тканях (мышцы, печень, гонады) в образцах особей исследуемых видов рыб 5–9 летнего возраста и в компонентах среды обитания (вода, донные отложения) использовали атомно-эмиссионный спектральный метод с индуктивно связанной плазмой (ICPE-9000, Shimadzu).

Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета программ Statistica 8.0.

В работе на основе экспедиционных выездов и лабораторных экспериментальных исследований получен массив данных по содержанию токсичных химических элементов (Cd, Cu, Pb, Hg, Zn) в органах и тканях (мышцах, печени, гонадах) рыб 5–9 летнего возраста различных экологических групп.

В Российской Федерации и странах ЕАЭС содержание токсичных элементов в рыбе и морепродуктах регулируется Техническим регламентом Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» [4], куда оно было перенесено из нормативов (СанПиН 2.3.2.1078-01). Ранее действующие и широко используемые предельно допустимые концентрации тяжелых металлов и мышьяка в продовольственном сырье и пищевых продуктах (утв. Главным государственным санитарным врачом СССР 31 марта 1986 г. N 4089-86) [5], были отменены Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 27.07.2020 N 23.

Для обсуждения уровня содержания токсичных элементов в рыбе Куйбышевского водохранилища в пределах акватории РТ использованы полученные результаты анализа проб мышечной ткани. Полученные и статистически обработанные результаты количественного химического анализа содержания токсичных элементов в мышечной ткани исследованных видов рыб не более, чем 10% в среднем превышает принятые в РФ нормативы содержания в мышечной ткани рыбы, действующие ранее [5]. Норматив не был превышен ни в одной из исследованных проб по содержанию Cd, Cu, Pb и Zn в мышцах рыб; кратность ( $> 1$ ) превышения норматива наблюдается для Cd в мышечной ткани леща; повышенное относительно нормативного значения накопление Pb в организме зоопланктофага (синец) может быть связано с загрязнением его пищевого ресурса – зоопланктона. Содержание ионов ртути практически во всех исследованных биологических образцах статистически незначимо, в отличие от результатов предыдущих исследований [6], когда ртуть в рыбе Куйбышевского водохранилища достоверно обнаруживалась.

Меньшей способностью к накоплению токсичных химических элементов по сравнению с другими видами рыб характеризуется синец.

В целом содержание токсичных элементов Cd, Cu, Pb и Zn в исследованных пробах рыб Куйбышевского водохранилища в акватории РТ повышается в ряду органов: мышцы, печень, гонады.

Выявлены некоторые закономерности по степени накопления токсичных химических элементов в органах и тканях исследованных видах рыб.

В таблице 1 приведены ряды по снижению накопления токсичных элементов в исследованных биопробах. Полученные результаты сгруппированы в соответствии с экологической группой рыб (планктофаги, бентофаги и хищники).

Таблица 1

**Относительное содержание токсичных химических элементов первых трех групп опасности в органах и тканях рыб различных экологических групп (ряды по снижению накопления)**

Рыбы	Мышцы	Печень	Гонады
Лещ	Zn>Cu>Pb>Cd>Hg	Zn>Cu>Pb>Cd>Hg	Zn>Cu>(Cd-Pb)>Hg
Синец	Zn>(Cu-Pb)>Hg>Cd	Zn>Cu>Pb>Cd>Hg	Zn>(Cu-Pb)>(Cd-Hg)
Судак	Zn>(Cu-Pb)>Cd>Hg	Zn>Cu>Pb>Cd>Hg	Zn>(Cu-Pb)>(Cd-Hg)

Содержание Cu и Zn статистически достоверно различается во всех исследованных пробах органов и тканей рыб. Именно Cu и Zn возглавляют все представленные в таблице ряды накопления химических элементов в органах и тканях исследованных рыб. Это определяется избыточным природно-обусловленным содержанием ионов Cu и Zn в воде, связанным с геохимией региона, с составом водовмещающих пород. Ионы Cu у всех видов рыб накапливаются преимущественно в печени, которая вносит наибольший вклад в детоксикацию ядов в организме. Способность к накоплению проявляют также Pb и Cd – химические элементы 1 и 2 классов опасности. У судака, в отличие от других видов рыб, Pb накапливается преимущественно в гонадах. В целом содержание металлов повышается в ряду органов: мышцы, печень, гонады.

Определено также содержание токсичных элементов в вода (в) и донных отложениях (ДО). Выявлена статистически значимая (положительная либо отрицательная) корреляция ( $p < 0.05$ ) содержания токсичных элементов в тканях, органах рыб, в воде и донных отложениях (табл. 2).

Таблица 2

**Статистически значимая ( $p < 0.05$ ) парная корреляция содержания токсичных элементов в тканях, органах рыб и в среде обитания**

Характер ранговой корреляции Спирмена	Пары токсичных элементов	
	1	2
<i>Система: вода – донные отложения – мышцы рыб</i>		
Положительная	Cd <sub>в</sub> -Cd <sub>м</sub> , Cd <sub>в</sub> -Hg <sub>м</sub> , Cu <sub>м</sub> -Pb <sub>м</sub> , Zn <sub>м</sub> -Cd <sub>м</sub> , Zn <sub>м</sub> -Cu <sub>м</sub> , Zn <sub>м</sub> -Pb <sub>м</sub>	
Отрицательная	Cu <sub>в</sub> -Cd <sub>м</sub> , Cu <sub>в</sub> -Zn <sub>м</sub> , Pb <sub>в</sub> -Cu <sub>м</sub> , Cu <sub>до</sub> -Zn <sub>м</sub>	
<i>Система вода – донные отложения – печень рыб</i>		
Положительная	Cu <sub>п</sub> - Cd <sub>п</sub> , Cu <sub>п</sub> -Hg <sub>п</sub> , Cu <sub>п</sub> -Pb <sub>п</sub> , Cu <sub>п</sub> -Zn <sub>п</sub> , Hg <sub>п</sub> -Pb <sub>п</sub> , Zn <sub>п</sub> -Pb <sub>п</sub> , Cd <sub>п</sub> -Pb <sub>п</sub> , Cd <sub>п</sub> -Zn <sub>п</sub>	

1	2
Отрицательная	Cu <sub>в</sub> - Cd <sub>п</sub> , Cu <sub>в</sub> - Zn <sub>п</sub> , Cu <sub>до</sub> - Cd <sub>п</sub> , Pb <sub>до</sub> - Cu <sub>п</sub>
<i>Система вода – донные отложения – гонады рыб</i>	
Положительная	Cd <sub>г</sub> -Cu <sub>г</sub> , Cd <sub>г</sub> -Pb <sub>г</sub> , Cu <sub>г</sub> -Pb <sub>г</sub> , Cu <sub>г</sub> -Zn <sub>г</sub> , Zn <sub>г</sub> -Pb <sub>г</sub> ; Cd <sub>в</sub> -Pb <sub>г</sub>
Отрицательная	Cu <sub>в</sub> -Cu <sub>г</sub> , Cu <sub>до</sub> -Cu <sub>г</sub> , Cu <sub>до</sub> -Pb <sub>г</sub> , Pb <sub>в</sub> -Zn <sub>г</sub>

Выявлена также статистически значимая положительная связь накопления следующей пары элементов в среде обитания: Zn<sub>в</sub>-Cu<sub>до</sub> ( $p < 0,05$ ).

Лещи, в процессе жизнедеятельности, контактирующие с донными отложениями, отличаются от других видов рыб высоким содержанием Cd, а также Zn и Pb в организме, что может свидетельствовать о локализации этих элементов в придонных слоях воды.

В распределении Cu по особям рыб не выявлено значительных различий, поэтому можно говорить об относительно равномерном распределении этого элемента по компонентам водохранилища.

В связи с отсутствием нормативов содержания большинства исследованных элементов в пресноводной рыбе [4] актуальным является поиск критериев оценки уровня безопасности для здоровья человека при употреблении рыбы, содержащей токсичные химические элементы. Таким критерием может служить уровень канцерогенного и неканцерогенного риска ( $\Sigma\text{ТНҚ}$ ) для разных контингентов населения: взрослые и дети. Полученные значения показателя ( $\Sigma\text{ТНҚ} = 0,13\text{--}1,00$ ) характеризуют суммарный неканцерогенный риск здоровью взрослого и детского населения как низкий. При употреблении в пищу леща риск здоровью населения определен как средний ( $\Sigma\text{ТНҚ} = 1,10$ ) с наибольшим вкладом в суммарную величину экологического риска содержания соединений кадмия в мышцах.

Результатами исследований показано, что уровень содержания токсичных элементов в мышечной ткани исследованных видов рыб в среднем не более, чем на 10% превышает принятые в России нормы для свежей охлажденной и мороженой пресноводной рыбы. Выявлены некоторые закономерности по степени накопления токсичных химических элементов в органах и тканях исследованных видов рыб и среде обитания и проведена оценка экологического риска здоровью населения при употреблении рыбы, содержащей токсичные химические элементы.

Перспективными будут исследования, посвященные изучению содержания токсичных элементов в пищевом субстрате и выявлению динамики качества водных биологических ресурсов Куйбышевского водохранилища в ретроспективе лет.

*Авторы выражают благодарность сотрудникам ТО ГосНИОРХ и КФУ за отлов рыбы на НИС «Академик Берг», а также инженеру КФУ И. Б. Выборновой за участие в химико-аналитических исследованиях.*

### Библиографический список

1. Куйбышевское водохранилище: экологические аспекты водохозяйственной деятельности / под науч. редакцией В. З. Латыповой, О. П. Ермолаева, Н. П. Торсуева, В. А. Кузнецова, А. А. Савельева, Ф. Ф. Мухаметшина. Казань : Изд-во Фолианть, 2007. 321 с.
2. Минакова Е. А., Мухаметшин Ф. Ф., Шлычков А. П. Многолетняя динамика качества поверхностных вод Куйбышевского водохранилища по гидрохимическим показателям в современный период // Чистая вода. Казань : сб. трудов IX Междунар. конгресса. 2018. С. 126 – 130.
3. Новый подход к оценке состояния запасов рыб на примере леща / В. Г. Терещенко, Ф. М. Шакирова, В. З. Латыпова, Н. Ю. Степанова, Ю. А. Северов, О. К. Анохина, А. Р. Гайсин, А. В. Гранин, Р.Р. Нуретдинов // Теоретическая и прикладная экология. 2020. № 3. С. 57 – 64. doi: 10.25750/1995-4301-2020-3-097-104
4. ТР ТС 021/2011. Технический регламент Таможенного союза. О безопасности пищевой продукции.
5. Предельно допустимые концентрации тяжелых металлов и мышьяка в продовольственном сырье и пищевых продуктах (утв. Главным государственным санитарным врачом СССР 31 марта 1986 г. N 4089-86. До 01.03.2021).
6. Опасность загрязнения промысловых рыб Куйбышевского водохранилища тяжелыми металлами / Л. К. Говоркова, Н. Ю. Степанова, О. К. Анохина, О. Г. Яковлева, В. З. Латыпова // Безопасность жизнедеятельности. 2004. № 2. С. 45–51.

## ИХТИОФАУНА СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ЕНИСЕЙ

**О. П. Сидорова, О. В. Масленникова**

*Вятский государственный агротехнологический университет,  
olgasidorova22091998@mail.ru, olgamaslen@yandex.ru*

В статье представлены результаты исследований ихтиофауны реки Енисей на территории заповедника «Центральносибирский». Определена половая и возрастная структура 79 рыб в р. Енисей и в устьях рек Инзыревки и Лебедянки, таких как щука (*Esox lucius*), окунь (*Perca fluviatilis*), тугун (*Coregonus tugun*), плотва (*Rutilus rutilus*), язь (*Leuciscus ibus*), лещ (*Abramis brama*), стерлядь (*Acipenser ruthenus*). Были оценены морфометрические показатели, определён видовой состав фауны паразитов рыб в р. Енисей.

Ключевые слова: река Енисей, ихтиофауна, морфометрические показатели, половозрастная структура, паразиты рыб.

В своей хозяйственной деятельности человек активно воздействует на естественные природные ресурсы. Водные ресурсы также подвергнуты сильному антропогенному влиянию и нуждаются в постоянном контроле за их состоянием. За последние десятилетия в ихтиофауне водных объектов произошли существенные изменения, связанные с антропогенным воздействием. Наиболее значимыми факторами явились зарегулирование стока рек в результате гидростроительства и акклиматизации новых видов рыб [1]. Экосистемы пресных водоемов являются весьма уязвимыми объектами природной среды. Поэтому необходимо осуществление мониторинга.

Основными факторами воздействия при строительстве водохранилищ на водные биоресурсы Енисея являются: изменение структуры и состава ихтиоценоза, снижение видового разнообразия гидробионтов, нарушение условий нагула, миграций и зимовки рыб, изменение или деградация нерестилищ, изменение структуры, состава и продуктивности кормовой базы рыб [2].

Исследование р. Енисей с точки зрения мониторинга условий обитания рыб, представляет интерес для изучения экологической пластичности видов, возникновения адаптаций, изменения их биологических характеристик, что, в свою очередь, дает возможность экологического прогнозирования развития ихтиоценоза при зарегулировании водоемов.

Цель данной работы: охарактеризовать видовое разнообразие ихтиофауны и оценить основные экологические характеристики доминирующих видов рыб в р. Енисей и его притоках на территории заповедника «Центральносибирский».

Материал был собран с начала июля по конец августа 2019 г. на территории биосферного заповедника «Центральносибирский» в бассейне р. Енисей, а также в устьях рек Инзыревки и Лебедянки.

Исследовано 79 экземпляров рыб, из них 29 тугунов (*Coregonus tugun*), 28 щук (*Esox lucius*), 14 окуней (*Perca fluviatilis*), 3 плотвы (*Rutilus rutilus*), 2 язя (*Leuciscus ibus*), 2 стерляди (*Acipenser ruthenus*), 1 лещ (*Abramis brama*). Тугун и стерлядь выловленные в р. Енисей были изъяты у браконьеров.

Промеры сняты с 79 рыб для оценки морфометрических параметров каждой особи: абсолютная длина тела ( $L$ ), промысловая длина тела ( $l$ ), обхват тела ( $O$ ), наибольшая высота тела ( $H$ ), наибольшая толщина тела ( $T$ ) и длина головы ( $C$ ). Проводилось вскрытие рыб для определения пола, а также измеряли массу рыбы [3]. Проведено неполное паразитологическое вскрытие 79 рыб [4]. Рассчитывали показатели экстенсивности инвазии (ЭИ), интенсивности инвазии (ИИ). Полученные данные были статистически обработаны в программе Excel.

Рыбное население реки Енисей представлено 52 видами. На территории биосферного заповедника «Центральносибирский» в реке Енисей водится 35 видов рыб из 7 отрядов (лососеобразные, осетрообразные, карпообразные, тресковые, миноговые, щукообразные, скорпенообразные) [5].

В р. Енисей нами зарегистрировано 8 видов рыб из 5 отрядов: лещ обыкновенный, плотва, язь – карпообразные (Cypriniformes); речной окунь, ёрш – окунеобразные (Perciformes); щука – щукообразные (Esocidae); стерлядь – осетрообразные (Acipenseriformes); тугун – лососеобразные (Salmoniformes). Соотношение отловленных нами видов рыб составляет лишь четвертую часть всех зарегистрированных видов в р. Енисей на территории заповедника – 24%.

Доминантами в р. Енисей, согласно нашей выборки, следует считать такие виды рыб, как тугун (30%), щука (28%), ёрш (20%) и речной окунь (14%). Остальные виды представлены от 1 до 3% встреч.

Кроме того, нами был зарегистрирован инвазивный вид – лещ обыкновенный.

венный, который был акклиматизирован в 1962–1970 гг. в Красноярском водохранилище, через 20 лет занял одно из ведущих мест в промысле [6]. В Красноярском водохранилище произошла натурализация этой рыбы, промысел начат с 1972 г. (улов 0,4 т) а в 1985–1991 гг. вылов достигал 64,3–81,6 т [7].

В ихтиофауне р. Енисей доминируют сорные виды рыб из отряда окунеобразные (окунь и ёрш) – 34%, а также щука – 28%. Вред сорных рыб заключается в том, что они поедают пищу, которой питаются и ценные рыбы. Держатся обычно эти рыбы большими стаями. Поедают большое количество икры ценных рыб, которую иногда уничтожают полностью. Нередко становятся разносчиками различных заболеваний [8]. Инвазивные и сорные рыбы угрожают популяциям ценных видов из отряда лососеобразные (Salmoniformes), поедая в нерест до 80% их икры, а иногда полностью уничтожая ее.

По опросным данным инспекторского состава и сотрудников научного отдела в Енисее ценных видов рыб с каждым годом становится все меньше, и идет увеличение количества сорных рыб, что подтверждается и нашими данными (окунь, ёрш, плотва, лещ и др.).

Статистически обработанные показатели экстерьера рыб представлены в таблице.

Таблица

**Средние значения морфометрических показателей рыб**

Промеры Вид	Абсолютная длина тела (L)	Промысловая длина тела (l)	Наибольшая высота тела (H)	Наибольшая толщина тела (T)	Обхват тела (O)	Длина головы (С)	Количество особей
Щука	66,0±2,3	58,2±2,1	9,9±0,4	5,1±0,3	24,9±0,9	17,4±0,8	28
Окунь	30,5±1,6	26,9±1,5	8,2±0,5	3,4±0,3	18,2±1,1	8,2±0,5	14
Плотва	24,5±4,5	20,1±3,9	6,1±1,3	1,9±0,4	13,9±2,9	4,6±0,9	3
Язь	46,7±0,0	39,8±0,6	12,9±0,3	5,8±0,3	27,4±0,1	9,6±0,1	2
Лещ	32,0	26,2	11,0	2,3	22,2	5,7	1
Тугун	13,1±0,2	11,1±0,1	2,4±0,1	1,0±0,0	6,3±0,1	2,3±0,0	29

Самой крупной рыбой в нашей выборке была щука. Среднее значение абсолютной и промысловой длины тела составило соответственно 66,0±2,3 см и 58,2±2,1 см с большими вариациями. Наибольшие размеры щука имела в возрасте 7+ (восьмилеток) при массе 5,71 кг и длине 94 см. Окунь имел абсолютную длину до 38 см и массу до 580 грамм. Среднее значение промысловой длины тела составило 26,9±1,5 см, а абсолютной - 30,5±1,6 см. Самая мелкая рыба из отряда лососеобразных – тугун. Абсолютная и промысловая длина его составила соответственно 13,1±0,2 и 11,1±0,1 см.

Ихтиофауна р. Енисей представлено возрастными группами от 2+ до 14+ лет. Половозрастная структура щуки в р. Енисей представлена 7 возрастными группами от 2+ до 9+ лет. В уловах преобладали половозрелые особи,

число самцов и самок было одинаковым, лишь 2 особи оказались неполовозрелыми.

Речной окунь в наших уловах был представлен экземплярами 6 возрастных групп от 2+ до 9+ лет. В уловах преобладали половозрелые особи, число самцов и самок было примерно одинаковое с преобладанием самцов (58,3% и 41,7% соответственно), и лишь две особи оказались неполовозрелыми.

Рыбы из семейства карповые (плотва, лещ, язь) были представлены в возрасте от 4+ до 14+ лет. Соотношение полов было одинаковым (2 самца и 2 самки), и два экземпляра не достигли половой зрелости.

Экземпляры тугуна в р. Енисей были представлены возрастными группами от 2+-3+ лет. Все особи были половозрелыми, соотношение полов было одинаково.

По результатам гельминтологического исследования 79 особей паразиты обнаружены у 24 рыб – 30,4% (щука и стерлядь). У них было обнаружено 7 видов паразитов, из них 6 видов представлены паразитическими червями и 1 вид бактерией рода *Pseudomonas*. Щука в р. Енисей на территории заповедника заражена гельминтами на 75%. Гельминтофауна щуки из р. Енисей на территории заповедника представлена 5 видами гельминтов: *Azygia lucii* (Trematoda), *Raphidascaris acus* (Nematoda), *Triaenophorus nodulosus* и *Triaenophorus crassus* (Cestoda), *Acanthocephalus lucii* (Acanthocephala). А также у щуки на поверхности тела обнаружили язвы, вызванные паразитической бактерией *Pseudomonas punctata forma pellis*. Стерлядь заражена 1 видом – нематодой *Cystoopsis acipenseris*.

Из трематод зарегистрирована *Azygia lucii*. Поражено 57% щуки в р. Енисей с интенсивностью инвазии (ЭИ) – 6,25 экз. Из нематод у щуки обнаружены *Raphidascaris acus* с экстенсивностью инвазии 14%, интенсивность инвазии (ИИ) составила – 15 экз.

Зарегистрировано 2 вида цестод: *Triaenophorus nodulosus* и *Triaenophorus crassus*, ЭИ составила по 14%. Интенсивность инвазии (ИИ) *T. crassus* и *T. nodulosus* составила соответственно 4,75 и 3,75 экз.

Найденные нами скребни были представлены 1 видом *Acanthocephalus lucii*. Он обнаружен у 1 щуки, экстенсивность инвазии составила 4%, интенсивность инвазии – 7,0 экз. Данный паразит впервые зарегистрирован нами у щук р. Енисей.

Из 28 отловленных нами щук шесть (21,4%) имели на коже язвы, которые были вызваны бактериями рода *Pseudomonas* (рис.). У щук это заболевание называют чумой. Пойманных щук с такими язвами инспекторы и местные жители выбрасывают обратно в реку или на берег, тем самым способствуя распространению чумы щук в р. Енисей. Возбудителем инфекции щук в пресных водах является *Pseudomonas punctata forma pellis*.



Рис. Инфекционное поражение кожи щук (фото О. П. Сидорова)

У одной стерляди нами был зарегистрирован подкожный паразит из класса *Nematoda* – *Cystoopsis acipenseris*. Он обнаружен под кожей брюшка. Зарегистрировано 15 цист диаметром 5–7 мм.

В результате изучения ихтиофауны среднего течения р. Енисей Центральносибирского биосферного заповедника было зарегистрировано 8 видов рыб из 5 отрядов: карпообразные (плотва, лещ, язь); осетрообразные (стерлядь); лососеобразные (тугун); окунеобразные (окунь, ерш); щукообразные (щука). Соотношение отловленных нами видов рыб составляет лишь четвертую часть – 24% всех зарегистрированных видов в реке Енисей на территории заповедника. Доминантами в р. Енисей, согласно нашей выборки, следует считать такие виды рыб, как тугун (30%), щука (28%), ёрш (20%) и речной окунь (14%). Рыбное население р. Енисей были представлены возрастными группами от 2+ до 14+ лет.

Щука в реке Енисей на территории заповедника заражена гельминтами на 75%. У щуки и стерляди обнаружено 7 видов паразитов. У щуки зарегистрировано 5 видов гельминтов: *Azygia lucii*, *Raphidascaris acus*, *Triaenophorus nodulosus* и *Triaenophorus crassus*, *Acanthocephalus lucii* и 1 вид паразитических бактерий рода *Pseudomonas*. Стерлядь заражена 1 видом паразитических червей *Cystoopsis acipenseris*.

#### Библиографический список

1. Заделёнов В. А. Ресурсы и естественное воспроизводство осетровых рыб бассейна реки Енисей //Летопись природы государственного заповедника «Центральносибирский». 2011. Книга № 23. Архив ГПБЗ «Центральносибирский». С. 41–57.
2. Гадинов А. Н. Экологическое состояние фаунистического комплекса водотока р. Енисей под влиянием зарегулирования : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.02.08. Новосибирск, 2009. 20 с.
3. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). М., 1966. 146 с.
4. Быховская-Павловская И. Е. Паразиты рыб: руководство по изучению. Ленинград : Наука, 1985. 120 с.

5. Труды государственного заповедника «Центральносибирский». Красноярск : ООО «Поликор», 2012. Вып. 2(4). 288 с.
6. Сидорова О. П., Масленникова О. В. Изучение ихтиофауны реки Енисей // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем : материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием : в 2 кн. Киров : ВятГУ, 2019. Кн. 2. С. 366–369.
7. Новиков А. В. Ихтиофауна бассейна Енисея: история изучения и современное состояние // Труды государственного заповедника «Центральносибирский». Красноярск : ООО «Поликор», 2012. Вып. 2 (4). 288 с.
8. Беляев В. И. Сорные рыбы – справочник по рыбоводству и рыболовству. Минск : Ураджай, 1986. 224 с.

## **ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ИХТИОФАУНЫ И ЗООБЕНТОСА ЮЖНО-ГОЛОДНОСТЕПСКОГО КАНАЛА**

*Н. О. Титова<sup>1</sup>, Е. Н. Гинатуллина<sup>1</sup>, Н. Р. Муллабоев<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup> Научно-исследовательский институт рыбоводства,  
narcissus14.07.1990@mail.ru*

*<sup>2</sup> Институт зоологии Академии наук Республики Узбекистан*

Пробы зообентоса и рыб отбирали в июне 2020 г. Температура воздуха достигла 40 °С; визуально уровень воды был меньше, а мутность выше, чем в марте 2020 г. У береговой линии наблюдали обрывки погруженных растений. Зарегулирование стока р. Сырдарья оказало существенное влияние на биологический режим реки и создало условия для формирования типично лимнофильной фауны.

Ключевые слова: ихтиофауна, зообентос, сапробность, фауна, Южно-голодностепский канал.

В бассейне р. Сырдарья в настоящее время сооружено 15 водохранилищ общей площадью 1840 км<sup>2</sup> и объемом водной массы более 33,3 км<sup>3</sup>. От плотины Фархадского водохранилища начинается участок среднего течения р. Сырдарья, который внизу ограничивается Чардаринским водохранилищем (начало нижнего течения реки). Весенний паводок, прежде характерный для р. Сырдарья в «марте – апреле», в настоящее время отмечается, в основном, в «апреле – мае», когда идет вегетационный подпуск воды из водохранилищ. Южно-голодностепский канал (ЮГК) находится в нескольких километрах от Фархадского водохранилища.

Зарегулирование стока р. Сырдарья оказало существенное влияние на биологический режим реки. Прежде для р. Сырдарья было характерно полное отсутствие планктона и слабое развитие зообентоса, что определялось высокой мутностью воды при высоких скоростях течения. Зарегулирование стока реки создало условия для формирования типично лимнофильной фауны. В то же время Кайракумское водохранилище поставляет в реку большое количество зоопланктона. Развитие зообентоса в основном русле среднего течения р.

Сырдарья незначительно, что определяется характером грунта и его подвижностью. В прибрежных участках и заливах, затонах зообентос по своему составу соответствует литоральному псаммофильному биоценозу [1]. Исследования проводили с целью изучения видового состава и количественных характеристик бентосных сообществ и видового состава ихтиофауны.

Пробы зообентоса отбирали в июне 2020 г. При отборе проб зообентоса с береговой линии канала (станции 1, 2, 3, 7) мы использовали стандартную (D-frame) сеть – «скребок», погружая ее в гущу зарослей и резкими, энергичными движениями «косили» участки между погруженными частями растений. При отборе проб мягких глинистых илов у берега скребок погружали в грунт на глубину 10 см и скребущим движением режущей кромки срезали поверхностный слой грунта. При проведении глубоководных исследований, 1 проба была отобрана с помощью дночерпателя Петерсона. Идентификацию организмов проводили посредством определителей [2–4]. Индикаторные свойства видов определяли по Макрушину [5–7].

В качестве орудий лова для промысловых рыб использовали ставные сети с ячейей 25, 45 мм. Кроме сетного метода, мы использовали метод местных рыбаков о видовом разнообразии ихтиофауны.

В составе зообентоса ЮГК в июне 2020 г. обнаружен 31 вид относящийся к 7 таксономическим группам: личинки ручейников (Trichoptera) – 2 вида, Odonata – 3 вида, клопы (Hemiptera) – 1 вид, жуки (Coleoptera) – 3 вида, личинки и куколки двукрылых (Diptera) – 12 видов, моллюски (Mollusca) – 7 видов, малощетинковые черви (Oligochaeta) – 3 вида.

Таким образом, наибольшее разнообразие видов было отмечено для двукрылых насекомых, главным образом за счет семейства Chironomidae, которое было представлено 14 видами (табл. 1).

Таблица 1

**Видовой состав и относительное количество особей вида (h) зообентоса ЮГК (июнь 2020 г.); (\* – пустые раковины и шкурки)**

Виды	Берег, раст.	Берег, М/Г	Глуб.	Виды	Берег, раст.	Берег, М/Г	Глуб.
	1	2	3		1	2	3
1	2	3	4	5	6	7	8
Trichoptera				Hemiptera			
<i>Agrypnia</i> sp.	1	1		<i>Plea minutissima</i>		1	
<i>Orthotrichia</i> sp.		3		Coleoptera			
Odonata				<i>Dryops</i> ps. (larvae)		1	
<i>Ophydogomphus cecilia</i>	*			<i>Laccophilus</i> sp. (larvae)		1	
<i>Ishnura pumilio</i>	1	1		<i>Enochrus</i> sp. (larvae)	1		
<i>Calopteryx virgo</i>	3			Mollusca			
Diptera				<i>Physa oculta</i>	9		

1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Odontomyia</i> sp.	3			<i>Planorbis planorbis</i>	*		
<i>Musca domestica</i>	1			<i>Anisus leavis</i>	1		
Chironomidae				<i>Lymnaea ovata</i>	3	1	
<i>Corynoneura scutellata</i>	5	3		<i>Lymnaea auricularis</i>	2		
<i>Cricotopus trifascia</i>	3	3		<i>Physa fontinalis</i>	2		
<i>Cricotopus bicinctus</i> gr.	5	3		<i>Anodonta</i> sp.	*		
<i>Polypedilum scalaenum</i> Schrank	3	3		Oligochaeta			
<i>Chironomus halophilus</i>		3		<i>Nais elinguis</i>	3		
<i>Chaetocladius</i> sp. (setosipennis?)	3		5	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i> f. <i>typica</i>	3		3
<i>Chironomus plumosus</i>	3			<i>Ilyodrilus hammoniensis</i>	5		5
<i>Chironomus tummy</i>	5			Итого видов:	26	14	3
<i>Cryptochironomus</i> gr. defectus		3					
<i>Cladotanytartus</i> sp.	3						
Куколки Chironomidae	3						

*Примечание:* относительное количество особей вида (h), другими словами балл обилия: для случайных находок (очень редко) – 1; очень редко – 2; редко – 3; нередко – 5; часто – 7; очень часто – 9.

По данным индекса сапробности, рассчитанным для каждого обнаруженного вида зообентоса, мы видим, что для береговых станций («между растениями» и «мягкий грунт») показатели сапробности (S) находятся в диапазоне между 2,5 до 3,00, что соответствуют  $\beta$ - $\alpha$ -мезосапробной зоне и III–IV классу качества вод: переходное состояние от умеренно-загрязненных вод к загрязненным водам.

Согласно, произведенным расчётам по индексу биоразнообразия Менхиника, разнообразие зообентоса преобладает на станции «Берег, мягкий грунт»), где значение индекса Менхиника равно 0,718 и на станции («Берег, между растениями»), где значение индекса Менхиника равно 0,705.

На станции «глубина», где значение индекса Менхиника равно 0,212 – отмечено наименьшее видовое богатство.

Ихтиофауна. Ихтиофауна бассейна реки Сырдарья включает 60 видов рыб. Из них 10 – это эндемичные виды, которые встречались или встречаются

только в бассейне р. Сырдарьи: *Pseudoscaphirhynchus fedtschenkoi*, *Aspiolucius esocinus*, *Barbus brachycephalus*, *Capoetobrama kuschakewitschi*, *Leuciscus lehmani*, *Leuciscus squalisculus*, *Nemacheilus kuschakewitschi*, *Cottus gobio jaxartensis*, *Cottus spinulosus* и *Alburnoides oblongus* [1, 8, 9].

В ходе наблюдения на станциях ЮГК были отмечены мальки сорных (non-commercial) рыб у берега: корейская востробрюшка (*Hemiculter leucisculus*), глазчатый горчак (*Rhodeus ocellatus*), микроперкопс (*Micropercops gen.sp.*), амурский бычок (*Rhinogobius brunnei*), восточная гамбузия (*Gambusia affinis*). Все виды, кроме *Gambusia affinis*, являются видами случайно интродуцированными в водоемы Узбекистана вместе с промысловыми видами *Mylopharyngodon piceus*, *Stenopharyngodon idella* и другими видами восточно-китайского комплекса. *Gambusia affinis* – это целенаправленно акклиматизированный вид, в целях борьбы с малярийным комаром в Узбекистане.

По результатам анкетирования местных рыбаков, в любительских уловах (на удочку) на ЮГК встречается 21 вид (табл. 2; в табл. указан исчезающий/редкий *Capoetobrama kuschakewitschi*, который по опросу уже 20 лет не встречается в ЮГК в уловах рыбаков).

Таблица 2

**Видовой состав ихтиофауны ЮГК в июне 2020 г. (опросные данные)**

Латинское название	Статус	ЮГК
<i>Esox lucius</i>	*	+
<i>Abramis aralensis</i>	Ss	+
<i>Alburnoides taeniatus</i>	*	+
<i>Aspiolucius esocinus</i>	E R	+
<i>Aspius aspius taeniatus</i>	Ss	+
<i>Barbus brachycephalus</i>	E R	+
<i>Barbus capito conocephalus</i>	Ss	+
<i>Varicorhynchus capoeta heratensis</i>	E	+
<i>Capoetobrama kuschakewitschi</i>	E R	-
<i>Carassius auratus gibelio</i>	*	+
<i>Stenopharyngodon idella</i>	A	+
<i>Cyprinus carpio</i>	*	+
<i>Hemiculter leucisculus</i>	I	+
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	A	+
<i>Opsariichthys uncirostris amurensis</i>	I	+
<i>Pelecus cultratus</i>	*	+
<i>Rhodeus ocellatus ocellatus</i>	I	+
<i>Rutilus rutilus aralensis</i>	Ss	+
<i>Silurus glanis</i>	*	+
<i>Gambusia affinis</i>	A	+
<i>Stizostedion lucioperca</i>	*	+
<i>Channa argus</i>	I	+

Примечание: \* – аборигенные виды, Ss – локальные подвиды, E – эндемичные виды, ER – виды-эндемики, занесенные в Красную книгу Узбекистана, A – акклиматизированные виды, I – случайно завезенные виды.

В настоящее время, чаще остальных промысловых видов (преобладают в уловах) встречаются: плотва – *Rutilus rutilus* (30%), сазан – *Cyprinus carpio* (20%), карась (15%), змееголов (15%) – *Channa argus*, амурский троегуб – *Opsariichthys uncirostris*, белый толстолобик – *Hypophthalmichthys molitrix* и судак – *Sander lucioperca*, (убывают в уловах по мере расположения в списке). Самые крупные особи, чаще других встречающихся в уловах рыб имеют массу 1–2 кг, а средний их возраст – 2–3 года.

Таким образом, наибольшее видовое разнообразие донной фауны (зообентоса) во время рекогносцировочного отбора было отмечено – на прибрежных станциях среди растений – 20 видов, а наименьшее количество было отмечено на глубоководной станции – 3 вида.

Для зообентоса ЮГК характерен комплекс пресноводно-солонатоводных видов организмов. Основу составляют истинно донная фауна, представленная олигохетами сем. Tubificidae и личинками хирономид п/сем. Chironominae и фитофильная фауна, в зарослях высшей водной растительности, представленная стрекозами, олигохетами, моллюсками хирономидами, жуками, характерными для умеренно загрязненных вод.

Зообентос ЮГК в видовом отношении достаточно разнообразен. Основу бентофауны на вышеуказанных точках канала, донные отложения которых представлены в основном темно-серым, почти черным илом, мелкозернистым песком и глиной, составляют моллюски, преимущественно *Physa oculta* и хирономиды: несколько представителей рода *Chironomus*, а также *Cricotopus gr. bicinctus*, *Polypedilum scalaenum*, *Chaetocladius sp. (setosipennis)* олигохеты: *Nais elinguis*, *Ilyodrilus hammoniensis*, *Limnodrilus hoffmeisteri f. typica*.

В ихтиофауне ЮГК (по опросам рыбаков) встречается 21 вид рыб. Основу ихтиоценоза в настоящее время составляют *Rutilus rutilus*, *Cyprinus carpio*, *Channa*. Чаще других видов рыб в уловах попадает *Rutilus rutilus*, особи которой достигают размеров 0,4–0,5 кг в возрасте 2–3 года.

Редкие, находящиеся под защитой виды, встречающиеся в уловах – это *Aspiolucius esocinus*, *Barbus brachycephalus*, имеющие международный статус уязвимости (IUCN status – 3.1 vulnerable species).

#### Библиографический список

1. Вундцеттель М. Ф. Эколого-зоогеографический анализ современной ихтиофауны бассейна реки Сырдарья : автореф. дис. ... д-ра биол. наук.
2. Лепнева С. Г. Личинки и куколки подотряда кольчатощупиковых (Annulipalpia). Фауна СССР. Ручейники. Том II, Вып. 1, М. - Л. : Наука, 1964. 562 с.
3. Панкратова В. Я. Личинки и куколки комаров подсемейства Chironominae фауны СССР (Diptera, Chironomidae). Л. : Наука, 1983. 295 с.
4. Попова А. Н. Личинки стрекоз фауны СССР (ODONATA). М.-Л. : Изд-во АН СССР, 1953. 234 с.
5. Макрушин А. В. Библиографический указатель по теме «Биологический анализ качества вод» с приложением списка организмов-индикаторов загрязнения. Л. : Наука, 1974. 60 с.
6. Методы гидробиологического мониторинга водных объектов региона Центральной Азии. Узгидромет при Кабинете министров Республики Узбекистан, 1997. 58 с.

7. Мустафаева З. А., Мирзаев У. Т., Камилов Б. Г. Методы гидробиологического мониторинга водных объектов Узбекистана. Методическое пособие. Т. : Изд-во «Навруз», 2017. 104 с.
8. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. М. : Пищевая промышленность, 1966. 376 с.
9. Салихов Т. В., Камилов Б. Г. Ихтиофауна бассейна среднего течения Сырдарьи // Вопр. ихтиол. 1995. Т. 35. С. 229–235.

## НАСЕКОМЫЕ-ФИТОФАГИ *PINUS SYLVESTRIS* НЕКОТОРЫХ РАЙОНОВ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

*Н. В. Турмухаметова*

*Марийский государственный университет, bonid@mail.ru*

В статье представлены результаты исследования разнообразия насекомых-фитофагов в насаждениях сосны обыкновенной трех районов Республики Марий Эл. Среди растительноядных насекомых подроста сосны обыкновенной доминируют хвоегрызы, на взрослых деревьях – хвоегрызы, конофаги, эккрисотрофы, короеды и ксилофаги. Установлено, что видовой состав растительноядных насекомых зависит от онтогенетических особенностей деревьев, с которыми Insecta связаны трофическими связями.

Ключевые слова: *Pinus sylvestris*, онтогенетическое состояние, насекомые-фитофаги.

Сопряженный анализ онтогенеза дерева и распределение на нем различных организмов-консортов представляет интерес для понимания механизмов устойчивости лесных биоценозов [1, 2]. Одним из наиболее распространенных в Республике Марий Эл (РМЭ) видов деревьев является сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.).

Целью работы является описание разнообразия растительноядных насекомых-дендробионтов сосны обыкновенной.

Исследование проводили в 2015 г. в Республике Марий Эл на территории трех районов – Медведевского, Звениговского, Юринского. Изучали деревья *P. sylvestris* различного биологического возраста – виргинильного первой подгруппы ( $v_1$ ) и молодого генеративного ( $g_1$ ). Виргинильные особи характеризуются широкой веретеновидной кроной, которая доходит до основания земли. Семеношение  $g_1$  деревьев *P. sylvestris* необильное. Деревья имеют правильную островершинную коническую крону, главная ось ствола хорошо прослеживается. В основании ствола появляется корка [3]. Насекомых собирали в нижней и средней (у подроста) частях кроны деревьев и на стволах, используя стандартные энтомологические методы [4]. По косвенным признакам – характерным повреждениям деревьев – определяли некоторых насекомых-фитофагов [5].

В кронах *P. sylvestris* выявлены 37 видов растительноядных Insecta, среди которых преобладают Coleoptera (65%): Curculionidae, Scarabaeidae, Elateridae, Cerambycidae, Chrysomelidae, Buprestidae, Scolytidae. Из полужесткокрылых были обнаружены виды семейств Acanthosomatidae, Aradidae, Lygaeidae, среди равнокрылых – Aphidoidea, Aphrophoridae, среди чешуекрылых – Geometridae, Noctuidae, Orgyidae, Piralididae, Tortricidae.

Фитофагами сосны обыкновенной являются представители таких эколого-трофических групп, как филлофаги (хвоегрызы, сосущие хвою, галлообразователи), конофаги и семяеды, эккрисотрофы, короеды и ксилофаги, ризофаги, сапрофаги. В изученных насаждениях *P. sylvestris* преобладают хвоегрызы, ксилофаги и ризофаги. Соотношение трофических групп насекомых на деревьях разного онтогенетического состояния и в различных местообитаниях отличается ( $P < 0,05$ ). Среди растительноядных Insecta молодых особей сосны обыкновенной доминируют хвоегрызы, однако не обнаружены конофаги и галлообразователи. На генеративных деревьях чаще встречаются хвоегрызы, конофаги, эккрисотрофы, короеды и ксилофаги. Многие фитофаги в качестве источника питания используют несколько морфологических структур *P. sylvestris*. Среди описанных насекомых к полифагам относятся 77% видов, олигофагам – 8%, монофагам – 25%.

Растительноядных насекомых по степени вредоносности с лесохозяйственных позиций делят на группы [6]. Первостепенными вредителями сосны обыкновенной является 43% встреченной энтомофауны. На *P. sylvestris* обнаружены опасные фитофаги: сосновый подкорный клоп (*Aradus cinnamomeus* Panz.), черная четырехточечная златка (*Anthaxia quadripunctata* L.), большой сосновый долгоносик (*Hylobius abietis* L.), точечная смолевка (*Pissodes notatus* L.), большой сосновый лубоед (*Blastophagus piniperda* L.), побеговьюн-смолевщик (*Evetria resinella* L.), сосновая пяденица (*Bupalus piniaria* L.) и другие. Второстепенными вредителями (31%) являются, например, скосарь шершавый (*Otiorhynchus scaber* L.), черноватый скосарь (*Otiorhynchus tristis* Scopoli). Остальные насекомые относятся к группе факультативных вредителей (26%).

Установлено, что разнообразие насекомых фитофагов в кронах сосны обыкновенной зависит от биологического возраста дерева. С появлением генеративных структур, изменением анатомо-морфологических особенностей дерева возрастает разнообразие насекомых, связанных с ним трофическими связями. У генеративных деревьев *P. sylvestris* увеличивается толщина кутикулы и оболочек клеток механической ткани. Эти различия могут способствовать привлечению на молодые деревья большего количества насекомых с грызущим ротовым аппаратом. Прохождение различных этапов онтогенеза некоторых хвоегрызов (Curculionidae, Scarabaeidae) сопряжено с подростом сосны обыкновенной. Их личинки живут в почве и питаются корнями молодых деревьев [7, 8]. Схожие закономерности изменения комплекса насекомых фитофагов на разновозрастных лиственных деревьях описаны на примере бе-

резы повислой (*Betula pendula* Roth) и липы сердцевидной (*Tilia cordata* Mill.) [9, 10].

Таким образом, в изученных насаждениях *P. sylvestris* встречаются фитофаги восьми трофических групп. Видовой состав дендробионтных фитофагов зависит от биологического возраста сосны обыкновенной.

#### Библиографический список

1. Нотов А. А., Жукова Л. А. О роли популяционно-онтогенетического подхода в развитии современной биологии и экологии // Вестник Тверского государственного университета. Серия «Биология и экология». 2013. Вып. 32. № 31. С. 293–330.

2. Жукова Л. А., Нотов А. А. О проблеме сопряженного анализа онтогенеза дерева и динамики эпифитного мохово-лишайникового покрова // Полевой журнал биолога. 2020. Т. 2. № 4. С. 310–320.

3. Онтогенез сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) / Л. А. Жукова, А. А. Нотов, Н. В. Турмухаметова, И. С. Тетерин // Онтогенетический атлас растений: Науч. издание. Т. 7 / Мар. гос. ун-т; отв. и науч. ред. проф. Л. А. Жукова. Йошкар-Ола : МарГУ, 2013. С. 26–65.

4. Цуриков М. Н. Гуманные методы исследования беспозвоночных // Запов. справа в Україні. 2004. Т. 9, Вып. 2. С. 52–57.

5. Гусев В. И. Определитель поврежденных лесных, декоративных и плодовых деревьев и кустарников. М. : Лесная пром-ть, 1984. 472 с.

6. Апостолов Л. Г. Вредная энтомофауна лесных биогеоценозов Центрального Приднестровья. Киев-Одесса : Вища школа, 1981. 232 с.

7. Турмухаметова Н. В. Анализ состава членистоногих консортов *Pinus sylvestris* L. в некоторых районах Республики Марий Эл // Известия Самарского научного центра РАН. 2015. Т. 17, № 6. С. 258–262.

8. Turmukhametova N. V., Bedova P. V., Vorobeva I. G. Structure peculiarities of *Pinus sylvestris* L. consortium // AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies : III International Scientific Conference. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Krasnoyarsk, Russia, 2020. С. 42035. doi:10.1088/1755-1315/548/4/042035

9. Зелеев Р. М., Турмухаметова Н. В. Параметрический способ визуализации структуры консорции и возможности его использования в биоиндикации (на примере *Betula pendula* Roth и *Tilia cordata* Mill.) // Биоразнообразие: подходы к изучению и сохранению : материалы Междунар. науч. конф., посвященной 100-летию кафедры ботаники Тверского государственного университета (г. Тверь, 8–11 ноября 2017 г.) / отв. ред. А.А. Нотов. Тверь : Твер. гос. ун-т, 2017. С. 111–117.

10. Турмухаметова Н. В., Сухорукова М. В. Разнообразие энтомокомплексов в ценопопуляциях *Betula pendula* Roth Республики Марий Эл // Экология родного края: проблемы и пути их решения : материалы XIII Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Кн. 2. (г. Киров, 23–24 апреля 2018 г.). Киров : ВятГУ, 2018. С. 201–204.

## ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ ОБЫКНОВЕННОЙ КРЯКВЫ (*ANAS PLATYRHYNCHOS*) В г. ТУЛА В 2019–2020 ГГ.

*А. С. Филимонова, Ю. Ю. Судьбина*  
Тулский государственный университет,  
*alinafilimonova@mail.ru, twillightwolf71@gmail.com*

Представлены материалы изучения численности обыкновенной кряквы (*Anas platyrhynchos*) на ряде водоемов г. Тулы в осенне-зимний период 2019–2020 гг. и летний период 2020 г. Проанализированы динамика численности, половой состав, особенности распределения вида по водоемам.

Ключевые слова: обыкновенная кряква, половой состав, динамика численности.

Кряква обыкновенная в настоящее время является самым массовым видом водоплавающих птиц, обитающих в г. Туле, как в летний, так и в зимний периоды.

Целью работы было изучение динамики численности кряквы в г. Туле в разное время года. Наблюдения проводились во внегнездовой (с 26.09.2019 по 16.03.2020 гг.) и гнездовой (с 01.06.2020 по 21.07.2020 г.) периоды. Местами проведения исследований были пруды ЦПКиО им. П. П. Белоусова и набережная р. Воронка в пределах Красноармейского проспекта.

Численность встреченных крякв различалась в разное время и в разных местах исследований (рис. 1, 2). Минимальное количество особей было отмечено в Белоусовском парке 26.09.2019 г. и составляло 11 особей. Максимальное количество также было отмечено в парке 20.01.2020 г. и составило 610 особей. На Красноармейском проспекте наблюдалось в два раза меньше уток. Минимальное количество особей отмечено здесь также 26.09.2019 г. и составляло 14 особей, максимальное – 314 особей – встречено 14.02.2020 г.

Во внегнездовой период динамика численности в значительной степени коррелировала с температурой воздуха. При значительном понижении температуры 8 февраля наблюдалось уменьшение количества особей. Подобные изменения наблюдали и при понижении температуры в конце января. В целом следует отметить, что наибольшее количество особей в зимний период наблюдалось при температуре 1–4 °С.

В летний период наблюдается значительное снижение общего числа особей – в ЦПКиО примерно в четыре раза, а на р. Воронка почти в десять раз. Количество птиц в ЦПКиО в этот период варьировало от 28 (3.06.2020 г.) до 137 особей, на р. Воронка – от 24 (19.07.2020 г.).

Сравнение динамики численности этих группировок на протяжении периода наблюдений позволяет предположить наличие перемещения между водоемами отдельных особей как на протяжении зимовки, так и в летний период. Вместе с этим обращает на себя внимание выраженное увеличение чис-

ленности крякв на реке в ранневесенний период (рис. 2), очевидно связанное с началом весенней миграции.

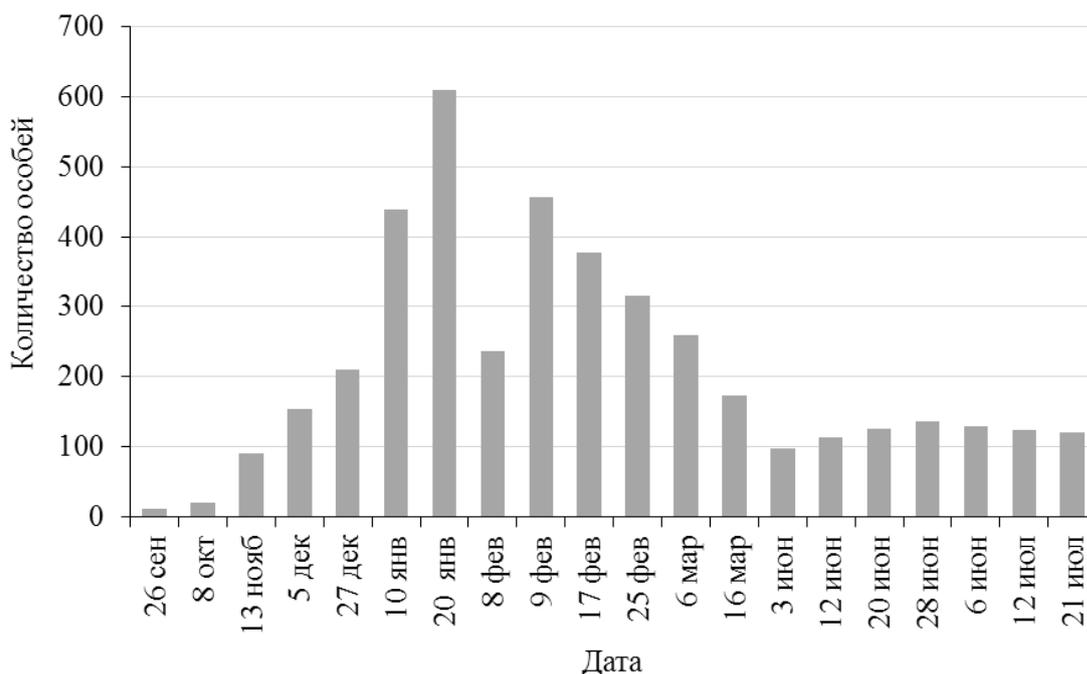


Рис. 1. Изменение численности кряквы на территории ЦПКиО г. Тулы в периоды проведения наблюдений

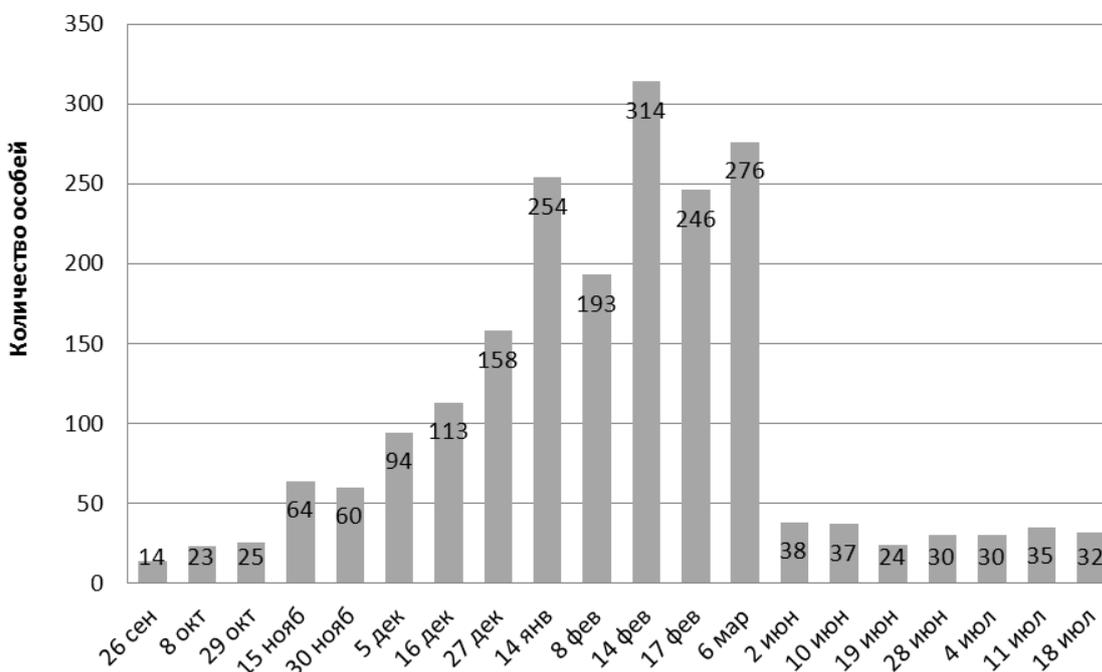


Рис. 2. Изменение численности кряквы на р. Воронка в пределах Красноармейского проспекта в периоды проведения наблюдений

При изучении полового состава были выявлены некоторые отличия между локальными группировками крякв ЦПКиО и р. Воронки (рис. 3, 4). В парке на протяжении всего года наблюдалось численное преобладание самок над самцами (до 70% от общего числа особей). На р. Воронка в зимний пери-

од выявлялось преобладание самцов над самками (до 78% от общего числа особей), в летний – преобладание самок (до 20%) (рис. 3, 4).

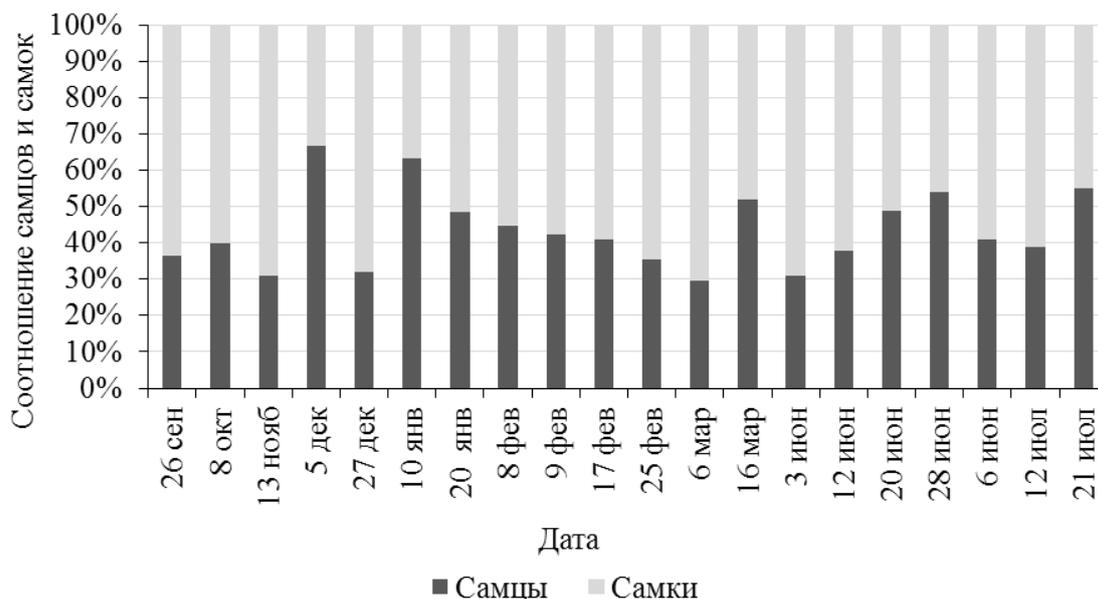


Рис. 3. Динамика численности самок и самцов на территории ЦПКиО г. Тулы

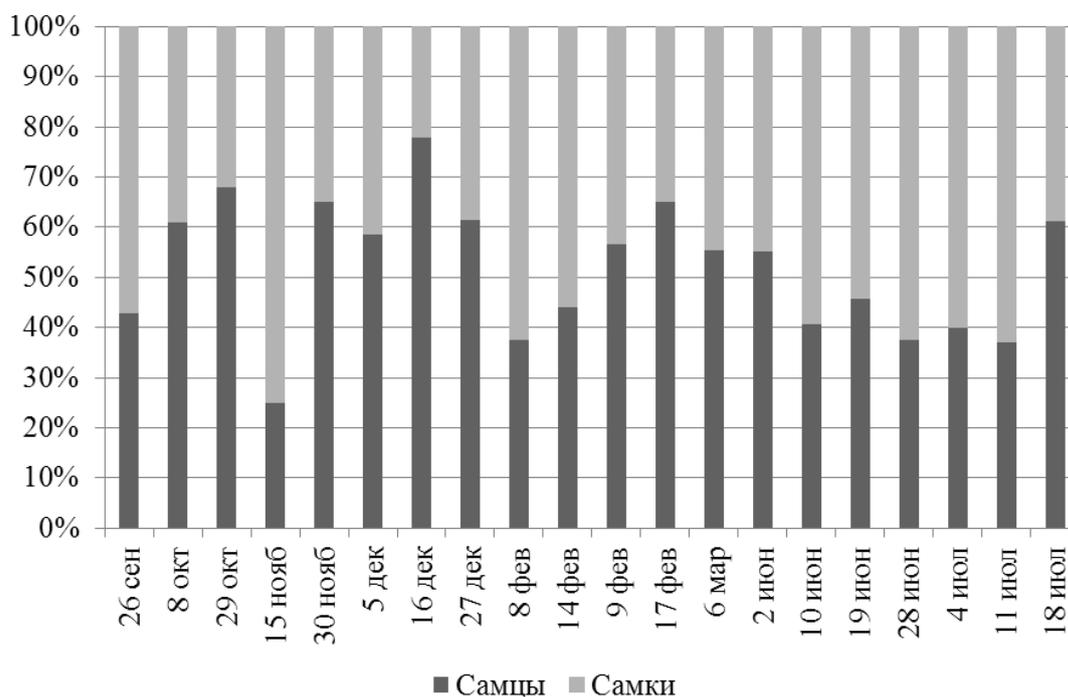


Рис. 4. Динамика численности самок и самцов на р. Воронка в пределах Красноармейского проспекта

Сравнение этих материалов позволяет предположить большую оседлость и постоянство группировки обыкновенной кряквы Центрального парка г. Тулы, а также, возможно, большую активность самцов при перемещениях между городскими водоемами.

## РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА ЛИПОВОЙ МОЛИ-ПЕСТРЯНКИ (*PHYLLONORYCTER ISSIKII* KUMATA) В ЗАПОВЕДНИКЕ «НУРГУШ» В 2015–2020 ГГ.

Л. Г. Целищева

Центр дополнительного образования одаренных школьников,  
tselishchevalg@mail.ru

Изучена динамика повреждённости листьев липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.) липовой молью-пестрянкой (*Phyllonorycter issikii* Kumata, 1963) в заповеднике «Нургуш» в 2015–2020 гг. Данный вид массово повреждает листья липы на участке «Нургуш», расположенном в подзоне южной тайги, и незначительно – на среднетаёжном участке «Тулашор».

Ключевые слова: липовая моль-пестрянка, *Phyllonorycter issikii*, инвазивный вид, заповедник «Нургуш».

Липовая моль-пестрянка (*Phyllonorycter issikii* Kumata, 1963) – инвазивный дальневосточный вид, впервые зарегистрированный на территории европейской части России в 1985 г.; вероятен её занос с посадочным материалом липы, железнодорожным транспортом, в дальнейшем – расселение взрослых особей при помощи ветра [1]. В г. Кирове данный вид из семейства Моли-пестрянки (*Gracillariidae*) известен с 2003 г. [2]. В заповеднике «Нургуш» присутствие липовой моли-пестрянки установлено с 2009 г. по фотографиям листьев липы с характерными минами [3], с 2015 г. на его территории проводится ежегодный мониторинг липовых насаждений для фитосанитарного контроля и изучения состояния популяций данного вида [4, 5].

Липовая моль-пестрянка повреждает листья липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.), образуя двусторонние мины. Она зимует на стадии имаго. Презимовавшие бабочки появляются на стволах липы в середине мая (при среднесуточной температуре воздуха около 10°C) и через некоторое время спариваются [6]. Самки откладывают яйца на нижнюю поверхность полностью развившегося листа, их средняя плодовитость составляет 18 яиц, но может колебаться от 8 до 38 штук [7]. Гусеницы моли-пестрянки прогрызают ходы под кожицей листа, выедая мякоть, в результате на листьях образуются светлые овальные пятна, которые называются минами. После завершения развития личинка окукливается в мине, а через некоторое время из неё вылетает бабочка. В тёплое лето она может дать второе поколение, а в прохладное – прячется в трещинах ствола липы для зимовки [6].

В большом числе мины липовой моли снижают продуктивность дерева, уменьшая прирост его побегов и нарастание в толщину, негативно воздействуют на репродуктивные характеристики липовых лесов, а в населённых пунктах – значительно снижают декоративность насаждений, так как поражённые листья засыхают и опадают раньше времени [6, 8]. Липа в лесном хо-

зайстве – ценная древесная порода, она имеет большое значение для пчеловодства как медоносное растение; поэтому липовая моль-пестрянка может быть отнесена к экономически значимым филлофагам липы, а за состоянием её популяций необходим постоянный мониторинг [6].

В настоящее время заповедник состоит из 2 кластерных участков, находящихся в юго-восточной части Котельничского района и северо-западной части Нагорского района Кировской области. На участке «Нургуш», расположенном в подзоне южной тайги в пойме реки Вятки, липа – обычная порода, доля её в лесах составляет около 25% (по материалам лесоустройства 2001 г.). На северном среднетаёжном участке «Тулашор» реликтовые насаждения данной породы сохранились на возвышенных участках со времени тёплых периодов межледниковья. Липа произрастает здесь по соседству со старовозрастными осинами и пихтами небольшими куртинами, которые сформировались, преимущественно, в результате вегетативного размножения. Плодоносящие деревья, обеспечивающие семенное воспроизводство, встречаются редко [5].

Для мониторинга липовой моли-пестрянки на участке «Нургуш» выбраны четыре постоянных пробных площади (ППП) в кварталах 100, 101, 102, 103, на участке «Тулашор» – две ППП в кварталах 38, 39 (табл. 1). На каждой из них с пяти маркированных деревьев сбор листьев проводится в конце июля, примерно в одни и те же сроки на обоих участках заповедника. С каждого дерева методом случайной выборки собирается по 100 листьев на высоте 1–2 м [6]. Личинки и куколки из мин фиксируются в спирте, а листья гербаризируются и сканируются. Анализ повреждений листьев выполняется в камеральных условиях. Плотность заселения модельных деревьев выражается в числе мин на 100 листьев (мин / 100 л.), значение повреждённости определяется как доля листьев с минами от их общего числа. Статистическая обработка данных проводится с использованием программы *Excel*.

Таблица 1

**Характеристика пробных площадей в заповеднике «Нургуш»**

№ пробной площади	Место расположения пробной площади	Координаты
Участок «Нургуш» (подзона южной тайги)		
ППП-1	Заповедник, кв. 103	58°00,203'с.ш., 048°27,638'в.д.
ППП-2	Заповедник, кв. 102	57°59,834'с.ш., 048°27,236'в.д.
ППП-3	Заповедник, кв. 101	57°59,787'с.ш., 048°26,057'в.д.
ППП-4	Заповедник, кв. 100	57°59,782'с.ш., 048°25,345'в.д.
Участок «Тулашор» (подзона средней тайги)		
ППП-5	Охранная зона, кв. 39	59°38,635'с.ш., 050°00,585'в.д.
ППП-6	Охранная зона, кв. 38	59°38,481'с.ш., 049°59,148'в.д.

Динамика плотности заселения и повреждённости листьев липы в заповеднике «Нургуш» в 2015–2020 гг. дана в таблице 2 и показана на рисунке 1 и 2, данные показатели значительно разнятся год от года.

За период наблюдений на участке «Нургуш» доля повреждённых листьев в среднем варьировала от 1,4 до 85,1%, а среднее число мин на 100 листьев – от 1,9 (2017 г.) до 275,6 (2019 г.). На участке «Тулашор» данные показатели были значительно ниже: поврежденность составляла от 0 (2017 г., 2020 г.) до 14,3% (2019 г.), плотность заселения минера изменялась от 0 до 16,4 мин / 100 л. (табл. 2, рис. 1).

Таблица 2

**Динамика плотности заселения и повреждённости листьев  
липы липовой молью-пестрянкой (*Phyllonorycter issikii* Kumata)  
в заповеднике «Нургуш» в 2015–2020 гг.**

Номер постоянной пробной площади	Показатели повреждённости листьев липы	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Участок «Нургуш» (подзона южной тайги)							
ППП-1	Среднее число мин / 100 л.	279	190,2	2,6	50	450,2	6,4
	Доля повреждённых листьев (%)	91	76,6	2,6	38,8	93,8	5,6
ППП-2	Среднее число мин / 100 л.	153,4	117,4	4,8	15	188,2	15
	Доля повреждённых листьев (%)	68,8	66,6	2,6	14	79,6	10,8
ППП-3	Среднее число мин / 100 л.	100,8	95,4	0	7	205,4	2
	Доля повреждённых листьев (%)	58	54	0	6,4	80,8	1,6
ППП-4	Среднее число мин / 100 л.	129	96,2	0,2	18	258,4	0,6
	Доля повреждённых листьев (%)	66,2	52	0,2	15	86,2	0,6
Итого на участке «Нургуш»	Среднее число мин / 100 л.	<b>165,6</b>	<b>124,8</b>	<b>1,9</b>	<b>22,5</b>	<b>275,6</b>	<b>6</b>
	Средняя доля повреждённых листьев (%)	<b>71</b>	<b>62,3</b>	<b>1,4</b>	<b>18,6</b>	<b>85,1</b>	<b>4,7</b>
Участок «Тулашор» (подзона средней тайги)							
ППП-5	Среднее число мин / 100 л.	14,2	4,2	0	0	17,8	0
	Доля повреждённых листьев (%)	12,8	3,8	0	0	16,6	0
ППП-6	Среднее число мин / 100 л.	6	8,2	0	1,2	15	0
	Доля повреждённых листьев (%)	6	7,8	0	1,2	12	0
Итого на участке «Тулашор»	Среднее число мин / 100 л.	<b>10,1</b>	<b>6,2</b>	<b>0</b>	<b>0,6</b>	<b>16,4</b>	<b>0</b>
	Средняя доля повреждённых листьев (%)	<b>9,4</b>	<b>5,8</b>	<b>0</b>	<b>0,6</b>	<b>14,3</b>	<b>0</b>

За время наблюдений наиболее интенсивно липовая моль-пестрянка повреждала листья липы в 2019 г. (табл. 2, рис. 1, 2). Она встречалась на всех обследованных деревьях.

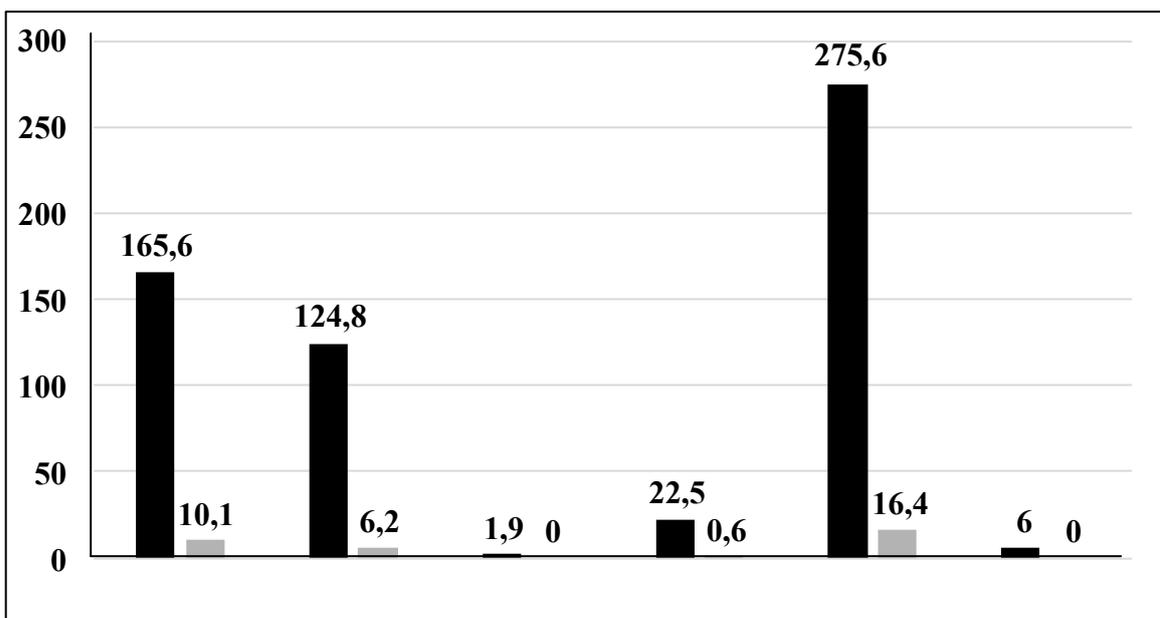


Рис. 1. Средняя плотность заселения листьев липы молью-пестрянкой (*P. issikii* Kumata) в заповеднике «Нургуш»:  
 – ■ участок «Нургуш», – ■ участок «Тулашор»;  
 по оси абсцисс – год исследований;  
 по оси ординат – среднее число мин на 100 листьев за год

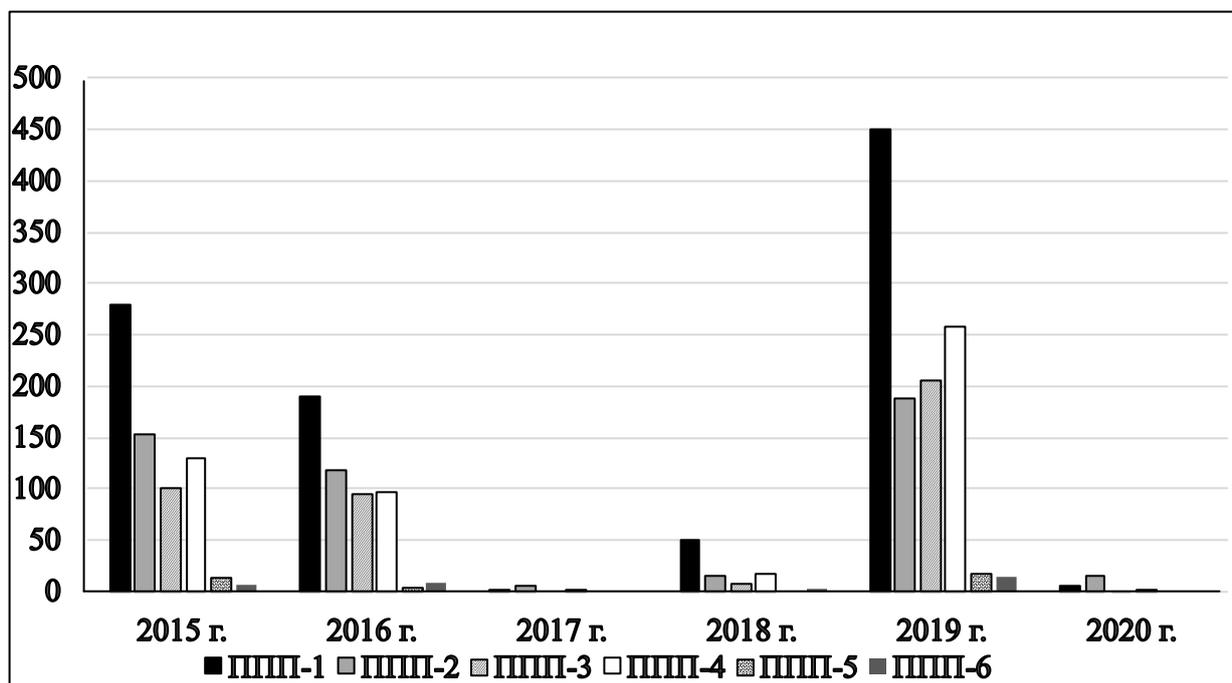


Рис. 2. Средняя плотность заселения листьев липы молью-пестрянкой (*P. issikii* Kumata) на пробных площадях в заповеднике «Нургуш»:  
 по оси абсцисс – год исследований;  
 по оси ординат – среднее число мин на 100 листьев

Максимальная плотность заселения листьев в 2019 г. на южном участке заповедника была 450,2 мин / 100 л. на ППП-1, минимальная – 188,2 на ППП-

2, а повреждённость варьировала от 93,8 до 79,6% соответственно (табл. 2). В 2019 г. в «Тулашоре» по встречаемости липовой моли также были зафиксированы максимальные значения: 15–17,8 мин /100 л., а доля минированных листьев составила 12–16,6%. В этот год отмечалось и наибольшее число мин на листе на участках: «Нургуш» – 17, «Тулашор» – 3.

Холодная и дождливая погода в мае и июне оказывала наибольшее влияние на снижение численности *P. issikii* вплоть до её полного исчезновения, как наблюдалось в 2017 г. и 2020 г. (табл. 2). Однако, при наступлении благоприятных условий (например, в 2019 г.) данный вид восстанавливает свою плотность, так как имеет высокий репродуктивный потенциал [2].

Таким образом, в заповеднике «Нургуш» липовая моль-пестрянка поддерживает значительную численность на южном участке «Нургуш». Оторванность реликтовых мест произрастания липы от основного ареала на участке «Тулашор» не препятствует распространению *P. issikii*, хотя плотность заселения листьев на данной территории значительно ниже.

Мониторинг популяций липовой моли-пестрянки необходим для прогнозирования численности данного инвазионного вида и разработки мероприятий по сохранению липовых насаждений, как в естественных насаждениях, так и в парках населённых пунктов.

*Автор выражает искреннюю благодарность всем сотрудникам заповедника за помощь в сборе материала.*

#### Библиографический список

1. Самые опасные инвазионные виды России (ТОП-100) / под ред. Ю. Ю. Дгебуадзе, В. Г. Петросяна., Л. А. Хляпа. М. : Товарищество научных изданий КМК, 2018. 688 с.
2. Ермолаев И. В., Рублёва Е. А. История, скорость и факторы инвазии липовой моли-пестрянки *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963) (Lepidoptera, Gracillariidae) в Евразии // Российский журнал биологических инвазий. 2017. Т. 10. № 1. С. 2–19.
3. Инвазионные виды государственного природного заповедника «Нургуш» / Е. М. Тарасова, Л. Г. Целищева., С. В. Кондрухова, С. В. Бакка, Г. А. Борняков // Экология родного края: проблемы и пути их решения : материалы XV Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Киров : Изд-во ВятГУ, 2020. Кн. 1. С. 169–174.
4. Целищева Л. Г. Распространение липовой моли-пестрянки (*Phyllonorycter issikii* Kumata) в заповеднике «Нургуш» // Актуальные проблемы региональной экологии и био-диагностика живых систем : материалы XIII Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием: в 2 кн. Киров : Изд-во ООО «Веси», 2015. Кн. 1. С. 140–144.
5. Целищева Л. Г. Мониторинг липовой моли-пестрянки (*Phyllonorycter issikii* Kumata) в заповеднике «Нургуш» в 2015–2017 гг. // Заповедная страна: научная деятельность европейских ООПТ России : сб. науч. трудов. Уфа : Информреклама, 2017. Вып. 6. С. 140–147.
6. Ермолаев И. В., Зорин Д. А. Экологические последствия инвазии *Phyllonorycter issikii* (Lepidoptera, Gracillariidae) в липовых лесах Удмуртии // Зоологический журнал, 2011. Т. 90. № 6. С. 717–723.
7. Беднова О. В., Белов Д. А. Липовая моль-пестрянка (Lepidoptera, Gracillariidae) в зелёных насаждениях Москвы и Подмосковья // Вестник МГУЛ. Лесной вестник, 1999. № 2. С. 172–177.
8. Ижевский С. С., Масляков В. Ю. Новые инвазии чужеземных насекомых в Европейскую Россию // Российский журнал биологических инвазий. 2008. № 2. С. 45–54.

## ФАУНА ПИЯВОК (HIRUDINIDA) ПОЙМЕННЫХ ВОДОЁМОВ ЗАПОВЕДНИКА «НУРГУШ» (КИРОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

*Л. Г. Целищева<sup>1</sup>, Т. И. Кочурова<sup>2</sup>, Е. В. Рогожникова<sup>3</sup>, Н. Н. Ходырев<sup>4</sup>*

<sup>1</sup> *Центр дополнительного образования одаренных школьников,  
tselishchevalg@mail.ru*

<sup>2</sup> *Вятский научно-технический информационный центр  
мониторинга и природопользования, kochurovati@mail.ru*

<sup>3</sup> *Государственный природный заповедник «Нургуш», rktymb@ya.ru*

<sup>4</sup> *Кировский областной краеведческий музей, kirovn@list.ru*

Приведены сведения по фауне пиявок (Annelida: Clitellata: Hirudinida), населяющих пресные водоёмы в пойме реки Вятки на территории заповедника «Нургуш» (Кировская область). На основе материала, собранного авторами в 2003–2019 гг., составлен аннотированный список, включающий 12 видов из 10 родов и 4 семейств.

Ключевые слова: пиявки, Hirudinida, аннотированный список, заповедник «Нургуш», Кировская область.

Пиявки – кольчатые черви, имеющие большое значение для функционирования экосистем водоёмов и их продуктивности. В водных биоценозах они выполняют роль активных хищников, заглатывающих мелких беспозвоночных целиком или частями, а также эктопаразитов, сосущих кровь и другие жидкости тела многих беспозвоночных и позвоночных животных, включая человека [1], а также входят в пищевой рацион многих околотовных и водных обитателей.

В мировой фауне насчитывается 680 видов пиявок, в пресных водоёмах европейской части России их распространено около 30 [2]. В гирудофауне Кировской области было отмечено 11 видов [3–6].

В заповеднике «Нургуш» специального изучения данной группы не проводилось. Информация по встречаемости пиявок в водных объектах на его территории приводится в нескольких статьях [5, 6], размещена в рукописях Летописи природы и ограничена указанием этих червей в списках гидробионтов, а также имеются неопубликованные данные, собранные авторами в ходе гидробиологических исследований. Для получения представления о разнообразии пиявок и значимости их в экосистемах заповедника «Нургуш» возникла необходимость обобщения имеющихся сведений по гирудофауне.

Заповедник создан для охраны пойменных сообществ р. Вятки, входящей в состав Волжского бассейна, и включает два участка. Участок «Нургуш» расположен в центральной части Кировской области вблизи границы южной тайги и хвойно-широколиственных лесов, имеет на территории более 80 старичных озёр. Северный участок «Тулашор» находится в подзоне сред-

ней тайги, его основным водотоком служит р. Федоровка, приток второго порядка р. Вятки.

На исследуемой территории в 2003–2019 гг. авторами собрано более 600 экземпляров пиявок, большая часть которых определена. Отбор проб осуществлялся по стандартным методикам, материал фиксировался 4% формалином или 70% этанолом [2]. Определение видов выполнено в лабораторных условиях с помощью бинокулярных микроскопов и определителей [2, 7].

В результате исследований в водоёмах заповедника «Нургуш» установлено обитание 12 видов пиявок из 10 родов и четырёх семейств: Piscicolidae (1), Glossiphoniidae (8), Haemoripidae (1), Egerobdellidae (2).

В аннотированном списке пиявок заповедника «Нургуш» таксономические названия даны по И. Г. Циплёнкиной [2] с указанием синонимов и русских наименований (при их наличии). Для каждого вида приведены места встреч, даты сбора (кроме многочисленных и обычных видов), число экземпляров, характеристика численности; сведения по экологии даны по Е. И. Лукину [1, 7]; звездочкой (\*) отмечены новые виды для Кировской области.

#### ОТРЯД HIRUDINIDA – ПИЯВКИ

Семейство Piscicolidae (=Ichthyobdellidae) – Рыбьи пиявки

**1. *Piscicola geometra*** (Linnaeus, 1761) – рыба пиявка.

Оз. Нургуш, 27.08.2003, 1 экз.; р. Прость в устье р. Хмелевой, 13.09.2014, 1 экз. [5]; р. Прость, ур. Восьмёрка, 06.07.2015, 1 экз.

Немногочисленный вид. Паразиты рыб (более 30 видов), преимущественно карповых. Могут свободно плавать, переходить с одного хозяина на другого.

Семейство Glossiphoniidae – Плоские пиявки

**2. *Alboglossiphonia heteroclita*** (Linnaeus, 1761) = *Glossiphonia heteroclita* (Linnaeus, 1761) – белая клепсина разнопоясковая.

Р. Прость, ур. Окуньки (кубышка, водокрас, ряска), 13.09.2014, 1 экз.; р. Прость в устье р. Хмелевой (стрелолист), 13.09.2014, 1 экз. [5]; оз. Кривое (субстрат – ил+песок+опад), 29.06.2018, 1 экз. [6].

Немногочисленный вид. Сосут кровь мелких беспозвоночных (личинок насекомых, олигохет, моллюсков, преимущественно брюхоногих).

**3. \**Batracobdella paludosa*** (Carena, 1824) – лягушачья пиявка.

Оз. Нургуш, 31.07.2008, 1 экз.

Редкий вид. Паразиты земноводных и моллюсков.

**4. *Glossiphonia complanata*** (Linnaeus, 1758) – улитковая пиявка.

Оз. Нургуш, оз. Кривое, оз. Чёрное, оз. Малое Кривое, оз. Селезеневское, р. Прость, 30 экз. [5, 6].

Обычный вид. Паразиты моллюсков, преимущественно брюхоногих, и некоторых других мелких беспозвоночных.

**5. *Haementeria costata*** (Müller, 1846) = *Placobdella costata* (Müller, 1846) – черепашья пиявка.

Оз. Кривое (58°01,257' с. ш., 48°24,211' в. д.), 16.07.2009, 1 экз.; оз. Кривое (57°59.847' с. ш., 048°27.017' в. д.), 27.08.2018, 2 экз. [6].

Редкий вид. Паразиты водных черепах, факультативно могут сосать кровь у птиц (гортань, носовая полость, конъюнктура глаз), млекопитающих и человека.

**6. *Helobdella stagnalis*** (Linnaeus, 1758) – двуглазая пиявка.

Оз. Нургуш, оз. Кривое, оз. Чёрное, р. Прость, 315 экз. [5, 6].

Бывший п. Тулашор, берег р. Федоровки, в лесной луже, 07.05.2019, 1 экз.

Многочисленный вид. Питаются кровью и соками тела олигохет, моллюсков, насекомых, ракообразных и других водных беспозвоночных.

**7. *Hemiclepsis marginata*** (Müller, 1774) – окаймлённая пиявка.

Оз. Нургуш, 24.06.2004, 1 экз.; там же, 26.07.2018, 1 экз. [6]; оз. Малое Кривое, 15.07.2009, 1 экз.; оз. Кривое, 12.08.2008, 1 экз.; там же, 29.06.2018, 1 экз.; 26.07.2018, 27.08.2018, 2 экз. [6].

Немногочисленный вид. Паразиты рыб и земноводных.

**8. *Theromyzon tessulatum*** (Müller, 1774) = *Protoclepsis tessulata* (Müller, 1774). – обыкновенная птичья пиявка.

Оз. Чёрное, 30.07.2008, 1 экз.; оз. Малое Кривое, 15.07.2009, 1 экз.

Редкий вид. Паразиты водоплавающих птиц, у которых сосут кровь из слизистых оболочек ротовой полости и верхних дыхательных путей.

**9. *Theromyzon maculosum*** (Rathke, 1862) = *Protoclepsis maculosa* (Rathke, 1862) – пятнистая птичья пиявка.

Оз. Нургуш (рдест) (58°00,433' с. ш., 48°27,983' в. д.), 12.09.2014, 1 экз. [5].

Редкий вид. Паразиты водоплавающих птиц, у которых сосут кровь из слизистых оболочек ротовой полости и верхних дыхательных путей.

Семейство Hirudinidae – Челюстные пиявки

**10. *Haemopsis sanguisuga*** (Linnaeus, 1758) – большая ложноконская пиявка.

Оз. Нургуш, 27.08.2003, 1 экз.; р. Прость, ур. Окуньки, 24.06.2004, 1 экз.; р. Прость, ур. Восьмерка, 13.07.2011, 1 экз.; там же, 10.07.2012, 1 экз.; луг на берегу р. Прость, 20.07.2015, в почвенную ловушку, 1 экз.

Немногочисленный вид. Хищники, поедают разных мелких животных, заглатывают добычу целиком. Могут вести амфибиотический образ жизни.

Семейство Erpobdellidae – Глоточные пиявки

**11. \**Erpobdella nigricollis*** (Brandes, 1900).

Оз. Нургуш, 24.06.2004, 1 экз.; р. Прость, ур. Окуньки, 24.06.2004, 1 экз.

Редкий вид. Хищники. Поедают мелких беспозвоночных. Предпочитает водоёмы с каменистым грунтом.

**12. *Erpobdella octoculata*** (Linnaeus, 1758) – малая ложноконская пиявка.

Оз. Нургуш, оз. Кривое, оз. Чёрное, оз. Малое Кривое, оз. Селезеневское, р. Прость, 40 экз. [5, 6].

Обычный вид. Хищники. Поедают мелких беспозвоночных.

Видовой состав пиявок заповедника достаточно разнообразен. Для участка «Нургуш» установлено обитание 12 видов пиявок, для участка «Тулашор» – одного вида (*H. stagnalis*). В водоёмах участка «Нургуш» многочисленна *H. stagnalis*, обычными являются *E. octoculata*, *G. complanata*. Реже, но достаточно часто встречается *H. sanguisuga*, *P. geometra*, *H. marginata*, *A. heteroclita*. Редкими можно считать находки *E. nigricollis* и *T. tessulatum*, а также северного вида *T. maculosum* и южных – *B. paludosa* и *H. costata*. Последний вид (черепашья пиявка) встречается в соседних регионах, например, в Нижегородской области [8], в Республиках Татарстан [9] и Марий Эл [10], но и там она редка.

Выявленный видовой состав пиявок типичен для пойменных водоёмов умеренной зоны Волжского бассейна. Наши данные согласуются со сведениями Е. И. Лукина [1], который отмечает для эвтрофных водоёмов массовый вид – *H. stagnalis*, обычные – *E. octoculata*, *G. complanata*, *Er. nigricollis*, *H. sanguisuga*, часто встречаемый – *H. marginata* и спорадично – *A. heteroclita*; в таких водоёмах может наблюдаться массовое развитие птичьих пиявок (*Theromyzon*), в них может обитать лягушачья пиявка *B. paludosa*, а из рыбьих пиявок – встречаться только *P. geometra*, которая обычно погибает зимой.

По зоогеографическому составу основу гирудофауны заповедника составляют виды с широким распространением (типизация ареалов по Е. И. Лукину, [1]): голаркто-неотропические (*H. stagnalis* и *T. tessulatum*), голарктические (*G. complanata* и *A. heteroclita*), палеаркто-индомалайские (*H. marginata*) и палеарктические эндемики (*P. geometra*, *H. sanguisuga*, *E. octoculata*). Палеарктические эндемики с ограниченным распространением представлены одним европейско-западносибирским (*E. nigricollis*), одним бореальным (*T. maculosum*) и двумя южными видами (*B. paludosa* и *H. costata*). Особенность фауны пиявок заповедника – наличие в ней как северных, так и южных представителей, встречи которых единичны.

Эколого-биологические особенности пиявок чрезвычайно многогранны и определяют сложные взаимоотношения их с водными и околоводными обитателями заповедника. Все пиявки могут быть объектами питания рыб, млекопитающих (водяная полевка, выхухоль), водоплавающих и околоводных птиц (утки, цапли, кулики и др.), земноводных (лягушки, тритоны), насекомых-гидробионтов (клопы, личинки жуков-плавунцов, стрекоз и др.). В свою очередь хищные пиявки-эврифаги – пищевые конкуренты рыб-бентофагов с хирономидо-олигохетным питанием и моллюскоедов.

Рыбьи пиявки (*P. geometra*) при массовом нападении на мальков могут привести к их гибели. У взрослых рыб, зараженных пиявками, упитанность значительно ниже нормы, а язвы от укусов долго кровоточат и становятся воротами для проникновения различных инфекций. Паразитировать на рыбах, причиняя им прямой ущерб, могут окаймлённая (*H. marginata*) и большая ложноконская (*H. sanguisuga*) пиявки, последняя может целиком заглатывать мальков рыб. Эктопаразитами земноводных являются лягушачья (*B. paludosa*) и окаймлённая (*H. marginata*) пиявки [11].

Птичьи пиявки (*Th. tessulatum* и *Th. maculosum*), паразитируя в гортани, носовой полости, конъюнктиве глаза водоплавающих птиц, истощают их и могут приводить к гибели от удушья (черви, насосавшись крови, разбухают и закупоривают дыхательные пути), истощения, инфекционных и паразитарных болезней, переносимых пиявками [11]. Черепашья пиявка (*P. costata*) факультативно может сосать кровь у водоплавающих птиц, млекопитающих и человека.

На моллюсках, преимущественно брюхоногих, питаются специализированные паразиты – улитковая пиявка (*G. complanata*) и белая клепсина разнопоясковая (*A. heteroclita*), а также полифаги – двуглазая (*H. stagnalis*) и лягушачья (*B. paludosa*) пиявки. Хищные пиявки из семейства Erpobdellidae поедают мелких беспозвоночных. Хируномиды и олигохеты привлекают внимание многочисленных двуглазых пиявок (*H. stagnalis*) [11].

Таким образом, видовой состав пиявок (12 видов) близок к исчерпывающей величине на участке «Нургуш» и почти не изучен на участке «Тулашор». Для фауны Кировской области указано два новых вида – *Batracobdella paludosa* и *Erpobdella nigricollis*; не обнаружен только один бореальный вид *Boreobdella verrucata* (Müller, 1844) из семейства Glossiphoniidae, паразитирующий на брюхоногих моллюсках. Следовательно, гирудофауна региона в настоящее время включает 13 видов. Её пополнение возможно, например, за счёт продвижения на север теплолюбивых инвазионных видов: *Archaeobdella esmonti* Grimm, 1876 из семейства Erpobdellidae, *Caspiobdella fadejewi* (Epshtein, 1961) из семейства Piscicolidae, в массе встречающихся в соседней Республике Татарстан [9], проникновения медицинской пиявки (*Hirudo medicinalis* (Linnaeus, 1758), обитающей в Нижегородской области и Республике Марий Эл [8, 10].

#### Библиографический список

1. Лукин Е. И. Пиявки пресных и солоноватых водоёмов // Фауна СССР. Пиявки. Л. : Наука, 1976. Т. 1. 484 с.
2. Циплёнкина И. Г. Пиявки // Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Зообентос / Под ред. В. Р. Алексеева и С. Л. Цалолихина. М.-СПб. : Товарищество научных изданий КМК, 2016. Т. 2. С. 98–121.
3. Леви Э. К. Класс Пиявки // Животный мир Кировской области. Киров, 1971. С. 169–172.
4. Ходырев Н. Н. Класс Пиявки // Животный мир Кировской области (беспозвоночные животные). Дополнение. Киров : Изд-во ВГПУ, 2001. Т. 5. С. 66–67.
5. Кочурова Т. И. Макрозообентос поверхностных водных объектов заповедника «Нургуш» // Труды государственного природного заповедника «Нургуш». Киров : ООО «Типография «Старая Вятка», 2015. Т. 3. С. 87–105.
6. Рогожникова Е. В. Исследование зообентоса озёр Кривое, Нургуш и Чёрное в заповеднике «Нургуш» в 2018 году // Научные исследования как основа охраны природных комплексов заповедника «Нургуш» : материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвящённой 25-летию государственного природного заповедника «Нургуш». Киров : ООО «Полиграфовна», 2019. Вып. 3. С. 113–125.
7. Лукин Е. И. Класс Пиявки Hirudinea // Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР. Л. : Гидрометиздат, 1977. С. 201–212.

8. Материалы по фауне Нижегородского Заволжья / Труды Государственного природного заповедника «Керженский». Нижний Новгород, 2002. Т. 2. 354 с.

9. Токинова Р. П., Закирова А. Р. Состав и распределение пиявок (Clitellata: Hirudinida) в пресноводной фауне Татарстана // Российский журнал прикладной экологии. 2017. № 1. С. 32–37.

10. Красная книга Республики Марий Эл. Животные. Йошкар-Ола : МарГУ, 2015. 256 с.

11. Лапкина Л. Н., Вербицкий В. Б. Взаимоотношения пиявок (Hirudinea) с рыбным населением – прямое и опосредованное через других обитателей водоёма // Біорізноманіття та роль зооценозу в природних і антропогенних екосистемах : матеріали II Міжнародної наукової конференції. Дніпропетровськ : ДНУ, 2003. С. 51–53.

## НАСЕЛЕНИЕ И ЧИСЛЕННОСТЬ ДОМОВОГО ВОРОБЬЯ (*PASSER DOMESTICUS*) В г. ТУЛА ВО ВНЕГНЕЗДОВОЙ ПЕРИОД

Э. В. Юликова, Н. А. Пронина

Тульский государственный университет,  
*elina.yulikova.ne@yandex.ru, pronina.nina2018@yandex.ru*

В статье представлены материалы изучения населения и численности домового воробья (*Passer domesticus*) на территории г. Тулы в осенне-зимний период 2019–2020 гг. Проанализированы особенности зимней экологии вида, а также некоторые особенности его распределения по рассматриваемой территории.

Ключевые слова: домовый воробей, экология, численность, население.

Изучение такой экологически пластичного вида птиц, как домовый воробей, дает возможность выявить механизмы их адаптации к антропогенным изменениям среды [1]. Целенаправленного изучения изменения численности и поведения этого вида в Туле не проводилось на протяжении многих лет, что и определяет актуальность проведенного исследования.

Целью данной работы было изучение населения и динамики численности домового воробья (*Passer domesticus*), а также выявление факторов, влияющих на распределение и численность данного вида.

Исследования проводились во внегнездовой период – с октября 2019 по март 2020 гг.

Для количественного учета птиц использовалась методика Ю. С. Равкина (1967): маршрутный учет без ограничения полосы обнаружения с пересчетом плотности населения по средним дальностям обнаружения птиц [2]. Расчет проводили по формуле:

$$N = ((n_1 \times 40) + (n_2 \times 10) + (n_3 \times 3) + n_4) / L$$

где N – плотность населения вида (особей/км<sup>2</sup>); n<sub>1</sub>–n<sub>4</sub> – число особей, зарегистрированных в полосах обнаружения, соответственно, 0–25 м (близко), 25–100 м (недалеко), 100–300 м (далеко) и 300–1000 м (очень далеко); 40,

10, 3 и 1 – пересчетные коэффициенты, «расширяющие» полосу обнаружения до 1 км; а L – длина учетного маршрута (км).

На протяжении периода наблюдений плотность населения вида на маршруте варьировала от 69,4 до 153,1 особей/км<sup>2</sup> (рис. 1). Максимальные показатели плотности, которые составили 153,1 особей/км<sup>2</sup>, были отмечены 10.02.2020. Минимальные – пришлись на 20 октября, когда было зафиксировано всего лишь 69,4 особей/км<sup>2</sup>. Кратковременные падения и возрастания плотности населения наблюдались на протяжении всего периода наблюдений и в значительной мере определялись погодными условиями, вызывавшими некоторое перераспределение птиц по территории и изменение интенсивности использования различных укрытий.

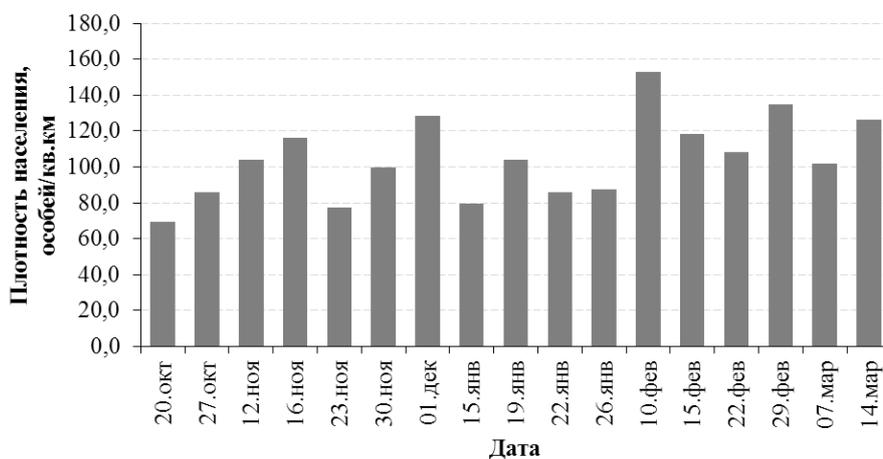


Рис. 1. Динамика плотности населения домового воробья в г. Тула на протяжении периода наблюдений

Одним из возможных факторов, влияющих на активность вида, является температура воздуха (рис. 2). Так, например, 23 ноября произошёл резкий кратковременный спад численности вида на маршруте, в значительной степени обусловленный резким снижением температуры.

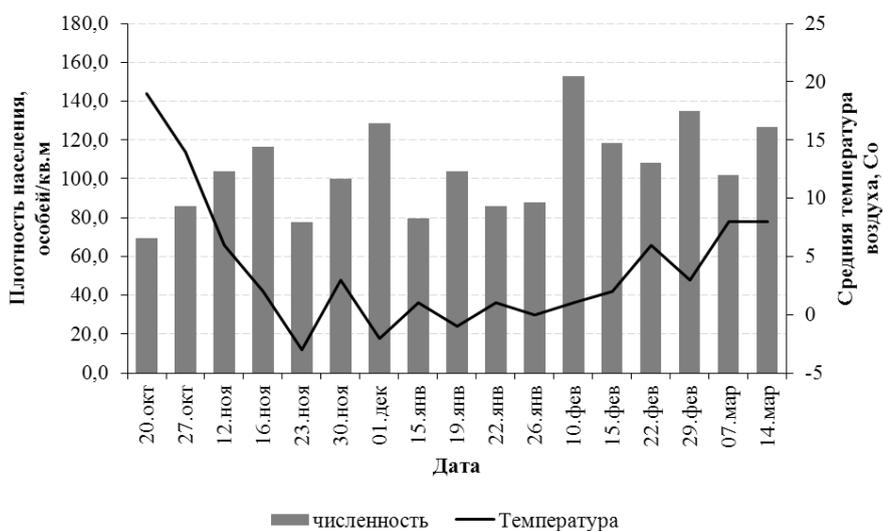


Рис. 2. Взаимосвязь плотности населения домового воробья с температурой воздуха

В среднем плотность населения домового воробья во внегнездовой период составила 105 особей/км<sup>2</sup>. Учитывая площади, находящиеся в г. Тула под застройкой [3], расчетная численность домового воробья может быть оценена в 3100 особей.

В дневной период птицы держались преимущественно на присадах (рис. 3).

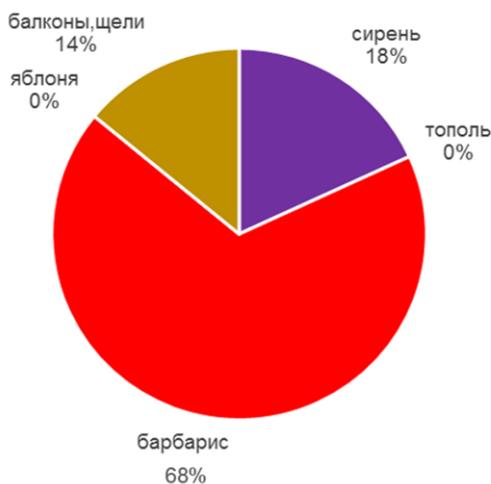


Рис. 3. Использование различных присад домовым воробьём

Из используемых воробьями присад, домовый воробей на рассматриваемой территории предпочитал занимать три. Несмотря на то, что самой распространённой из них в местах проведения наблюдений является сирень (47,7%), наибольшее количество птиц отдавало предпочтение барбарису (отмечено 530 случаев использования). Возможно, среди рассмотренных насаждений, барбарис предоставляет воробьям наилучшую защиту от хищников.

Таким образом, основными факторами, влияющими на распределение и численность воробьёв во внегнездовой период, являются: наличие укрытий, погодные условия, а также наличие кормушек вблизи присад.

#### Библиографический список

1. Чурсинова Н. В. Особенности экологии домового и полевого воробьев Центрального Предкавказья и их практическое значение : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.02.08. 2010. 23 с.
2. Боголюбов А. С. Изучение видового состава и численности птиц методом маршрутного учета. М. : Просвещение, 2000. 69 с.
3. Доклад о состоянии и использовании земель в Тульской области в 2019 году [Электронный ресурс]. – URL: <https://rosreestr.gov.ru/upload/to/tulskaya-oblast/statistika-i-analitika/doklady/> (дата обращения: 16.03.2021).

## ЖУКИ РОДА *LEIODES* LATREILLE, 1796 (COLEOPTERA, LEIODIDAE) КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Г. И. Юферев

Ветеран труда, ФГБУ «Государственный заповедник «Нургуш»,  
Дер. Шмелёво Кировской области

Изучение фауны жуков рода *Leiodes* проводилось в процессе инвентаризации фауны жесткокрылых Кировской области в период с 1971 по 2020 гг. методом почвенных и оконных ловушек. При этом выявлено 30 видов.

Ключевые слова: жуки, Coleoptera, Leiodidae, род *Leiodes*, Кировская область.

Фауна жуков рода *Leiodes* изучена явно недостаточно как в отдельных регионах, так и в Российской Федерации в целом, за исключением Московской области.

Для близкой по природе Швеции приводится 31 вид [1].

В первый период изучения применялись ловчие ямки, найдено 5 видов [2]. В дальнейшем использовались ловушки Барбера и оконные ловушки. Материал из почвенных ловушек поступал также из сборов кафедры зоологии Кировского педуниверситета в Омутнинском районе и окрестностях г. Кирова. В результате стало известно 22 вида (*L. gallica* приведён на основании ошибочного определения) [3]. В последующие годы при определении материала, собранного почвенными ловушками в заповеднике «Нургуш» Л. Г. Целищевой, добавились ещё 2 вида. Один вид найден С. П. Решетниковым (г. Киров) в окрестностях г. Советска методом кошения. Ещё 5 видов пойманы в оконные ловушки в последние годы. Просмотрены сборы К. С. Ступникова из окрестностей п. Свеча.

Материал находится в коллекции Зоологического музея МГУ.

### Список видов

- Leiodes badia* (Sturm, 1807). Шмелёво, Нургуш. 5 экз.  
*L. bicolor* (Schmidt, 1841). Шмелёво. 8 экз. Осушенный торфяник.  
*L. cinnatomea* (Panzer, 1793). Нургуш. 1 экз. Елово-широколиственный лес.  
*L. dubia* (Kugelann, 1794). Свеча, Шмелёво, Нургуш. 35 экз.  
*L. ferruginea* (Fabricius, 1787). Шмелёво. 1 экз.  
*L. flavescens* (Schmidt, 1841). Шмелёво. 4 экз.  
*L. fracta* (Seidlitz, 1874). Оричи, Шмелёво, Нургуш. 11 экз.  
*L. furva* (Erichson, 1834). Шмелёво. 8 экз.  
*L. gyllenhali* Stephens, 1829. Шмелёво, Омутнинск, Нургуш. 100 экз.  
*L. hybrida* (Erichson, 1845). Шмелёво. 2 экз.  
*L. inordinata* (J. Sahlberg, 1898). Омутнинск. 2 экз.  
*L. litura* Stephens, 1832. Шмелёво. 36 экз.

*L. lucens* (Fairmaire, 1855). Омутнинск, Киров. 3 экз. В ельниках.  
*L. lunicollis* (Rye, 1872). Советск. 1 экз. С. П. Решетников.  
*L. macropus* (Rye, 1873). Шмелёво. 2 экз.  
*L. obesa* (Schmidt, 1841). Свеча, Советск, Луза, Омутнинск, Уржум.

80 экз.

*L. oblonga* (Erichson, 1845). Нургуш. 1 экз. Елово-широколиственный лес.

*L. pallens* (Sturm, 1807). Шмелёво. 10 экз.

*L. picea* (Panzer, 1797). Свеча, Шмелёво, Омутнинск. 31 экз. В ельниках.

*L. polita* (Marsham, 1802). Шмелёво. 3 экз. Березняк орляковый.

*L. puncticollis* (Thomson, 1882). Шмелёво. 1 экз. Для фауны России указывается впервые.

*L. punctulata* (Gyllenhal, 1810). Киров, Свеча, Нургуш. 12 экз.

*L. rotundata* (Erichson, 1845). Шмелёво, Нургуш. 14 экз.

*L. rubiginosa* (Schmidt, 1841). Шмелёво. 17 экз.

*L. ruficollis* (J. Sahlberg, 1898). Омутнинск, Шмелёво. 60 экз. В ельниках.

*L. rufipennis* (Paykull, 1798). Шмелёво. 5 экз.

*L. rugosa* Stephens, 1829. Шмелёво, Омутнинск. 4 экз.

*L. silesiaca* (Kraatz, 1852). Свеча, Шмелёво, Омутнинск. 120 экз.

*L. subtilis* Reitter, 1885. Шмелёво. 58 экз.

*L. triepkii* (Schmidt, 1841). Свеча, Шмелёво. 25 экз.

В Кировской области могут быть найдены ещё несколько видов: *L. rhaetica* (Erichson); *L. ciliaris* (Schmidt), собранный В. О. Козьминых в окрестностях г. Перми (колл. Зоомузея МГУ); *L. sparre-schneideri* Strandt, найденный в Удмуртии [4]; *L. longipes* (Schmidt), вид с широким ареалом, но везде очень редкий [5].

*Выражаю свою глубокую признательность сотруднику Зоомузея МГУ А. А. Гусакову за разнообразную помощь в работе с литературой и коллекциями музея, а также К. С. Ступникову (г. Пермь) за предоставление материала.*

#### Библиографический список

1. Lundberg S., Gustafsson B. Catalogus coleopterorum Sueciae. Naturhistoriska Riksmuseet och Entomologiska Föreningen. Stochholm, 1995.

2. Юферев Г. И. Жесткокрылые семейства Leiodidae (Coleoptera) Кировской области // Энтомологическое обозрение. 1982. Т. 61, вып. 3. С. 523–527.

3. Юферев Г. И. Отряд Coleoptera – Жесткокрылые // Животный мир Кировской области (беспозвоночные животные). Киров, 2001. Т. 5. С. 120–180.

4. Дедюхин С. В., Никитский Н. Б., Семёнов В. Б. Систематический список жесткокрылых (Insecta, Coleoptera) Удмуртии // Евразийский энтомологический журнал. 2005. Т. 4, вып. 4. С. 293–315.

5. Nunberg M. Grzybinhi – Leiodidae. Klucze do oznaczenia owudow Polshi. Warszawa, 1987. CZ. XIX. Zeszyt 15. 495.

Научное издание

ЭКОЛОГИЯ РОДНОГО КРАЯ:  
ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Материалы XVI Всероссийской научно-практической конференции

с международным участием

27–28 апреля 2021 г.

Книга 2

Компьютерная верстка: Е. М. Кардакова

Дизайн обложки: А. С. Тимонов

Подписано в печать 22.04.2021 г. Печать цифровая.

Бумага для офисной техники.

Усл. печ. л. 23. Тираж 40 экз. Заказ № 7038.

Отпечатано с готового оригинал-макета  
в центре полиграфических услуг  
Вятского государственного университета.

610000, г. Киров, ул. Московская, 36.