



eISSN 2311-2468
Том 6, № 8. 2018
Vol. 6, no. 8. 2018

электронное периодическое издание
для студентов и аспирантов

Огарёв-онлайн Ogarev-online

<https://journal.mrsu.ru>



РУБЦОВА А. В.

**БРИОФЛОРА ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО КОМПЛЕКСНОГО
ЗАКАЗНИКА «ВАЛАМАЗСКИЙ» (УДМУРТСКАЯ РЕСПУБЛИКА)**

Аннотация. Приводятся результаты исследования бриофлоры государственного природного комплексного заказника «Валамазский» (Удмуртская Республика). Бриофлора заказника характеризуется преобладанием мезофитных напочвенных мохообразных, большая часть которых сосредоточена в лесных и прибрежно-водных фитоценозах. На территории заказника отмечено произрастание двух видов бриофитов, занесенных в Красную книгу Удмуртской Республики.

Ключевые слова: бриофлора, заказник, мохообразные, Удмуртская Республика

RUBTSOVA A. V.

BRYOFLORE OF STATE INTEGRATED

NATURE RESERVE "VALAMAZSKYI" (UDMURT REPUBLIC)

Abstract. The article provides the results of bryoflora study carried out at state integrated nature reserve "Valamazskiy" (the Udmurt Republic). Bryoflora of the nature reserve is characterized by a predominance of mesophytic ground-layer bryophytes, most of which are concentrated in forest and coastal aquatic phytocenoses. Two species of bryophytes listed in the Red Book of the Udmurt Republic grow in the nature reserve.

Keywords: bryoflora, nature reserve, mosses, Udmurt Republic.

В Удмуртской Республике (УР) существует развитая сеть особо охраняемых природных территорий различной подчиненности и категоричности (около 131) [11; 12]. В 2014–2016 гг. при финансовой поддержке Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Удмуртской Республики были исследованы бриофлоры некоторых ООПТ Удмуртии, в том числе бриофлора государственного природного комплексного заказника «Валамазский».

Государственный природный комплексный заказник «Валамазский» основан в 1963 г. с целью восстановления популяции бобра. В 2010 г. изменились подходы к охране и название заказника, его статус (с охотничьего на комплексный).

Валамазский государственный природный комплексный заказник находится на востоке Русской равнины в пределах Кильмезской низменности в долине малой реки Уть, правого притока р. Кильмезь, расположенной у юго-западной окраины Верхнекамской возвышенности, между Красногорской, Тыловайско-Мултанской и Можгинской возвышенностями. Площадь заказника составляет 31,1 тыс. га, в том числе площадь земель

лесного фонда – 27,9 га. В физико-географическом отношении территория заказника располагается в таежной (бореальной) природной зоне, в подзоне южной тайги, в пределах Кильмезского южнотаежного низменного физико-географического района, Уть-Лумпунского ландшафта на эоловых отложениях плейстоцена [2].

Климат умеренно-континентальный с продолжительной холодной и многоснежной зимой, теплым летом и хорошо выраженными переходными сезонами: весной и осенью.

Для территории заказника характерна высокая облесенность (более 60%) и преобладание сосновых лесов самых различных типов, которые охватывают весь экологический спектр по увлажнению, начиная от сырых сосняков сфагновых до сухих сосняков беломошников. Также на территории заказника отмечены уникальные болотные комплексы, сочетающиеся с сосновыми лесами на материковых дюнах [1].

Сбор материала осуществлялся детально-маршрутным методом с акцентом на обследование наиболее экотопически разнообразных местообитаний. Гербарный материал собран по традиционным методикам (около 600 образцов) и хранится в Гербарии Удмуртского университета. Идентификация видов проводилась по общепринятым в бриологии методам (сравнительно-морфологический, анатомо-морфологический) с использованием отечественных определителей [3; 10]. Номенклатура видов мохообразных, приведенных в тексте, соответствует принятой в бриологической литературе [3; 10].

Согласно проведенным исследованиям, в бриофлоре Валамазского государственного природного комплексного заказника на настоящий момент насчитывается 106 видов мохообразных из 66 родов и 35 семейств.

Отдел Marchantiophyta (Печеночные мхи) включает 11 видов и представлен 2 классами – Jungermanniopsida (Юнгерманниевые) и Marchantiopsida (Маршанциевые), которые объединяют 8 семейств и 10 родов. Отдел Bryophyta (Листостебельные мхи) включает 95 видов, 27 семейств и 56 родов. Он представлен 4 классами: Sphagnopsida (Сфагновые мхи), Tetraphidopsida (Тетрафисовые), Polytrichopsida (Политриховые), Bryopsida (Бриевые). Отношение печеночных мхов к листостебельным составляет 11,6%.

В результате проведенных исследований в бриофлоре Валамазского заказника отмечено 8 новых для исследуемой территории видов, в том числе занесенные в Красную книгу Удмуртии [7] печеночники – риччиокарп плавающий (*Ricciocarpos natans* (L.) Corda) и фруллания расширенная (*Frullania dilatata* (L.) Dumort.).

На долю одиннадцати ведущих по числу видов семейств приходится 72 вида, что составляет 67,9% от всего разнообразия моховидных (таблица). В бриофлоре заказника «Валамазский», как и в бриофлоре Удмуртии в целом [13], лидирующую позицию занимают семейства Amblystegiaceae, Dicranaceae и Sphagnaceae, при несколько иной

последовательности их расположения в спектре, что является своеобразием локальной бриофлоры. Лидирующие позиции семейств сфагновых, амблистегиевых и дикрановых отражает географическое положение изучаемого района и характерно для всей бриофлоры южной тайги [14].

Таблица

**Ведущие по числу видов семейства бриофлоры государственного природного
комплексного заказника «Валамазский»**

Название семейства	Ранг	Число видов (% от общего числа видов в бриофлоре)
Amblystegiaceae	1	12 (11,3%)
Dicranaceae	2	10 (9,4%)
Sphagnaceae	3–4	9 (8,5%)
Brachytheciaceae	3–4	9 (8,5%)
Mniaceae	5–6	7 (6,6%)
Polytrichaceae	5–6	7 (6,6%)
Pylaisiaceae	7	5 (4,7%)
Bryaceae	8	4 (3,8%)
Calliergonaceae	9–11	3 (2,8%)
Pottiaceae	9–11	3 (2,8%)
Thuidiaceae	9–11	3 (2,8%)

Большинство представителей лидирующих семейств широко распространены на изучаемой территории и характеризуются как влаголюбивые и обычно приуроченные к переувлажненным ландшафтам растения (прежде всего прибрежно-водным и заболоченным), что иллюстрирует экологические особенности местности. При этом дикрановые мхи больше тяготеют к полуоткрытым, залесенным местообитаниям, а брахитечиевые мхи чрезвычайно экологически пластичны и часто встречаются в различных местообитаниях на разнообразных субстратах. Все это свидетельствует о наличии в заказнике разнообразных местообитаний, пригодных для поселения бриофитов.

Среднее число видов в семействе в бриофлоре заказника составляет 3. Одновидовых семейств отмечено 14.

В бриофлоре заказника «Валамазский» лидируют 7 родов, в которых сосредоточено 36 видов (34%). Первую триаду составляют роды *Sphagnum* (9 видов), *Dicranum* (8 видов) и *Brachythecium* (5 видов). Одновидовых родов в бриофлоре заказника отмечено 47. Среднее число видов в роде составляет 1,6, среднее число родов в семействе – 1,9.

Впервые для территории государственного природного комплексного заказника «Валамазский» отмечено 8 видов бриофитов, среди которых 2 вида занесены в Красную книгу Удмуртской Республики [9] с 3-ей категорией редкости. Находки этих видов позволили расширить знания по их распространению и экологии.

Риччиокарп плавающий (*Ricciocarpos natans* (L.) Corda) – небольшой слоевищный печеночник из семейства Риччиевые (Ricciaceae). Кроме Удмуртии, вид охраняется в Воронежской [4], Курской [5], Ленинградской [7], Новгородской [6] и Псковской [8] областях.

Риччиокарп плавающий является циркумполярным космополитом, однако везде встречается нечасто. Отмечен в Средней и Восточной Азии, Северной, Центральной и Южной Америке, Западной и Южной Африке, Австралии, Новой Зеландии [10]. В Удмуртской Республике вид был известен из 4 местонахождений в южной половине Республики (Завьяловский, Камбарский, Воткинский и Каракулинский районы) [11]. По экологическим предпочтениям риччиокарп плавающий в Удмуртии является гидрофитом, гелиосциофитом и ацидонейтрофилом. Местообитания его приурочены к старицам крупных рек (р. Кама и ее притоки), где он образует популяции различных размеров как в воде, так и по берегу водоема. Лимитирующим фактором распространения вида является зарастание или осушение стариц, к которым может привести любое нарушение гидрорежима, например, повышение рекреационной нагрузки, выпас скота, строительные работы и т.д.

Популяция *Ricciocarpos natans* выявлена на территории государственного природного комплексного заказника «Валамазский» в старице р. Уть (северо-западнее пос. Валамаз Селтинского района). Отмечены как единичные растения на почве по берегу старицы, так и небольшие популяции в воде. Плотность популяции составила около 3–5 особей на 1 м². Растения нормально развиты, у некоторых отмечались гаметангии. *Ricciocarpos natans* впервые отмечен как для территории Селтинского района, так и для всей северной половины Удмуртии.

Фруллания расширенная (*Frullania dilatata* (L.) Dumort.) принадлежит к семейству Фрулланіевые (Frullaniaceae) и является евразийским неморальным видом. В России вид распространен широко, но везде встречается нечасто. Отмечается на Кавказе, Украине, Белоруссии, в Сев. Африке, на Канарских островах, Скандинавии, Западной Европе, Китае [10]. В Удмуртии популяции фруллании отмечались в Шарканском районе и в г. Ижевске [11]. Это мезофитный, гелиосциофитный и ацидонейтрофильный вид, обитающий в мелколиственных (с примесью ели) и смешанных старовозрастных лесах на коре стволов лиственных пород.

На территории государственного природного комплексного заказника «Валамазский» вид обнаружен северо-западнее пос. Валамаз во вторичном мелколиственном лесу в основании ствола липы.

Обнаруженная популяция фруллании занимала небольшую площадь (около 10 см²), большая часть растений печеночника переплеталась с дерновинками зеленых мхов.

Лимитирующим факторам для вида является исчезновение типичных местообитаний – вырубка старовозрастных лесов. Кроме того, как и любой эпифитный вид, *Frullania dilatata* чрезвычайно чувствительна к загрязнению воздуха. Необходимо обеспечить контроль за состоянием популяции, запрет на рубку лесов, создание комплексного заказника.

Расположение заказника в подзоне южной тайги определяет и соотношение слагающих его бриофлору зонально-генетических элементов: бореальный – 47 видов (44,3%), гемибореальный – 20 видов (18,9%); неморальный – 14 видов (13,2 %); группа видов с неясной зональной приуроченностью – 18 видов (17%); космополитный – 7 видов (6,6%). Преобладание бореального элемента характерно для всей бореально-таежной зоны и является отражением зональности. Большую долю бриофлоры составляет гемибореальный элемент. Мелколиственные и хвойно-мелколиственные леса, выросшие на месте вырубленных хвойных лесов, обуславливают достаточный вклад в бриофлору исследованной территории неморального элемента.

Проведение эколого-ценотического анализа основывалось на 3-х параметрах: водный режим среды, характер субстрата, тип предпочитаемого местообитания. Зарегистрированные на территории Валамазского заказника виды бриофитов были распределены среди 4-х экологических групп по фактору увлажнения (рисунок 1).

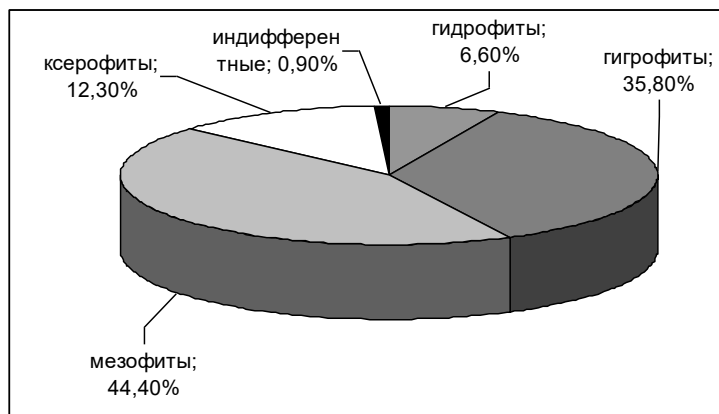


Рис. 1. Экологические группы по отношению к влажности в бриофлоре заказника «Валамазский».

Лидирующие позиции, как и в бриофлоре Удмуртии в целом [13], занимают мезофитные виды. Доля участия гигрофитных видов также велика, так как на территории заказника часто встречаются переувлажненные и заболоченные ценозы.

При анализе субстратного предпочтения бриофитов получены следующие данные. Выделено 3 субстратные группы: эпигейды, эпиксилы, эпифиты (рисунок 2). Лидирующую позицию в исследованной бриофлоре делят группы эпигейных и эпиксильных бриофитов – по 46 видов (по 43,6% от общего числа видов). Эпигейные бриофиты образуют напочвенный

покров в лесных фитоценозах, поселяются по берегам рек и ручьев на незадернованной почве и формируют пионерные сообщества в антропогенно нарушенных местах. Представителями эпигейной группы бриофитов являются крупные гигрофитные мхи из семейства гиелокомиевых (*Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt., *Hylocomium splendens* (Hedw.) Bruch et al.), более мелкие растения из бриевых (*Bryum pseudotriquetrum* (Hedw.) P. Gaertn., B. Mey & Scherb.), мниевых (*Plagiomnium cuspidatum* (Hedw.) T.J. Kop., *Mnium stellare* Hedw.) и печеночники (*Marchantia polymorpha* L., *Blasia pusilla* L.). Эпиксильные бриофиты поселяются на валежнике, спилах деревьев (*Orthotrichum obtusifolium* Brid., *Pylaisia polyantha* (Hedw.) Bruch et al.). Особенностью бриофлоры Валамазского заказника является повышение роли эпиксильных бриофитов. В основном растительность заказника представлена мелколиственными лесными сообществами, которые сформировались на месте вырубок, либо образовались в результате зарастания полей. В лиственных лесах мохообразные практически не образуют напочвенный покров, предпочитая поселяться на гнилой древесине – субстрате с пониженной конкуренцией и медленным высвобождением питательных веществ. Именно поэтому группа эпиксильных бриофитов оказалась представлена так же многообразно, как и эпигейные мохообразные.

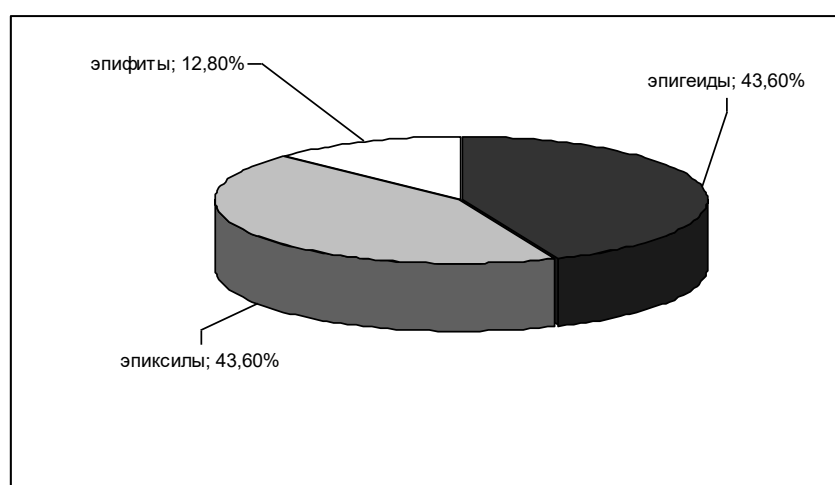


Рис. 2. Субстратные экологические группы в бриофлоре заказника «Валамазский».

Эпифитные виды насчитывают 13 видов (12,8%). Видовой состав в разных типах леса различен. Так, в хвойных лесах эпифиты редки, образуемые ими синузии малы по размерам и слабо развиты. Группа комлевых эпифитов более развита и представлена видами рода *Plagiothecium*, *Lophocolea* и *Plagiomnium*. Группа эпифитных бриофитов в лиственных и смешанных лесах богаче, представлена крупными влаголюбивыми видами (*Stereodon pallescens* (Hedw.) Mitt., *Platygyrium repens* (Brid.) Bruch et al., *Callicladium haldanianum* (Grev.) H.A. Crum).

На основании приуроченности к определенным местообитаниям моховидные были разделены на следующие эколого-ценотические группы: лесную, луговую, болотную, прибрежно-водную, нарушенных местообитаний (рисунок 3).

Большинство видов бриофитов сосредоточено в лесных и прибрежно-водных местообитаниях. При этом видовой состав мохообразных в хвойных, хвойно-мелколиственных и мелколиственных лесах примерно одинаковый. В основном бриофиты в лесных сообществах образуют куртины разной площади, поселяясь на почве (*Pleurozium schreberi*, *Rhytidiadelphus triquetrus* (Hedw.) Warnst.) или гнилой древесине (*Plagiomnium*, *Stereodon pallescens*).

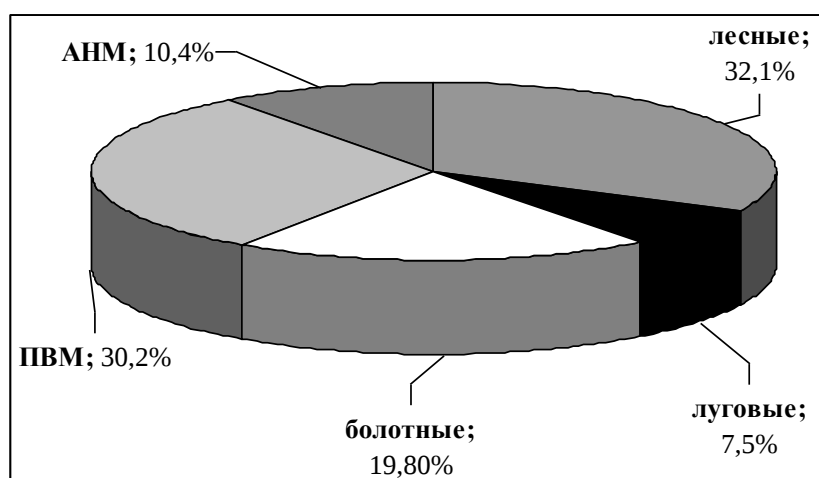


Рис. 3. Эколого-ценотические группы в бриофлоре заказника «Валамазский».

В прибрежно-водных местообитаниях также складываются устойчивые моховые синусии из гигро- и гидрофитных моховидных, часто с преобладанием печеночных мхов (*Riccia fluitans* L., *Marchantia polymorpha* L.). Луговые и нарушенные местообитания характеризуются отсутствием дифференциальных видов, в основном видовой состав моховидных здесь близок к прибрежно-водным участкам. Лишь на сухих и хорошо освещаемых местах можно встретить группировки верхоплодных бриофитов с ускоренным циклом развития. Бриофлоры болотных фитоценозов сложены сфагновыми мхами и крупными гигрофитными видами (*Calliergon cordifolium* (Hedw.) Kindb., *Calliergonella cuspidata* (Hedw.) Loeske).

В целом, бриофлора Валамазского заказника является типичной бриофлорой южной тайги с преобладанием мезофитных напочвенных мохообразных. Большая часть бриофитов сосредоточена в лесных (преимущественно хвойных и хвойно-мелколиственных) и прибрежно-водных фитоценозах. Наличие разнообразных местообитаний, оптимальные условия увлажнения и освещенности, слабая рекреационная активность позволили

произрастать стенобионтным бриофитам, находящимся под охраной в УР (*Ricciocarpos natans*, *Frullania dilatata*).

ЛИТЕРАТУРА

1. Баранова О. Г. Растительный покров // География Удмуртии: природные ресурсы: учеб. пособие. – Ижевск, 2009. – С. 204–217.
2. География Удмуртии: природные условия и ресурсы: в 2 ч. / под. ред. И. И. Рысина. – Ижевск: Удм. ун-т, 2009. – 256 с.
3. Игнатов М. С., Игнатова Е. А. Флора мхов средней части европейской России. – М.: Тов-во КМК, 2003. – Т. 1. – 608 с.; Т. 2. – 2004. – 340 с.
4. Красная книга Воронежской области. Т. 1. Растения. Лишайники. Грибы / под ред. В. А. Агафонова. – Воронеж: МОДЭК, 2011. – 472 с.
5. Красная книга Курской области. Редкие и исчезающие виды растений и грибов / под ред. Н. И. Золотухина и др. – Курск, 2002. – Т. 2. – 165 с.
6. Красная книга Новгородской области / отв. ред. Ю. Е. Веткин, Д. В. Гельтман и др. – СПб.: Дитон, 2015. – 480 с.
7. Красная книга природы Ленинградской области. Растения и грибы / под ред. Г. А. Носкова и др. – СПб., 2000. – Т. 2. – 672 с.
8. Красная книга Псковской области / под ред. Ю. В. Александрова и др. – Псков: Процесс, 2014. – 544 с.
9. Красная книга Удмуртской Республики. Изд. 2-е / под. ред. О. Г. Барановой. – Чебоксары: Перфектум, 2012. – 458 с.
10. Потемкин А. Д., Софронова Е. В. Печеночники и антоцеротовые России. – СПб.; Якутск: Бостон-Спектр, 2009. – Т. 1. – 368 с.
11. Редкие и исчезающие виды растений и животных южной половины Удмуртии и их охрана: итоги науч. исслед. (2005–2009 гг.) / О. Г. Баранова и др. – Ижевск: Удм. ун-т, 2011. – 271 с.
12. Редкие и исчезающие виды растений, лишайников и грибов северной половины Удмуртии и их охрана: итоги науч. исслед. (2008–2011) / О. Г. Баранова и др. – Ижевск: Удм. ун-т, 2016. – 174 с.
13. Рубцова А. В. Бриофлора Удмуртской Республики: дис. ... канд. биол. наук. – Казань, 2011. – 236 с.
14. Шубина Т. П., Железнова Г. В. Листостебельные мхи равнинной части средней тайги европейского северо-востока. – Екатеринбург, 2002. – 160 с.

СТЕПУШКИНА О. Г., НОВОЖИЛОВА О. С.
ВЛИЯНИЕ АТФ НА БЕЛКОВЫЙ СОСТАВ
НЕРВНОГО ВОЛОКНА В ПРОЦЕССЕ РЕГЕНЕРАЦИИ

Аннотация. Проведено исследование влияния АТФ на белковый состав миелиновой фракции и фракции осевых цилиндров (аксонов) периферического нерва при повреждении. Установлена зависимость белкового состава при введении АТФ. Наличие выявленных белков указывает на процесс регенерации нерва, а увеличение их концентрации – на действие АТФ на процессы синтеза белков.

Ключевые слова: нервное волокно, миелин, аксон, глия, белки, АТФ, повреждение, регенерация.

STEPUSHKINA O. G., NOVOZHILOVA O. S.
EFFECT OF ATP ON PROTEIN COMPOSITION
OF NERVOUS FIBER DURING REGENERATION

Abstract. The effect of ATP on the protein composition of the peripheral nerve myelin and axon fractions in case of damage was investigated. The dependence of the qualitative protein composition affected by the administration of ATP was found out. The presence of the proteins indicates the process of nerve regeneration and an increase in their concentration shows the effect of ATP on the protein synthesis processes.

Keywords: nerve fiber, myelin, axon, glia, proteins, ATP, damage, regeneration.

В последнее время одной из первостепенных задач неврологии является исследование заболеваний периферической нервной системы. Регенерация периферических нервов, восстановление функций поврежденных тканей и органов имеет немалый клинический интерес [2].

В регенерации нерва, в частности аксона, непосредственное участие принимают шванновские клетки [3]. После повреждения травмированные нейроны должны перейти от режима передачи к режиму роста и начать продуцировать белки, имеющие потенциал для стимуляции регенерации [10]. При повреждении нерва АТФ быстро высвобождается, что способствует активации ряда сигнальных путей, которые приводят к активации клеток глии и к восстановлению функций нерва [9]. Так же АТФ участвует в активации лизосомального экзоцитоза, способствующего последующей активной регенерации нерва [10; 11]. Высокая концентрация внеклеточного АТФ ингибирует деградацию аксонов [11].

Целью исследования является изучение влияния АТФ на белковый состав периферического нерва в процессе регенерации.

Материал и методы исследования. Объектом исследования служили белые крысы линии Wistar обоего пола, массой 200–250 г в возрасте 3–4 месяцев. Животные содержались на стандартном рационе питания, в условиях вивария со свободным доступом к воде и пище. Материалом исследования служили седалищные нервы. Все манипуляции с животными осуществлялись в соответствии с «Правилами проведения работы с использованием экспериментальных животных» (приказ Минвуза от 13.11.1984 г. № 724). Животные были разделены на группы: контрольная группа; группа животных с перерезанным седалищным нервом, которые выводились из эксперимента через 1, 7 и 30 суток. Также животные с перерезанным седалищным нервом делились на группы, которым вводились инъекции АТФ (в концентрации 0,5 мг/кг) и животные без инъекций.

У крыс под действием хлороформного наркоза препарировали седалищный нерв на уровне средней трети бедра и перерезали его ножницами. Рану обрабатывали спиртом и зашивали. При извлечении материала животных усыпляли парами хлороформа. Выделенные нервы помещали в раствор Рингера, проводили гомогенизацию нервного волокна, в гомогенате определяли общее содержание белка методом Лоури [8]. Гомогенат разделяли на две фракции: миелиновая и осевые цилиндры [4] и проводили электрофоретическое разделение белков в ПААГе после делипидизации [6].

Результаты и их обсуждение. Установлено, что концентрация белков миелина под действием АТФ незначительно снижалась в течение 7 суток, на 30-е сутки после перерезки нерва концентрация белка увеличивалась на 21% по сравнению с контролем, что соответствует данным, полученным Морозовой А. А. [1]. Похожая картина наблюдалась во фракции осевых цилиндров: на 7-е сутки значительных изменений не наблюдалось, на 30-е сутки концентрация увеличилась на 8% по сравнению с контролем.

Полученные данные указывают на регенеративные процессы в нервном волокне. Максимальной активности они достигают к 4-й неделе после повреждения. Образуются бунгеровы ленты, состоящие из колоний шванновских клеток, участвующих в регенеративном процессе [2]. Под действием АТФ шванновские клетки активно делятся, образуя бунгеровы ленты и культу [9].

Электрофоретическое разделение белков миелиновой фракции седалищного нерва животных, которым вводился АТФ в течение 1, 7 и 30 суток, показало наличие в ней следующих миелин-специфических белков: MAG – миелин-ассоциированный белок; CNP – циклическая нуклеотидфосфодиэстераза; PLP – протеолипидный белок; P0 – нулевой белок; PMP22 – периферический миелиновый белок 22; MBP – основной белок миелина; липофилин (рисунок 1).

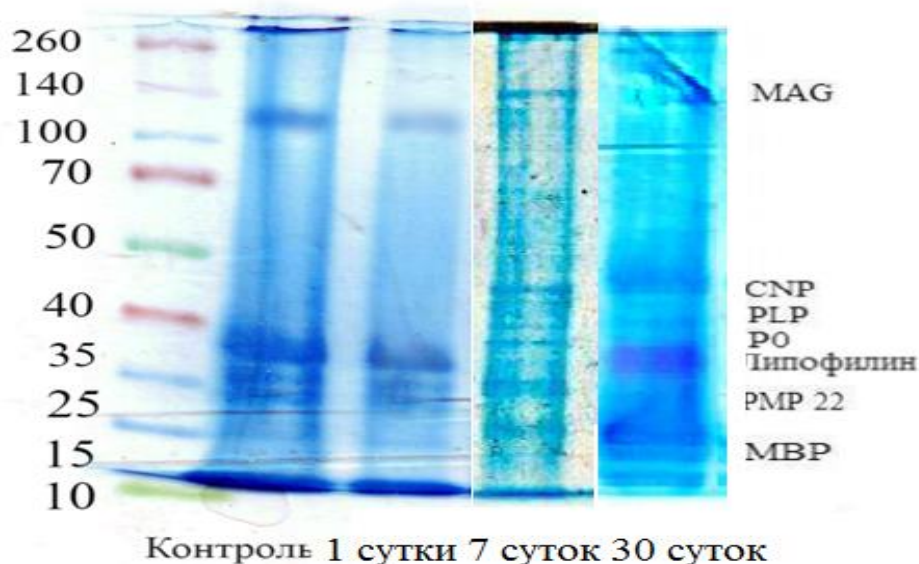


Рис. 1. Электрофореграмма миелин-специфических белков при перерезке нерва и после введения АТФ в течение 1, 7 и 30 суток.

При разделении белков миелиновой фракции опытных образцов после введения препарата через сутки на электрофореграмме были обнаружены те же белки, что и в контроле. Интенсивность полос ниже в сравнении с контрольной группой, что говорит о понижении концентрации белков.

При разделении белков миелиновой фракции опытных образцов после введения АТФ в течение 7 суток были обнаружены те же белки, что и в контроле. Стали видны 2 белка, связанные с регенерацией нервного волокна – P0 и RMP22. При введении АТФ их интенсивность увеличивалась в сравнении с образцами без введения вещества, что указывает на увеличение концентрации белков.

Через 30 суток после введения АТФ новые белки не обнаружены. Интенсивность белковых полос значительно увеличивалась по сравнению с контролем и данными, полученными через 7 суток и через сутки после перерезки, что говорит об увеличении в нерве содержания миелин-специфических белков, участвующих в процессах регенерации нервного волокна. Полученные данные согласуются с данными Ceballos D. et. al., согласно которым увеличение уровня миелин-специфических белков способствует процессам регенерации [5].

При электрофорезе белков фракции осевых цилиндров после введения АТФ в течение суток были обнаружены следующие белки: GAP-43, GP 350, тубулин, периферин, PGP 9.5, нейрофиламенты и SCG10 (рисунок 2).

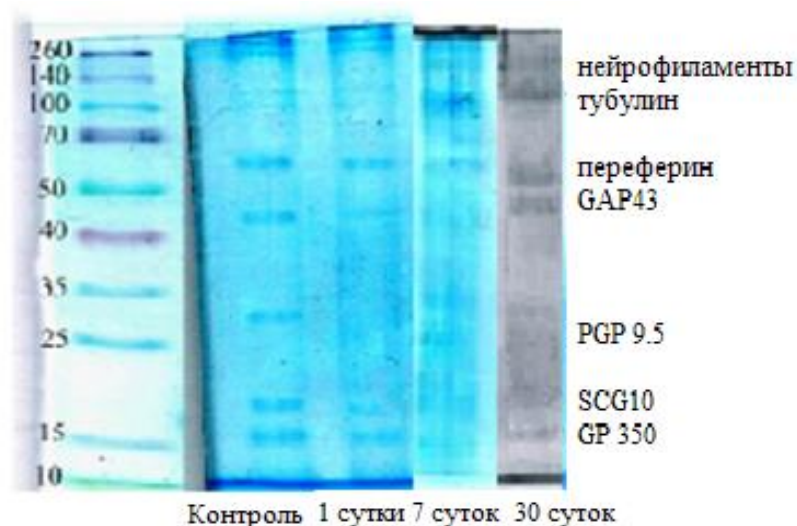


Рис. 2. Электрофореграмма белков фракции осевых цилиндров при перерезке нерва и после введения АТФ в течение 1, 7 и 30 суток.

Интенсивность полос опытных образцов в сравнении с контролем стала ниже, что говорит о снижении концентрации белков осевых цилиндров.

Интенсивность белковых полос осевых цилиндров снижалась в сравнении с контролем в течение первых суток. На 7-е сутки интенсивность полос также снижалась по сравнению с контролем, новые белки не идентифицированы.

На электрофореграмме опытных образцов после повреждения через 30 суток видны те же белки фракции осевых цилиндров, что и в контроле, но полосы более интенсивные, что говорит об увеличении концентрации данных белков, необходимых в процессе регенерации. Белки P0, PMP играют непосредственную роль в регенерации нервного волокна [1]. Изменений в качественном составе белков под действием АТФ отмечено не было.

В ходе проведения электрофореза было замечено, что в образцах проксимальной части нерва интенсивность полос уменьшалась в течение первой недели, к 30 суткам интенсивность полос увеличивалась в сравнении с контролем или же становилась такой же интенсивности. У опытной группы животных, которой вводили препарат АТФ, также было замечено, что в течение первой недели интенсивность белковых полос снижалась в сравнении с контролем, но по сравнению с опытными образцами полосы более интенсивные. К 30 суткам полосы по интенсивности превосходили и контроль, и опытные образцы без АТФ.

В процессе регенерации нервного волокна задействованы различные белки. Некоторые из них были зарегистрированы как в миелиновой фракции, так и во фракции осевых цилиндров. Белки миелиновой фракции: GAP-43 – белок, участвующий в регенерации аксона [1]; PGP 9.5 является маркером регенерации; P0, формирующий миелин;

РМР22. Белки фракции осевых цилиндров: CNРаза, инициирующая сборку микротрубочек [7]; ПМБ 2, стабилизирующий мембраны миелина [1]; периферин; SCG10, запускающий процесс регенерации. Наличие данных белков указывает на процесс регенерации, а увеличение их концентрации – на действие АТФ в процессах их синтеза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Морозова А. А., Пиняев С. И., Ревина Э. С. Особенности белкового состава миелиновой оболочки и осевых цилиндров аксонов периферического нерва в норме и при повреждении // XLIV Огаревские чтения. – 2016. – Т. 2. – С. 206–211.
2. Поражения периферических нервов и корешковые синдромы / под ред. Мументалера М., Штёра М., Мюллер-Фаля Г.; пер. с нем.; под общ. ред. А. Н. Барина. – М.: МЕДпресс-информ, 2013. – 616 с.
3. Обухов Д. К., Сотников О. С., Кругляков П. П. Радиальная глия как источник новых нейронов / под ред. Р. К. Данилова. – СПб: СпецЛит., 2011. – С. 491–674.
4. Чехонин В. П., Гурина О. И., Дмитриева Т. Б. Основной белок миелина // Вопросы мед. химии. – 2006. – Т. 46, № 6. – С. 549–563.
5. Ceballos D., Cuadras J., Verdu E. Morphometric and ultrastructural changes with ageing in mouse peripheral nerve // J. Anat. – 1999. – № 195. – pp. 563–576.
6. Laemmli U. K. Cleavage of Structural Proteins during the Assembly of the Head of Bacteriophage // Nature. – 2000. – Vol. 4. – pp. 680–685.
7. Lee J., Gravel M., Zhang R., Thibault P. Process outgrowth in oligodendrocytes is mediated by CNP, a novel microtubule assembly myelin protein// J. Cell Biol. – 2005. – Vol. 170. – pp. 661–673.
8. Lowry O. H., Rosebrough N. J., Farr A. L. Protein measurement with Folin phenol reagent // J. Biol. Chem. – 1951. – Vol. 193, № 1. – pp. 265–275.
9. Negro S., Rodella U. ATP Released by Injured Neurons Activates Schwann Cells // Front Cell Neurosci. – 2016. – Vol. 10. – pp. 1–6.
10. Sawada K., Echigo N., Juge N. Identification of a vesicular nucleotide transporter // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. – 2008. – Vol. 105, № 15. – pp. 5683–5686.
11. Shin Y. H., Chung H. J., Park C. Adenosine 5'-triphosphate (ATP) inhibits schwann cell demyelination during Wallerian degeneration // Cellular and Molecular Neurobiology. – 2014. – Vol. 34, № 3. – pp. 361–368.

КУРГАНОВ А. А.

**ФЛОРА ОСОБО ОХРАНЯЕМОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ
ИВАНОВСКОЙ ОБЛАСТИ «ВОДОХРАНИЛИЩЕ МОРКУШЕНСКОЕ»¹**

Аннотация. В статье приводятся данные о флоре особо охраняемой природной территории Ивановской области «Водохранилище Моркушенское». К 2017 г. в составе флоры отмечено 277 видов сосудистых растений, относящихся к 4 отделам, 5 классам, 68 семействам и 179 родам. Кратко охарактеризованы редкие и инвазионные виды растений.

Ключевые слова: особо охраняемые природные территории, флора, редкие и инвазионные виды растений, Ивановская область.

KURGANOV A. A.

**FLORA OF SPECIALLY PROTECTED NATURAL AREA
"RESERVOIR MORKUSHENSKOE" OF IVANOV REGION**

Abstract. Data on the flora of specially protected natural area "Reservoir Morkushenskoe" are provided. The study was completed in 2017. As a result, 277 species of vascular plants, belonging to 4 divisions, 5 classes, 68 families and 179 genera were observed. Some rare and invasive plant species are briefly characterized.

Keywords: specially protected natural areas, flora, rare and invasive plant species, Ivanovo region.

Изучение флоры особо охраняемых природных территорий в настоящее время остается одним из актуальных направлений ботанико-экологических исследований как в России, так и за рубежом [10]. В Ивановской области 327 объектов имеют статус ООПТ различного уровня охраны, в том числе один – заказник Федерального значения «Клязьминский». Основу сети ООПТ региона составляют водно-болотные комплексы. В качестве памятников природы регионального и местного значения признаны 44 озера, 50 болот, 8 водохранилищ. Флора и растительность многих водно-болотных комплексов в последнее десятилетие была специально изучена [2; 4; 6; 7], полученные данные стали основой для составления паспортов ООПТ.

Водохранилище Моркушенское расположено в Комсомольском муниципальном районе Ивановской области, в 17 км северо-западнее районного центра – г. Комсомольск, в 6 км северо-западнее с. Октябрьский, в 8 км южнее д. Петровское. Оно представляет собой искусственный водоем, который был создан в 1930-х гг. на небольшой р. Моркуша для

¹ Автор выражает глубокую благодарность Е. А. Борисовой, М. П. Шилову, А. М. Тихомирову за совместные полевые исследования.

обеспечения водой крупной ИВГРЭС в г. Комсомольск. Водохранилище образовано методом перекрытия ложбинообразной речной долины насыпной грунтово-каменной водосбросной плотиной. Высота плотины составляет 8 м, по гребню плотины проложена дорога длиной более 10 м и шириной 2,5 м.

Водоохранилище утратило функции к 1980-м гг. и стало использоваться для разведения рыбы, а также для охоты и отдыха населения. Оно было признано памятником природы местного значения в 1993 г. (Решение Совета народных депутатов № 155 от 17.03.1993 г.) и является ключевой орнитологической территорией (КОТР) общеевропейского ранга.

Моркушенское водохранилище – крупный водоем Ивановской области. Его длина составляет 3010 м, ширина – 1094 м, площадь акватории – 213,8 га. Максимальная глубина составляет 4,1 м, средняя – 1,5 м. ООПТ включает не только акваторию водохранилища, но и береговую полосу шириной 50–60 м. Площадь ООПТ после реорганизации составляет 413,2 га.

Целенаправленное изучение флоры и растительности данной ООПТ проведено в июле 2015 г.: обследовались берега водохранилища, акватория, р. Моркуша, прилегающие лесные массивы. Были описаны растительные сообщества, выявлен видовой состав сосудистых растений, составлен полный аннотированный конспект флоры. Особое внимание уделялось редким видам растений. Собранный гербарий хранится в Ивановском государственном университете, отдельные сборы переданы в гербарий ИЭВБ РАН (PVB) [9].

В результате проведенных исследований в составе флоры ООПТ «Водоохранилище Маркушенское» и в его охранной зоне было отмечено 277 видов сосудистых растений, относящихся к 4 отделам, 5 классам, 68 семействам и 179 родам. Во флоре значительно преобладают представители отдела покрытосеменные (*Magnoliophyta*) – 263 вида, отдел папоротниковидные (*Polypodiophyta*) представлен 6 видами из 4 семейств. В отделе хвощевидные (*Equisetophyta*) насчитывается 5 видов, голосеменные (*Pinophyta*) представлены 3 видами. Виды отдела плауновидные (*Lycopodiophyta*) не отмечены.

К числу ведущих семейств флоры ООПТ и охранной зоны относятся следующие: *Roaceae* – мятликовые, или злаки (29 видов), *Asteraceae* – астровые, или сложноцветные (23 вида), *Superaceae* – осоковые (16 видов), на их долю приходится 25,8 % от всего видового разнообразия, что типично для бореальных флор умеренных широт Голарктики. Крупными семействами флоры так же являются *Rosaceae* – розоцветные (14 видов), *Ranunculaceae* – лютиковые (13 видов), *Lamiaceae* – губоцветные (11 видов), *Umbelliferae* – зонтичные (10 видов), *Fabaceae* – бобовые (9 видов), *Polygonaceae* – гречишные (9 видов), *Caryophyllaceae* – гвоздичные (8 видов).

К крупным родам флоры относятся следующие: осока – *Carex* (13 видов), ива – *Salix* (6 видов), роды горец – *Polygonum* и лютик – *Ranunculus* – по 5 видов, ситник – *Juncus*, рдест – *Potamogeton*, звездчатка – *Stellaria*, щавель – *Rumex* – по 4 вида.

Несмотря на то, что во флоре данной ООПТ не было отмечено видов, включенных в Красную книгу Ивановской области, она репрезентативна, так как отличается участием многих редких для флоры региона видов и общим флористическим разнообразием. Здесь обнаружены популяции 17 редких видов растений, занесенных в дополнительный список региональной Красной книги [8]. Ниже приводим их перечень с краткими комментариями.

Можжевельник обыкновенный – *Juniperus communis* L., встречается одиночными экземплярами в лесах по берегам водохранилища.

Осока волосистая – *Carex pilosa* Scop., распространена в лесах по берегам водохранилища, формирует заросли и местами доминирует.

Любка двулистная – *Platanthera bifolia* Rich., встречается редко, единичными экземплярами на опушках сырых участков лесов.

Пальчатокоренник Фукса – *Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soo, распространен по лесным дорогам, опушкам. Отмечены одиночные экземпляры и небольшие группы по 3–6 особей.

Ландыш майский – *Convallaria majalis* L., встречается в лесах по берегам водохранилища. Местами формирует крупные заросли.

Рдест туполистный – *Potamogeton obtusifolius* Merit. et Koch., группы особей и большие заросли вида встречаются на мелководьях и в прибрежной полосе акватории водохранилища.

Купальница европейская – *Trollius europaeus* L., найдены небольшие группы на опушках лесов и луговинах по берегам водохранилища.

Гвоздика пышная – *Dianthus superbus* L., единично встречается на опушке березового леса с подростом из ели на западном берегу водохранилища.

Адокса мускусная – *Adoxa moschatellina* L., встречается группами в лесах с участием ели.

Лютик длиннолистный – *Ranunculus lingua* L., образует заросли на юго-восточном берегу по мелководьям совместно с хвощом приречным.

Кувшинка чисто-белая – *Nymphaea candida* J. Presl., формирует небольшие заросли в прибрежной полосе на незначительных глубинах.

Вереск обыкновенный – *Calluna vulgaris* (L.) Hill, небольшие популяции отмечены в сосновых лесах по западному и южному берегам водохранилища.

Медуница неясная – *Pulmonaria obscura* Dumort., распространена рассеяно, встречается в лесах, местами формирует заросли.

Волчегородник обыкновенный – *Daphne mezereum* L., одиночными экземплярами растет в подлеске хвойно-мелколиственных и березовых лесов по берегам водохранилища.

Колокольчик олений, или жестковолосистый – *Campanula cervicaria* L., встречается редко, одиночными экземплярами на опушках лесов по южному берегу.

Колокольчик широколистный – *Campanula latifolia* L., распространен спорадически, растет группами по краям лесов и на склонах у плотины.

Колокольчик персиколистный – *Campanula persicifolia* L., встречается одиночно и группами на лесных опушках по берегам водохранилища.

Также обнаружены редкие для региона виды, но не включенные в дополнительный список. Это горец змеиный (*Polygonum bistorta*), уруть колосистая (*Myriophyllum spicatum*), дремлик широколистный (*Epipactis helleborine*), гирча тминнолистная (*Selinum carvifolia*), синюха голубая (*Polemonium caeruleum*) и незабудка дернистая (*Myosotis cespitosa*).

Интересно отметить, что в 7 км севернее Моркушенского водохранилища в заводи ручья Черного была найдена крупная популяция очень редкого вида – турчи болотной (*Hottonia palustris* L.) [5]. Она включена в Красную книгу Ивановской области [8], в настоящее время это единственное современное местонахождение; две находки, датированные 1920-ми и 1990-ми годами, повторить не удастся.

Водоем испытывает антропогенное воздействие, связанное с его использованием. На берегу водохранилища размещается охотничье хозяйство «Моркушенское». Имеются несколько деревянных домиков, баня, лодочный причал, вертолетная площадка, несколько лавочек и столиков из дерева, построены специальные вольеры для содержания охотничьих собак и разведения водоплавающей дичи. К берегам проложены тропы и устроены настилы из досок, имеется несколько деревянных мостиков.

Ежегодно берега водохранилища вблизи строений неоднократно обкашиваются. Имеются грунтовая дорога и многочисленные тропы. Водохранилище используется для спортивного и любительского рыболовства, охоты, а также отдыха населения.

В летние дни сюда приезжают отдыхающие из г. Ярославля, г. Иванова и других регионов РФ. В лесах по берегу водохранилища отмечены старые кострища, груды мусора, ямы. Плотина и гидротехнические сооружения водохранилища нуждаются в проведении ремонтных работ.

В связи со значительным антропогенным воздействием во флоре ООПТ «Водохранилище Моркушенское» присутствуют многие сорно-рудеральные виды, в том числе 22 адвентивных. По берегам встречаются кипрей железистостебельный (*Epilobium adenocaulon*), ситник тонкий (*Juncus tenuis*). По дорогам обычны группы мелкопестника канадского (*Conyza canadensis*), на вертолетной площадке встречается свербига восточная

(*Bunias orientalis*), ромашка пахучая или лепидотека душистая (*Lepidotheca suaveolens*), трехреберник непахучий (*Tripleurospermum inodorum*). Эти виды являются инвазионными во флоре Ивановской области и Верхневолжского региона [1; 3].

ООПТ «Водохранилище Моркушенское» имеет средообразующее, гидрологическое, научно-просветительское, рекреационное, эстетическое значение. Оно важно для сохранения биоразнообразия региона, местообитаний редких видов растений и животных, также имеет ресурсоохранное значение (для сохранения промысловых животных, ягодных, лекарственных и других хозяйственно ценных растений, а также грибов). Водохранилище – ценный водный объект, источник чистой воды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Борисова Е. А. Адвентивная флора Ивановской области. – Иваново: Иван. гос. ун-т, 2007. – 188 с.
2. Борисова Е. А. Особо охраняемые природные территории Ивановской области и проблемы охраны редких видов растений // Горные экосистемы Южной Сибири: изучение, охрана и рациональное природопользование. Труды Тигирекского заповедника. – 2010. – Вып. 3. – С. 62–64.
3. Борисова Е. А. Особенности распространения инвазионных видов растений по территории Верхневолжского региона // Российский журнал биологических инвазий. – 2010. – Т. 3. № 4. – С. 2–9.
4. Борисова Е. А., Шилов М. П., Щербаков А. В., Курганов А. А. Флора озер Савинского района Ивановской области // Бюллетень Брянского отделения Русского ботанического общества. – 2013. – № 2 (2). – С. 20–27.
5. Борисова Е. А., Шилов М. П., Курганов А. А. *Hottonia palustris* L. (Primulaceae) в Ивановской области // Фиторазнообразие Восточной Европы. – 2016. – Т. X. № 3. – С. 56–62.
6. Борисова Е. А., Шилов М. П., Марков Д. С., Курганов А. А. Памятник природы Ивановской области «Озеро Заборье» // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2016. – Т. 18. № 2-1. – С. 47–50.
7. Борисова Е. А., Курганов А. А., Марков Д. С., Шилов М. П. Озеро Нельша Ивановской области // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2017. – Т. 19. № 2–2. – С. 229–233.
8. Красная книга Ивановской области. Т. 2. Растения и грибы / под ред. В. А. Исаева. – Иваново: ПресСто, 2010. – 193 с.

9. Курганов А. А. Виды сосудистых растений флоры Ивановской области в гербарии Института экологии волжского бассейна РАН (PVB) // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. – 2016. – Т. 25. №3. – С. 162–168.
10. Rouget M., Richardson D. M., Cowling R. M. The current configuration of protected areas in the Cape Floristic Region, South Africa – reservation bias and representation of biodiversity patterns and processes // Biological conservation. – 2003. – Vol. 112. – pp. 129–145.

НЕВОРОТОВА Е. А.
КРАТКИЙ ОБЗОР ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ
ДЛЯ ГЕРБАРИЯ ИМ. И. И. СПРЫГИНА

ПЕНЗЕНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА (РКМ)

Аннотация. В статье рассматривается современное состояние Гербария им. И. И. Спрыгина Пензенского государственного университета. Показана необходимость разработки специализированной информационной системы для данного гербария в связи со специфичностью рассматриваемой области. Описаны все основные функции такой системы. Представлено развитие проекта на данном этапе и перспективы работы.

Ключевые слова: Гербарий им. И. И. Спрыгина, база данных, система электронного гербария (СЭГ), функции СЭГ.

NEVOROTOVA E. A.
BRIEF OVERVIEW OF INFORMATION SYSTEM
FOR SPRYGIN HERBARIUM AT PENZA STATE UNIVERSITY (PKM)

Abstract. The article considers the current state of the Sprygin Herbarium at the Penza State University. The need to develop a custom-made information system for the herbarium, taking into consideration its specificity, is shown. The main functions of such system are described. The current development of the project and the prospects of work are presented.

Keywords: Sprygin Herbarium at Penza State University, database, electronic herbarium system, functions of electronic herbarium system.

Основным условием устойчивого развития глобальных экосистем является сохранение биоразнообразия. Гербарий, как основное средство достижения этого условия, представляет собой постоянно пополняемый банк данных по генетическому, морфологическому и географическому разнообразию растений. Его основной задачей является хранение гербарных образцов как справочного материала, необходимого для определения растений и их классификации.

Гербарий им. И. И. Спрыгина (РКМ) при кафедре «Общая биология и биохимия» Пензенского государственного университета является самой крупной коллекцией в Поволжье [3], а также занимает третье место в Средней России, уступая лишь Гербарию им. Д. И. Сырейщикова Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова (МВ) и Гербарию Ботанического Института им. В. Л. Комарова РАН (LE) [4]. Пензенский гербарий создан по инициативе доктора биологических наук профессора Ивана Ивановича Спрыгина в 1894 г. Гербарий. Он имеет вековую историю и удостоен

множества наград, в том числе Сертификата кафедры ЮНЕСКО «Экология и разнообразие организмов, сообщество и экосистем Волжского бассейна» Института экологии Волжского бассейна РАН (2014 г.). Инсерация ботанической коллекции Гербария им. И. И. Спрыгина осуществляется по системе А. Л. Тахтаджяна, латинские наименования видов приводятся по С. К. Черепанову.

Объем коллекции пензенского гербария составляет 170 000 образцов. Хранение осуществляется в 50 шкафах и в более чем 1 200 коробках. Такой объем биологического материала требует, во-первых, строгого учета, который в настоящее время ведется сотрудниками Гербария им. И. И. Спрыгина вручную, включая подсчет общего числа образцов, подсчет образцов, принадлежащих одной таксономической группе, составление и оформление этикетаж, и многое другое. Во-вторых, реализованная в начале XX века бумажная картотека не соответствует требованиям времени и затрудняет поиск гербарных экземпляров. В-третьих, развивающийся в настоящее время принцип открытости, предполагает доступность гербарных коллекций мировому ботаническому сообществу. Эти и другие проблемы может решить разработка специализированной системы электронного гербария (СЭГ). Иными словами, такая система поспособствует оптимизации работы сотрудников гербария, актуализации гербарных коллекций, а также минимизирует ошибки при вводе данных. Более того, наличие актуальной базы данных (БД) повышает уровень престижа Гербария им. И. И. Спрыгина.

Целью проекта является разработка эффективного средства управления данными, которое обеспечит их централизованное и структурированное хранение, оперативный доступ к информации и ее учет. Основными задачами системы являются: организация хранения, учета и поиска гербарных экземпляров; обеспечение целостности БД; возможность дополнения и использования сведений об экземпляре в единой БД, их просмотр [1; 2]. Система электронного гербария должна обеспечивать: удобный ввод сведений о гербарных экземплярах; ведение реестра гербарных экземпляров коллекции; поиск гербарных экземпляров по переменным атрибутам; создание виртуальных экспозиций; прикрепление изображения к гербарному экземпляру.

Несмотря на идущую полным ходом информатизацию человеческой деятельности, область гербарного дела остается мало затронутой. Многие столичные и региональные гербарии, осознавая имеющиеся недостатки в работе, приходят к решению создания электронной базы гербарных коллекций, но в настоящее время единого способа создания системы электронного гербария по-прежнему не существует. Большинство гербариев (Гербарий Челябинского государственного университета, Тверского государственного университета, Института биологии Коми НЦ УрО РАН) обращаются к средствам Microsoft

Office Access – реляционной системы управления БД корпорации Microsoft. Однако у такого способа реализации есть ряд существенных недостатков, к которым относятся ограниченные возможности по обеспечению многопользовательской среды, низкий уровень безопасности, сложность интеграции с веб-сервисами и низкая производительность. Прежде всего, отсутствие единого подхода к созданию СЭГ связано со спецификой данной сферы, а также с отсутствием в гербариях квалифицированных технических работников. Поэтому речь идет именно о разработке новой специализированной системы.

Разрабатываемая в Гербарии им. И. И. Спрыгина СЭГ подразумевает три уровня доступа: неаутентифицированный пользователь, пользователь, администратор. В зависимости от роли пользователь системы имеет различный набор доступных функций. Рассматривать его внутреннюю структуру не имеет смысла, поскольку он представляет собой внешнюю по отношению к разрабатываемой системе сущность. Имеет значение только то, каким образом эта сущность воспринимается системой.

Неаутентифицированным пользователем является пользователь, не прошедший процедуру проверки подлинности. Описываемая система предполагает низший уровень аутентификации, а именно применение многоразового пароля. Это связано с тем, что утечка хранимых в системе данных (ФИО, место работы, должность) не несет значимых последствий для пользователя и системы.

Неаутентифицированному пользователю доступна только справочная информация о Гербарии им. И. И. Спрыгина: историческая справка, информация о сотрудниках, актуальные новости, а также таксономический каталог, представляющий собой перечень хранящихся в Гербарии видов с указанием количества экземпляров конкретного вида и соответствующих идентификационных номеров. Таксономический каталог, доступный неаутентифицированному пользователю, представляет собой PDF-файл, оформляемый вручную сотрудником Гербария.

Пользователю доступны все функции неаутентифицированного пользователя, кроме входа в систему, т.к. пользователь уже аутентифицирован. Главным преимуществом этого уровня доступа является возможность просмотра гербарной этикетки, т.е. всех хранимых в Гербарии сведений об экземпляре, а именно: наименование вида, рода, семейства экземпляра, дата и место сбора, место обитания, ФИО коллектора и специалиста, определившего образец. Более того, СЭГ предполагает фиксацию дополнительных определений экземпляра, которые в Гербарии им. И. И. Спрыгина ключевыми не являются.

Одной из основных функций системы является поиск гербарных экземпляров по атрибутам. Следует отметить, что поиск реализуется по ключевым определениям. Для этого в системе подготовлена фильтрация.

При желании пользователь имеет возможность оставить под конкретным экземпляром комментарий, содержащий, например, опровержение имеющегося определения образца, а, возможно, и собственное определение экземпляра, которое может быть добавлено сотрудником гербария (администратором) как дополнительное.

Только администратор СЭГ имеет возможность взаимодействовать с БД гербария. Это означает, что только он может создавать новые экземпляры, редактировать и удалять сохраненные образцы. В связи с этим функции администратора могут быть доступны только сотруднику Гербария им. И. И. Спрыгина. Создание экземпляра предполагает заполнение полей таблицы «Экземпляр» соответствующей информацией. Обязательным к заполнению является поле «Идентификационный номер экземпляра», так как оно однозначно определяет каждую запись в таблице «Экземпляр».

Формирование таксономического каталога по внесенным в базу данных экземплярам является функцией системы, которой управляет администратор. Поиск сведений об экземпляре осуществляется только по сформированному системой таксономическому каталогу.

Кроме того, администратор может контролировать пользовательский контент, а также оповещать пользователей о новостях Гербария им. И. И. Спрыгина путем email-рассылки.

В настоящее время СЭГ находится на стадии разработки внутренней архитектуры приложения, уточняется бизнес-логика, моделируется web-дизайн. Ближайшие перспективы связаны с завершением работ по проектированию СЭГ, после чего необходимо особое внимание уделить тестированию и отладке системы. Внесение информации о гербарных экземплярах следует осуществлять только после завершения работ на отмеченных этапах.

Система электронного гербария позволит решить ряд задач, связанных с организацией хранения, учета и использования гербарной коллекции, поспособствует обновлению обменного фонда, оптимизирует работу сотрудников гербария и предоставит доступ к гербарной коллекции Гербария им. И. И. Спрыгина мировому ботаническому сообществу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Неворотова Е. А., Маслов В. А. Некоторые информационные подходы к изучению ботанических коллекций (на примере Пензенского гербария им. И. И. Спрыгина) // Природное наследие России: сб. науч. ст. Международ. научн. конф., посвящ. 100-летию национального заповедного дела и Году экологии в России (г. Пенза, 23–25 мая 2017 г.) / под ред. д.б.н., проф. Л. А. Новиковой. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2017. – С. 308–309.

2. Неворотова Е. А., Маслов В. А. К вопросу разработки информационной системы электронного гербария // Вестник Пензенского государственного университета. – 2017. – № 4(17). – С. 96–100.
3. Розенберг Г. С., Раков Н. С., Саксонов С. В., Сенатор С. А. Средневолжские ботаники в науке о растительности. Ч. 3. Ботанические традиции // Экология и география растений и сообществ Среднего Поволжья / под ред. к.б.н. С. А. Сенатора, д.б.н. С. В. Саксонова, чл.-корр. РАН Г. С. Розенберга. – Тольятти: Кассандра, 2011. – С. 26–51.
4. Серегин А. П., Щербаков А. В. Основные гербарные фонды по флоре Средней России // Флора Средней России: аннотированная биография. – М.: КМК, 2006. – С. 60–71.

ДМИТРИЕВА О. О., БАШМАКОВ Д. И.
ПРОТЕКТОРНОЕ ДЕЙСТВИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ
НА ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ ЭПИДЕРМАЛЬНЫХ КЛЕТОК *ALLIUM CEPA* L.
ПРИ КРАТКОВРЕМЕННОМ МЕТАЛЛИЧЕСКОМ СТРЕССЕ

Аннотация. В работе исследованы эффекты регуляторов роста (РР) на жизнеспособность эпидермальных клеток лука при кратковременных экспозициях высоких (1 и 10 мМ) концентраций ионов тяжелых металлов (ТМ). Спустя 2 ч. экспозиции воздействие металлов достигало сублетального (на фоне 1 мМ Ni^{2+} и Cu^{2+} , также 10 мМ Co^{2+} , Zn^{2+} и Ni^{2+}) и летального (на фоне 10 мМ Cu^{2+}) уровня. В ряде случаев РР частично или полностью нивелировали возникающие под действием ионов ТМ негативные эффекты.

Ключевые слова: *Allium cepa* L., тяжелые металлы, жизнеспособность, регуляторы роста растений, эпидермальные клетки, кратковременный стресс.

DMITRIEVA O. O., BASHMAKOV D. I.
PROTECTIVE EFFECTS OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES
ON VIABILITY OF ONION (*ALLIUM CEPA* L.) EPIDERMAL CELLS
UNDER SHORT-TERM METAL STRESS

Abstract. We studied the effect of growth regulators (PGRs) on the viability of onion epidermal cells exposed to short-term metal stress (1 and 10 mM of heavy metal ions). After 2 h. the metal exposure has reached sub-lethal (at 1 mM Ni^{2+} or Cu^{2+} and 10 mM of Co^{2+} , Zn^{2+} or Ni^{2+}) and lethal (at 10 mM of Cu^{2+}) levels. In some cases, the PGR neutralized (partially or completely) the negative HM effects.

Keywords: *Allium cepa* L., heavy metals, viability, onion epidermal cells, plant growth regulators, short-term stress.

В связи с проблемой загрязнения окружающей среды продуктами техногенеза тяжелые металлы (ТМ) стали объектом пристального внимания экологического мониторинга [2; 6]. Как и многие факторы среды, ТМ действуют на организм дозированно – их действие определяется не только концентрацией ионов, поступивших в клетку, но и продолжительностью экспозиции [2; 5; 13; 17]. Однако до сих пор чрезвычайно мало сведений о том, насколько быстро в клетках может развиваться окислительный стресс и последующие за ним окислительные повреждения мембран и органелл. К тому же, в естественных условиях ТМ на своем пути минуют многочисленные барьеры, препятствующие их продвижению по растению [13].

В современной агрономической практике используется большое количество искусственных и натуральных биологически активных веществ (БАВ), способных защитить

растения от холода, жары, засухи и других неблагоприятных факторов, повысить количество и качество урожая [1; 7; 8; 13–16; 19; 20]. Цель нашей работы – изучить влияние природных и синтетических БАВ на жизнеспособность растительных клеток на фоне непосредственного (на тканевом уровне) действия ТМ.

Постановка эксперимента. Клетки эпидермальной ткани луковички лука (*Allium cepa* L.) сорта «Каба» помещали в чашки Петри на растворы, содержащие 1 мМ или 10 мМ ионов ТМ (Cu^{2+} , Zn^{2+} , Ni^{2+} или Co^{2+}). Контролем была дистиллированная вода. Половина чашек Петри из каждого варианта опыта содержала тот или иной синтетический или природный регулятор роста (РР): 10 нМ тидиазурина (TDZ); 0,1 мкМ цитодефа (CTD); 25 ppm 6-бензиламинопурина (6-БАП); 0,1% гумат+7 (HUM) или иммуноцитифита (ICP – 10 мкМ этилового эфира арахидоновой кислоты). По истечении 2 ч. эпидермальную ткань лука погружали в гипертоничный раствор NaCl и через световой микроскоп Биолам ЛОМО С1 (увеличение 150), по наличию или отсутствию плазмолиза, подсчитывали количество живых и погибших клеток в 4–5 полях зрения в каждом варианте опыта. Опыт повторяли трижды. Результаты обрабатывали статистически по общепринятым биометрическим формулам. Значения в таблицах и на рисунке представлены в виде «среднее арифметическое $\pm$ стандартная ошибка среднего арифметического».

Из полученных в ходе экспериментов данных следует, что количество живых клеток в контроле на протяжении опыта оставалось на уровне около 85%. Ионы ТМ по-разному влияли на жизнеспособность эпидермальных клеток. Количество живых клеток в растворах, содержащих 1 мМ ионов Ni^{2+} , Co^{2+} и Zn^{2+} после двухчасовой экспозиции оставалось на уровне контроля, в то время как та же концентрация Cu^{2+} вызывала снижение числа жизнеспособных клеток на 13%. Имела место тенденция к уменьшению количества живых клеток с увеличением концентрации ТМ. Однако в среде, содержащей ионы Cu^{2+} и Ni^{2+} , наблюдали резкое существенное снижение жизнеспособности клеток. Как показали полученные результаты, Co и Zn лучше других металлов поддерживали жизнедеятельность растительных клеток, в то время как спустя 2 ч. экспозиции растворы, содержащие ионы Ni и Cu убивали от 5–12 до 11–30% клеток эпидермальной ткани лука (по сравнению с водным контролем).

Согласно методике, предложенной М. Н. Прозиной [4], если количество жизнеспособных клеток в той или иной токсичной среде меньше контрольной на 20% и более, то эта доза токсиканта считается летальной. Соответственно, если процент живых клеток в среде выше или на уровне контроля, то данная доза поддерживает жизнеспособность клеток и может считаться витальной (оптимальной). Сублетальные дозы, снижающие жизнеспособность клеток, лежат между этими экологическими зонами.

Можно заключить, что при кратковременном воздействии ионов Zn^{2+} и Co летальная

зона находилась вне исследованных концентраций. Сублетальными были обе исследованные концентрации Ni^{2+} . Летальным для клеток лука оказалось 2 ч. действие 10 мМ ионов Cu^{2+} .

Из таблицы видно, что синтетические и природные регуляторы роста оказывали неодинаковое влияние на жизнеспособность клеток по сравнению водным контролем. Так, в среде, содержащей синтетические регуляторы роста тидиазурон и цитодеф, количество живых клеток достоверно снижалось относительно водного контроля на 6% и 9% соответственно. Природные регуляторы роста сами по себе не влияли на жизнеспособность эпидермальных клеток. Однако, на фоне ТМ, положительный эффект синтетических регуляторов роста был более заметен по сравнению с таковым у природных. Так, в растворах, содержащих 1 мМ ионов ТМ, синтетические регуляторы роста поддерживали жизнеспособность клеток лука в оптимальной и субоптимальной зонах в 92% случаев, против 75% – у природных регуляторов. При увеличении концентрации до 10 мМ эффективность синтетических и природных регуляторов роста значительно падала (они поддерживали количество живых клеток на уровне водного контроля в 42% и 38% соответственно).

Таблица

Жизнеспособность эпителиальных клеток лукавицы *Allium cepa* L. при действии тяжелых металлов и регуляторов роста растений, % к водному контролю

Вариант опыта		Без РР	Регуляторы роста растений				
			синтетические			природные	
			CTD	TDZ	6-БАП	HUM	ICP
Вода		100 ± 0,7	81,3 ± 6,7	93,7 ± 1,4	100,3 ± 1,7	99,6 ± 1,7	97,9 ± 2
Co	1 мМ	98,7 ± 1,2	109,8 ± 1,5	99,5 ± 2,6	104,2 ± 7,4	107 ± 1,4	97,6 ± 1,7
	10 мМ	96,9 ± 1,4	107,9 ± 1,2	95,9 ± 2,9	94,6 ± 6,9	103,6 ± 2,8	97,2 ± 2,5
Zn	1 мМ	100 ± 0,9	94,6 ± 3,2	100 ± 4,9	99,9 ± 2	99,1 ± 2,4	91,3 ± 1,1
	10 мМ	96,5 ± 0,9	94,5 ± 2,2	103,5 ± 5,5	101 ± 3	98,6 ± 1,5	89,2 ± 2,2
Ni	1 мМ	94 ± 1,1	96,5 ± 4,6	100,1 ± 4,2	99,5 ± 2	92,2 ± 0,8	101,5 ± 2,4
	10 мМ	85,8 ± 1,9	94,2 ± 3,1	94,6 ± 3,1	100,4 ± 2,9	87,8 ± 5,3	82,4 ± 4,6
Cu	1 мМ	85,4 ± 8,6	92,1 ± 1,3	106,3 ± 2,5	100 ± 1,8	102,5 ± 2,7	97,4 ± 1,8
	10 мМ	64,2 ± 8,1	24,8 ± 1,6	23,3 ± 1,6	49,2 ± 3,5	88,6 ± 2,4	78,8 ± 2,4

	— витальная (оптимальная) зона
	— субоптимальная зона
	— сублетальная (пессимальная) зона
	— летальная зона

Кроме того, можно оценить относительную эффективность регуляторов роста, сравнивая жизнеспособность эпидермальных клеток в обработанных и необработанных РР вариантах. Можно констатировать, что реакция клеток на регуляторы роста металлоспецифична. Так, на фоне 1 мМ исследованных ТМ наиболее эффективны следующие регуляторы роста: на фоне Ni – иммуноцитифит и тидиазурон, на фоне Co – цитодеф и гумат+7, на фоне Cu – тидиазурон и гумат, на фоне Zn – ни один из исследованных РР существенно не повышал жизнеспособности клеток (рисунок 1, А). При увеличении концентрации ТМ до 10 мМ наибольший эффект оказывали: при повышенном содержании Ni – 6-БАП, Co – цитодеф и гумат+7, Cu – гумат+7 и иммуноцитифит, Zn – тидиазурон (рисунок 1, Б).

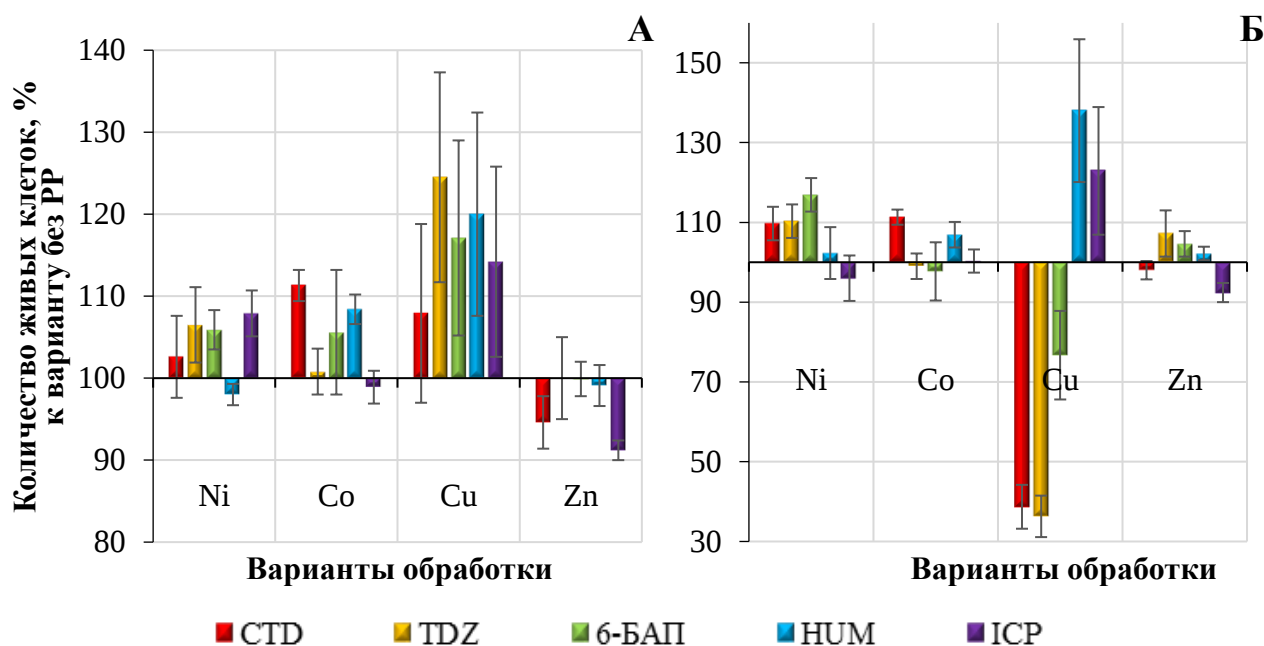


Рис. 1. Сравнительная эффективность регуляторов роста на фоне А – 1 мМ и Б – 10 мМ ТМ.

Таким образом, при кратковременном сильном Zn-стрессе тидиазурон оказывал слабый протекторный эффект на клетки лука. В присутствии ионов Co^{2+} слабоэффективны: тидиазурон, 6-БАП и иммуноцитифит; на фоне ионов Cu^{2+} – синтетические РР, а на фоне ионов Ni^{2+} – природные РР.

Мы предполагаем, что в условиях проведенного эксперимента в вариантах без РР наблюдались прямые последствия развития окислительного стресса [3; 5; 9; 11; 12; 17; 18], который уже в течение нескольких часов убивал значительное число эпидермальных клеток. В ряде вариантов с РР, очевидно, уже успевали активироваться механизмы устойчивости [7; 8; 10; 13–16; 19; 20], ущерб от окислительных повреждений был частично или полностью нивелирован. Однако влияние высоких (10 мМ) концентраций металлов все же приводило к летальным уровням АФК и гибели клеток.

Выводы.

1. Токсичность всех изученных ТМ возрастала с повышением их концентраций, однако этот эффект проявлялся в большей степени на фоне ионов Ni^{2+} и Cu^{2+} .
2. Спустя 2 ч. экспозиции эпидермальных клеток на растворах, содержащих регуляторы роста, успевали включаться протекторные механизмы, которые в ряде случаев частично или полностью нивелировали возникающие под действием ионов металлов окислительные повреждения.
3. Степень эффективности регуляторов роста металлоспецифична. При сильном загрязнении среды металлами наибольший эффект оказывали: при повышенном содержании Zn – тидиазурон, Co – цитодеф и гумат⁺7, Ni – синтетические препараты цитокининового типа действия, Cu – природные регуляторы роста.

ЛИТЕРАТУРА

1. Башмаков Д. И., Лукаткин А. С., Духовскис П. В., Станис В. А. Влияние синтетических регуляторов роста на ростовые реакции огурца и кукурузы при действии тяжелых металлов // Доклады российской академии сельскохозяйственных наук. – 2007. – № 5. – С. 20–21.
2. Башмаков Д. И., Лукаткин А. С. Эколого-физиологические аспекты аккумуляции и распределения тяжелых металлов у высших растений / под ред. А. С. Лукаткина. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2009. – 236 с.
3. Колупаев Ю. Е. Активные формы кислорода в растениях при действии стрессоров: образование и возможные функции // Вестн. Харьковского нац. аграрн. ун-та. Сер. Биология. – 2007. – № 3. – С. 6–26.
4. Прозина М. Н. Микроскопическая техника. – М.: Высшая школа, 1960. – 198 с.
5. Сазанова К. А., Башмаков Д. И., Лукаткин А. С. Генерация супероксидного анион-радикала в листьях растений при хроническом действии тяжелых металлов // Тр. КарНЦ РАН. Сер. Экспериментальная биология. – 2012. – № 2. – С. 119–124.
6. Титов А. Ф., Таланова В. В., Казнина Н. М., Лайдинен Г. Ф. Устойчивость растений к тяжелым металлам // Институт биологии Кар. НЦ РАН. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. – 172 с.
7. Яхин О. И., Лубянов А. А., Серегин И. В., Яхин И. А. Влияние регуляторов роста на накопление тяжелых металлов и проявление их токсического действия у высших растений // Агрохимия. – 2014. – № 12. – С. 61–78.
8. Argueso C. T., Raines T., Kieber J. J. Cytokinin signaling and transcriptional networks. Curr. Opin // Plant Biol. – 2010. – Vol. 13. – pp. 533–539.
9. Barconi D., Bernardini G., Santucci A. Linking protein oxidation to environmental

pollutants: redox proteome approaches // *J. Proteomics*. – 2011. – Vol. 74, No 11. – pp. 2324–2337.

10. Bartoli C. G., Casalongue C. A., Simontacchi M. Marquez-Garcia B. Interaction between hormone and redox signalling pathways in the control of growth and cross tolerance to stress // *Environ. Exp. Bot.* – 2013. – Vol. 94. – pp. 73–88.

11. Dietz K. J., Baier M., Kramer U. Free radicals and reactive oxygen species as mediators of heavy metal toxicity in plants // *Heavy metal stress in plants: from molecules to ecosystems* / Eds. M. N. V. Prasad, J. Hagemeyer. – Berlin, Germany: Springer-Verlag, 1999. – pp. 73–97.

12. Finkel T., Holbrook N. J. Oxidants, oxidative stress and the biology of ageing // *Nature*. – 2000. – Vol. 408, No 9. – pp. 239–247.

13. Gangwar S., Singh V. P., Tripathi D. K., Chauhan D. K., Prasad Sh. M. and Maurya J. N. Plant Responses to Metal Stress: The Emerging Role of Plant Growth Hormones in Toxicity Alleviation // *Emerging Technologies and Management of Crop Stress Tolerance, Volume 2: A Sustainable Approach* / Ed. by P. Ahmad and S. Rasool. – Chapter 10. – Elsevier Inc., 2014. – pp. 215–248.

14. Ha S., Vankova R., Yamaguchi-Shinozaki K., Shinozaki K., Phan Tran L. S. Cytokinins: metabolism and function in plant adaptation to environmental stresses // *Trends Plant Sci.* – 2012. – Vol. 17. – pp. 172–179.

15. Hamayun M., Khan S. A., Khan A. L., Shin J. H., Ahmad B., Shin D. H. et al. Exogenous gibberellic acid reprograms soybean to higher growth and salt stress tolerance // *J. Agric. Food Chem.* – 2010. – Vol. 58. – pp. 7226–7232.

16. Iqbal M., Ashraf M. Gibberellic acid mediated induction of salt tolerance in wheat plants: growth, ionic partitioning, photosynthesis, yield and hormonal homeostasis // *Environ. Exp. Bot.* – 2013. – Vol. 86. – pp. 76–85.

17. Maksymiec W. Signaling responses in plants to heavy metal stress // *Acta Physiol. Plant.* – 2007. – Vol. 29. – pp. 177–187.

18. Sytar O., Kumar A., Latowski D., Kuczynska P., Strzałka K., Prasad M. N. V. Heavy metal-induced oxidative damage, defence reactions, and detoxification mechanisms in plants // *Acta Physiol. Plant.* – 2013. – Vol. 35. – pp. 985–999.

19. Thomas J. C., Perron M., LaRosa P. C., Smigocki A. C. Cytokinin and the regulation of a tobacco metallothionein-like gene during copper stress // *Physiol. Plant.* – 2005. – Vol. 123. – pp. 262–271.

20. Wilkinson S., Kudoyarova G. R., Veselov D. S., Arkhipova T. N., Davies W. J. Plant hormone interactions: innovative targets for crop breeding and management // *J. Exp. Bot.* – 2012. – Vol. 63. – pp. 3499–3509.

КЕМАЕВА Т. А., ФЕДАШЁВА Е. С.

О РЕДКИХ ГРИБАХ РЕСПУБЛИКИ МОРДОВИЯ¹

Аннотация. Приводятся сведения о редких грибах, включенных в Красную книгу Республики Мордовия. Осенью 2017 г. изучены макромицеты в Атяшевском муниципальном районе и Октябрьском районе ГО Саранск. Выявлен состав массовых видов, определены новые местонахождения трех редких макромицетов: *Lycoperdon mammiforme*, *Fistulina hepatica* и *Hericium coralloides*. Материалы будут использованы в мероприятиях по ведению региональной Красной книги.

Ключевые слова: макромицеты, *Lycoperdon mammiforme*, *Fistulina hepatica*, *Hericium coralloides*, Республика Мордовия, Красная книга, ведение.

KEMAIEVA T. A., FEDASHOVA E. S.

ON RARE FUNGI OF REPUBLIC OF MORDOVIA

Abstract. Data on the rare fungi included in the Red Book of the Republic of Mordovia are provided. In the autumn of 2017 macromycetes were studied in the Atyashevo municipal district and the Oktyabrsky district of the city of Saransk. The composition of mass species and new locations of three rare macromycetes were found out: *Lycoperdon mammiforme*, *Fistulina hepatica* and *Hericium coralloides*. The collected data will be used in the regional version of the Red Book of Endangered Species of Russia.

Keywords: macromycetes, *Lycoperdon mammiforme*, *Fistulina hepatica*, *Hericium coralloides*, Republic of Mordovia, Red Book, book running.

В Республике Мордовия ведутся работы по исследованию видового состава грибов макромицетов. В последние годы опубликованы многочисленные работы по инвентаризации макромицетов региона [1–8]. Определенным итогом изучения редких грибов можно считать Красную книгу Республики Мордовия, первое издание которой вышло в 2003 г. [12], а второе опубликовано в 2017 г. [13].

В первое издание Красной книги было включено 9 видов сумчатых и базидиальных грибов. Это саркосцифа ярко-красная (*Sarcoscypha coccinea* (Fr.) Lambotte) (3), трюфель белый (*Choiromyces venus* (Fr.) Th. Fr.), (1)*ежовик коралловидный (*Hericium coralloides* (Scop.: Fr.) Pers.) (3), *подосиновик белый, или осиновик белый (*Leccinum percardidum* (Vassilk.) Watl.) (3), *гриб-баран, или грифола зонтичная (*Grifola umbellata* (Dicks.: Fr.) Gray) (1), лангерманния гигантская (*Langermannia gigantea* (Pers.) Rostk.) (2), *рогатик пестиковый

¹ Авторы выражают благодарность за помощь в определении грибов профессору А. В. Ивойлову и ценные советы при подготовке статьи научному руководителю профессору Т. Б. Силаевой.

(*Clavariadelphus pistillaris* (Fr.) Donk) (1), рогатик ситниковый (*Clavariadelphus junceus* (Fr.) Donk) (1), *гирипор синеющий, или синяк (*Gyroporus cyanescens* (Bull.: Fr.) Quell.) (1). В скобках указаны категории редкости видов в Красной книге Республики Мордовия, а звездочка перед названием говорит о том, что вид входит в Красную книгу РСФСР [15].

При переиздании по разным причинам исключены из Красной книги Республики Мордовия 5 видов. Это саркосцифа ярко-красная (*Sarcoscypha coccinea*) из отдела сумчатых, 4 вида базидиальных грибов: подосиновик белый (*Leccinum percardium* (Vassilkov) Watling), дождевик гигантский (*Calvatia gigantea* (Batsch) Lloyd), ежовик коралловидный (*Hericium coralloides* (Scop.) Pers.), рогатик ситниковый (*Macrotiophula juncea* (Alb. & Schwein.) Berthier) [14].

Во второе издание Красной книги Республики Мордовия включено 35 видов макромицетов. Их таксономический состав приводится ниже (таблица 1).

Таблица 1

Таксономический состав макромицетов Красной книги Республики Мордовия

Отдел	Классы и группы порядков	Число видов	Примеры
Ascomycota – Сумчатые грибы	<i>Geoglossomycetes</i> – Геоглоссомицеты	1	трихоглоссум Уолтера – <i>Trichoglossum walteri</i>
	<i>Pezizomycetes</i> – пезизомицеты	4	трюфель белый – <i>Choiromyces meandriiformis</i>
Basidiomycota Базидиальные грибы	<i>Basidiomycetes</i> – базидиомицеты афиллофороидные	16	полипорус зонтичный, гриб баран – <i>Polyporus umbellatus</i>
	<i>Basidiomycetes</i> – базидиомицеты агарикоидные	9	рубиноболет рубиновый – <i>Rubinoboletus rubinus</i>
	<i>Basidiomycetes</i> – базидиомицеты гастероидные	5	земляная звезда бутылковидная – <i>Geastrum lageniforme</i>
Всего		35	

Осенью 2017 г. нами были проведены наблюдения в окрестностях сел Наборные Сыреси и Киржеманы Атяшевского района и в окрестностях с. Пушкино в Октябрьском районе г. Саранска. Полевые исследования проведены традиционным маршрутным методом. Для уточнения определения видов все грибы фотографировались, отдельные образцы собраны в фунгарий [11].

Обследованы участки дубрав, осинников, березовых лесов, лесополосы, залесенные овраги близ сел Наборные Сыреси и Киржеманы Атяшевского района и близ с. Пушкино Октябрьского района ГО Саранск. В ходе наблюдений зарегистрированы многие часто встречающиеся, так называемые «массовые виды» из разных порядков отдела базидиальных

грибов. Например, трутовики (*Ganoderma applanatum* (Pers.) Pat., *Fomes fomentarius* (L.) Fr.), сыроежки (*Russula claroflava* Grove, *R. delica* Fr., *R. fragilis* Fr.), навозники (*Coprinus atramentarius* (Bull.) Fr., *Coprinus comatus* (O.F. Müll.) Pers.), осенние (*Armillaria mellea* (Vahl) P. Kumm.) и ложные опята (*Hypholoma lateritium* (Schaeff.) P. Kumm.), дождевики (*Lycoperdon perlatum* Pers., *L. pyriforme* Schaeff.) и другие. В результате исследований на территории Атяшевского района выявлено 3 вида редких грибов, один из основного и два из дополнительного списка Красной книги Республики Мордовия [13].

Первый вид – дождевик грудевидный (*Lycoperdon mammiforme* Pers.) из семейства шампиньоновые (Agaricaceae) с категорией 3 – «редкий вид» он входит в основной список Красной книги. Этот гриб имеет прерывистый ареал, охраняется во многих странах Европы. Он включен в Красные списки в Германии, Швейцарии, Дании, Швеции, Норвегии, Чешской Республики, Черногории и Польши. Он известен в немногих пунктах на территории России. Входит в Красную книгу соседней Пензенской области, а Республике Мордовия до этого собирался только однажды близ с. Подлесная Тавла Кочкуровского района [10; 13]. Нами он был отмечен 24.09.2017 г. в широколиственном лесу южнее с. Наборные Сыреси Атяшевского района (рисунок 1).



Рис. 1. Дождевик грудевидный (*Lycoperdon mammiforme* Pers.)
близ с. Сыреси Атяшевского района Республики Мордовия (фото Т. А. Кемаевой)

Отмечено 3 плодовых тела дождевика 4, 5 и 7 см длиной.

Второй вид – фистулина печеночная или печеночница (*Fistulina hepatica* (Schaeff.) With.) из семейства фистулиновые (Fistulinaceae) с категорией 7* (рисунок 2). Название гриб

получил за внешний вид плодовых тел, которые по форме и окраске напоминают печень млекопитающих животных. Зарегистрировано 3 плодовых тела, 2 – на ослабленном дереве березы повислой (*Betula pendula* Roth), 1 – на пне у основания ствола дуба черешчатого (*Quercus robur* L.). Плодовые тела языковидной формы имели диаметр 13, 8 и 23 см. Категорией 7* обозначены индикаторные виды малонарушенных лесных сообществ. Вероятно, что печеночница приводится для Атяшевского района впервые.

Фистулина печеночная в Поволжье входит в Красные книги соседней Чувашской Республики, а также Республики Татарстан [16; 18].



Рис. 2. *Fistulina hepatica* (Schaeff.) With. близ с. Сыреси Атяшевского района Республики Мордовия, 24 сентября 2017 г. (фото Т. А. Кемаевой).

Третий вид – это герициум коралловидный (*Hericium coralloides* (Scop.) Pers.) из одноименного семейства герициевых, или ежевиковых (Hericiaceae) с категорией 4*. Обнаружено 6 плодовых тел (диаметром от 6 до 18 см) на гниющей древесине лиственных пород (рисунок 3–4).

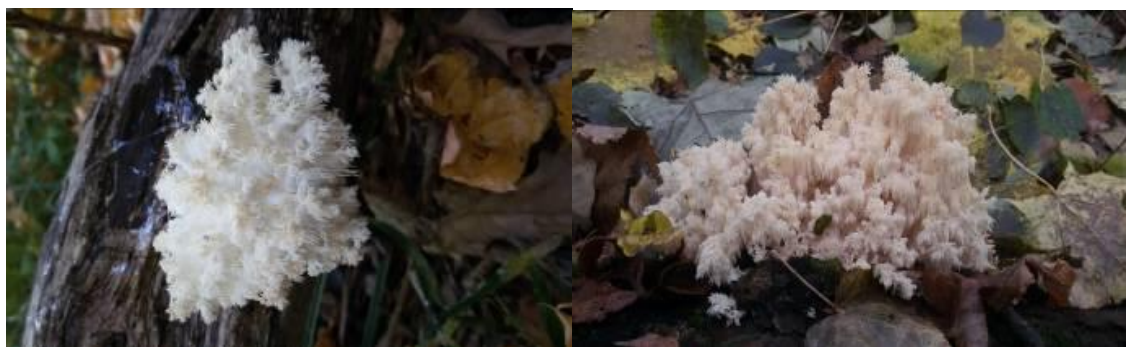


Рис. 3–4. Плодовые тела ежевика коралловидного *Hericium coralloides* (Scop.) Pers. близ с. Сыреси Атяшевского района, 24 сентября 2017 г. (фото Т. А. Кемаевой).

Категорией 4* в дополнительном списке Красной книги обозначаются важные в хозяйственном отношении виды (пищевые, кормовые, лекарственные). Ежовик коралловидный это малоизвестный съедобный гриб.

Места сбора и наблюдений гериция или ежовика коралловидного в Республике Мордовия в предыдущие годы показаны на карте (рисунок 5), из которой видно, что гериций в Атяшевском районе зарегистрирован впервые. Примечательно, что ранее этот вид входил в Красную книгу РСФСР [15] и первое издание Красной книги РМ [12], но был исключен, как отмеченный во многих районах, требующий постоянного мониторинга численности популяций. Сейчас он входит в Красную книгу Чувашской Республики [16].

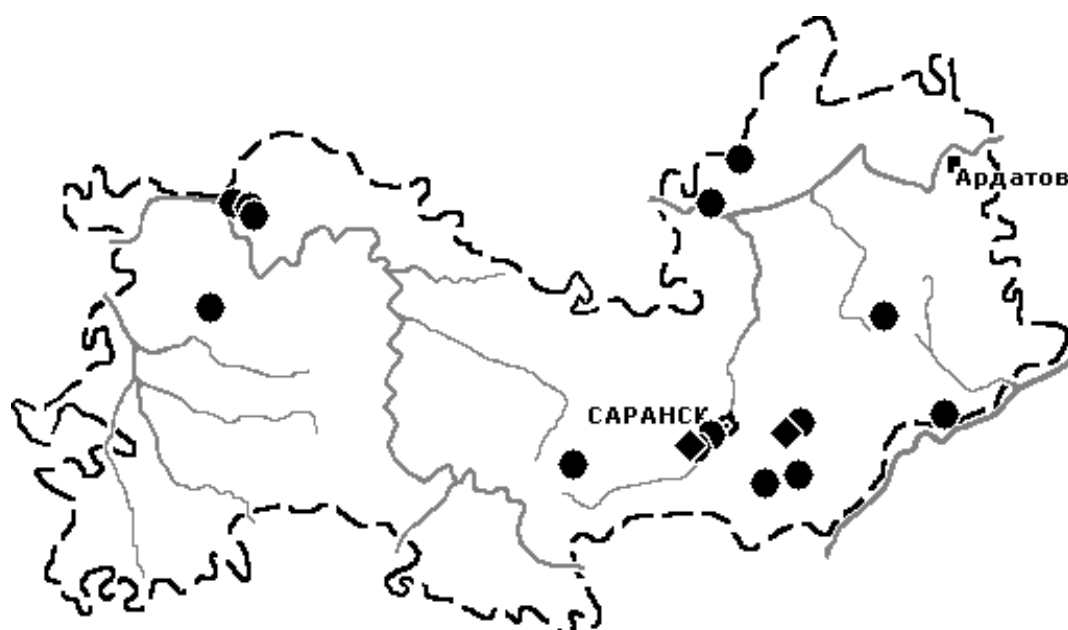


Рис. 5. Распространение гериция или ежовика коралловидного *Hericium coralloides* в Республике Мордовия [4; 17].

Полученные материалы о видовом составе грибов и находках редких видов будут использованы в мероприятиях по ведению региональной Красной книги Республики Мордовия, в планировании природоохранных мероприятий, а также составлении сводных работ по видовому составу микобиоты Мордовии и более обширных регионов, в состав которых она входит.

ЛИТЕРАТУРА

1. Большаков С. Ю. Афиллофороидные грибы Мордовского заповедника: история изучения и некоторые современные данные // Современная микология России. Т. 3.: материалы 3-го Съезда микологов России. – М.: Нац. акад. микологии, 2012. – С. 104–105.
2. Большаков С. Ю., Силаева Т. Б. Об афиллофороидных грибах на *Picea abies* в Мордовском заповеднике (Россия) // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. – 2012. – № 1(10). – С. 45–47.
3. Большаков С. Ю., Ивойлов А. В. О находках новых для микобиоты Мордовии видов макромицетов // Изв. Самар. науч. центра РАН. – 2012. – Т. 14. – № 5. – С. 127–131.
4. Ивойлов А. В. О находках *Hericium corraloides* (Fr.) Pers. и *Leccinum percardidum* (Vassilk.) Watl. в лесах мордовско-пензенского Присурья // XXX Огаревские чтения (Естественные и технические науки): материалы науч. конф. – Саранск, 2001. – С. 29.
5. Ивойлов А. В., Большаков С. Ю. Макромицеты Республики Мордовия. 1. Агарикоидные грибы. Порядок *Agaricales* // Вестн. Мордов. ун-та. Сер. Биол. науки. – 2011а. – № 4. – С. 153–162.
6. Ивойлов А. В., Большаков С. Ю. Макромицеты Республики Мордовия. 2. Агарикоидные грибы. Порядки *Boletales*, *Polyporales* и *Russulales* // Вестн. Мордов. ун-та. Сер. Биол. науки. – 2011б. – № 4. – С. 162–166.
7. Ивойлов А. В., Большаков С. Ю. Макромицеты Республики Мордовия. 3. Афиллофороидные грибы // Вестн. Мордов. ун-та. Сер. Биол. науки. – 2011в. – № 4. – С. 167–174.
8. Ивойлов А. В., Большаков С. Ю. Макромицеты Республики Мордовия. 4. Сумчатые, гетеробазидиальные и гастероидные грибы // Вестн. Мордов. ун-та. Сер. Биол. науки. – 2011г. – № 4. – С. 175–179.
9. Ивойлов А. В., Большаков С. Ю. Виды грибов, рекомендуемые для включения во второе издание Красной книги Республики Мордовия // Тр. Мордов. гос. природ. заповедника им. П. Г. Смидовича. – Саранск; Пушта, 2014б. – Вып. 12. – С. 317–322.
10. Ивойлов А. В. Дождевик грудевидный // Красная книга Республики Мордовия. Т. 1. Редкие виды растений и грибов: монография [Электронный ресурс] / науч. ред. и сост. Т. Б. Силаева. – Изд. 2-е, перераб. (1 файл : 79,1 Мб). – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2017. Загл. с экрана. – № гос. регистрации 0321703817, 10.10.2017.
11. Ивойлов А. В., Большаков С. Ю., Силаева Т. Б. Изучение видового разнообразия макромицетов. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2017. – 160 с.
12. Красная книга Республики Мордовия: Т. 1: Редкие виды растений, лишайников и

- грибов / сост. Т. Б. Силаева. – Саранск: Мордов. кн. изд-во, 2003. – 288 с.
13. Красная книга Республики Мордовия. Т. 1. Редкие виды растений и грибов: монография [Электронный ресурс] / науч. ред. и сост. Т. Б. Силаева. – Изд. 2-е, перераб. (1 файл : 79,1 Мб). – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2017. Загл. с экрана. – № гос. регистрации 0321703817, 10.10.2017.
14. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / гл. редкол.: Ю. П. Трутнев [и др.]; сост. Р. В. Камелин [и др.]. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. – 855 с.
15. Красная книга РСФСР. Растения. – М.: Росагропромиздат, 1988. – 591с.
16. Красная книга Чувашской Республики. – Чебоксары: РГУП ИПК «Чувашия», 2001. – Т. 1, ч. 1. – 275 с.
17. Редкие растения и грибы: материалы ведения Красной книги Республики Мордовия за 2013 год / Т. Б. Силаева, Е. В. Варгот, А. А. Хапугин, А. М. Агеева, А. В. Ивойлов, И. В. Кирюхин, Чугунов Г. Г.; под общ. ред. Т. Б. Силаевой. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2013. – 152 с.
18. Юпина Г. А., Марфин В. Г. Фистулина печеночная // Красная книга Республики Татарстан (животные, растения грибы). – 2-е изд. – Казань: Идел-Пресс, 2006. – 759 с.

АЮЕВА М. А.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ ХЛОРОФИЛЛА
ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО
АППАРАТА ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ ПРИ СТРЕССЕ**

Аннотация. В статье представлены результаты оценки состояния фотосинтетического аппарата гибридов кукурузы при стрессовом воздействии пониженных и повышенных температур. Оценка проводилась с использованием параметров флуоресценции хлорофилла. Реакции фотосинтетического аппарата гибридов на стрессовое воздействие различались незначительно. Выявлены наиболее губительные повышенные и пониженные температуры.

Ключевые слова: гибриды кукурузы, фотосинтетический аппарат, флуоресценция хлорофилла, флуориметр, стресс.

AYUEVA M. A.

**CHLOROPHYLL FLUORESCENCE PARAMETERS TO ASSESS
PHOTOSYNTHETIC APPARATUS OF MAIZE HYBRIDS UNDER STRESS**

Abstract. The article presents the results of an assessment of the photosynthetic apparatus of maize hybrids under stress of high and low temperatures by using the parameters of chlorophyll fluorescence. The reactions of photosynthetic apparatus of the stressed hybrids differed slightly. The most destructive high and low temperatures were found out.

Keywords: corn hybrids, photosynthetic apparatus, chlorophyll fluorescence, fluorimeter, stress.

В результате стрессовых воздействий у растений происходит нарушение функционирования фотосинтетического аппарата. Повреждаются мембраны хлоропластов, изменяется состав пигментов, тормозится транспорт электронов по электрон-транспортной цепи, нарушается работа системы фотолиза воды и т.д. [3].

Для быстрого и неинвазивного определения параметров функционирования фотосинтетического аппарата применяют методику измерения характеристик флуоресценции хлорофилла на РАМ-флуориметре. Стрессовые воздействия внешних факторов будут оказывать влияние на различные параметры ФХ. Анализ этих изменений позволит точно определить, на каких этапах фотосинтеза происходят нарушения [1].

Анализ параметров флуоресценции хлорофилла дает наиболее полное представление о состоянии фотосинтетического аппарата [3]. Физиологически значимые данные получают на основе анализа таких параметров, как:

F_0 – минимальный уровень флуоресценции, возбуждаемый измерительным светом низкой интенсивности, так что при его действии все реакционные центры (РЦ) фотосистемы (ФС) II остаются открытыми;

F_M – максимальный уровень флуоресценции, вызванный сильным световым импульсом, который закрывает все РЦ ФС II;

F_V/F_M и $Y(II)$ – максимальный и эффективный квантовый выход флуоресценции ФС II. Эти коэффициенты оценивают фракцию адсорбированной энергии квантов, используемой ФС II для фотохимических процессов [3]. Для измерения F_V/F_M необходимо, чтобы образцы были хорошо адаптированы к темноте для того, чтобы все РЦ находились в открытом состоянии, и нефотохимическая диссипация энергии возбуждения была минимальной [1];

q_P и q_L – коэффициенты фотохимического тушения флуоресценции, которые оценивают долю открытых РЦ ФС II;

q_N и NPQ – параметры нефотохимического тушения флуоресценции. Эти параметры связаны с нефотохимическим тушением энергии возбуждения путем тилакоидных рН- и зеаксантин-зависимых процессов [1].

Методика. Объектом исследования послужили проростки кукурузы (*Zea mays* L.). В ходе работы использовались следующие гибриды кукурузы: НК Фалькон, Обский 140 СВ, Краснодарский 194 МВ.

Растения всех гибридов кукурузы были подвержены стрессовому воздействию температуры в течение 24 часов: одна группа проростков выдерживалась при пониженной температуре (5°C), вторая – при повышенной температуре (40°C). Контрольная группа растений находилась при температуре 23°C.

Измерение параметров флуоресценции хлорофилла производилось у второго листа проростков кукурузы, заранее адаптированной к темноте в течение 30 минут. Для анализа состояния фотосинтетического аппарата были использованы следующие параметры: F_M/F_V и $Y(II)$ – максимальный и эффективный квантовый выход флуоресценции ФС II, q_P – коэффициент фотохимического тушения и q_N – коэффициент нефотохимического тушения флуоресценции хлорофилла.

Результаты и их обсуждение. В результате температурного воздействия происходили следующие изменения параметров флуоресценции хлорофилла. Максимальный квантовый выход F_V/F_M (рисунок 1) увеличивался у проростков гибридов кукурузы Краснодарский 194 МВ и НК Фалькон при действии температур 5°C и 40°C. У гибрида Обский 140 СВ F_V/F_M практически не изменялся.

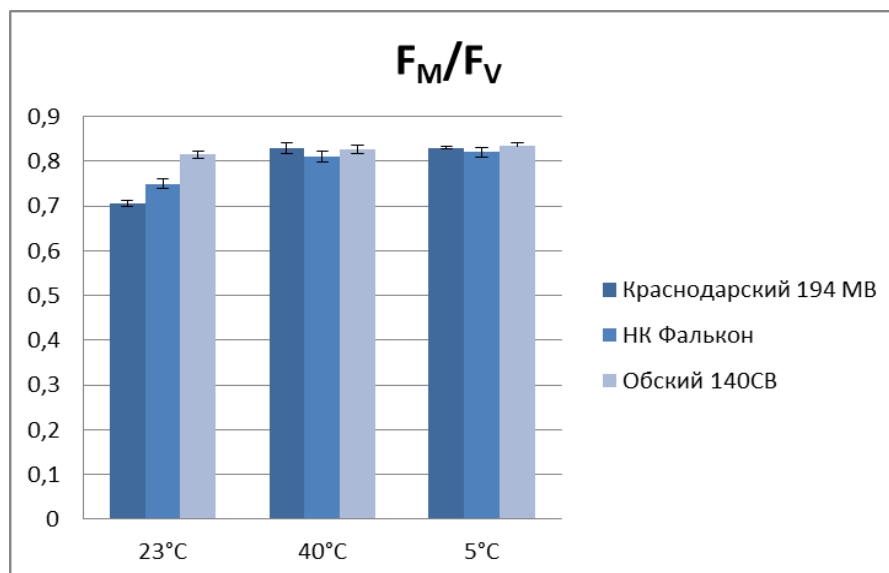


Рис.1. Изменение параметра максимального квантового выхода флуоресценции хлорофилла F_V/F_M гибридов кукурузы.

Эффективный квантовый выход $Y(II)$ (рисунок 2) уменьшался у проростков гибрида кукурузы НК Фалькон, в большей степени – при действии температуры 5°C.

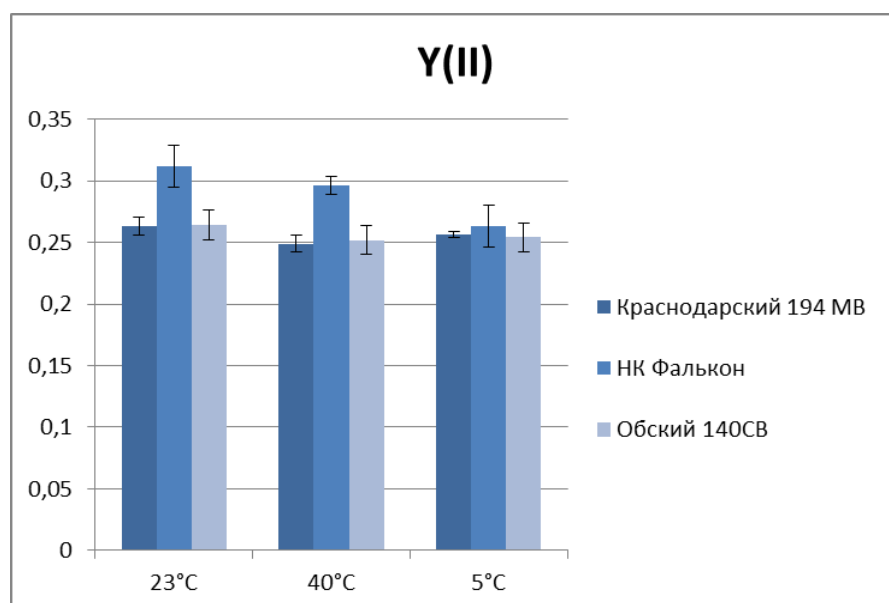


Рис. 2. Изменение параметра эффективного квантового выхода флуоресценции хлорофилла $Y(II)$ гибридов кукурузы.

Было отмечено резкое увеличение коэффициента нефотохимического тушения флуоресценции q_N при воздействии температуры 40°C у гибрида Обский 140 СВ при воздействии температуры 5°C (рисунок 3).

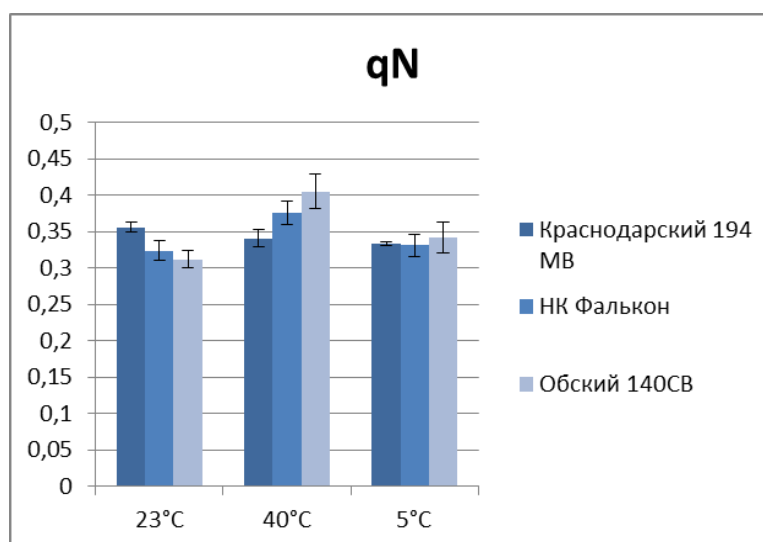


Рис. 3. Изменение коэффициента нефотохимического тушения флуоресценции qN гибридов кукурузы.

Коэффициент фотохимического тушения флуоресценции qP уменьшался у проростков кукурузы гибрида НК Фалькон, подверженного воздействию температур (рисунок 4).

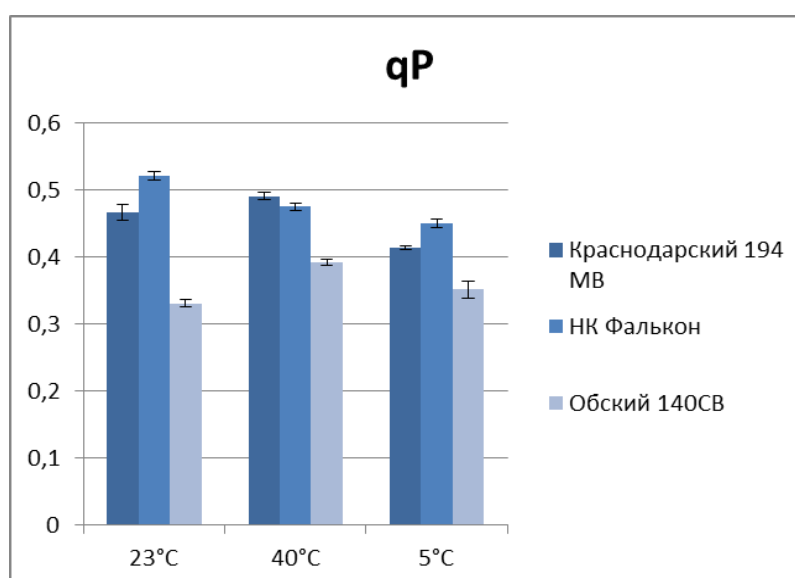


Рис. 4. Изменение коэффициента фотохимического тушения флуоресценции qP гибридов кукурузы.

На основе полученных данных сделан вывод о степени воздействия температурного стрессора на проростки гибридов кукурузы: наиболее губительной температурой из представленных является температура 40°C.

ЛИТЕРАТУРА

1. Корнеев Д. Ю. Информационные возможности метода индукции флуоресценции хлорофилла. – Киев: Альтерпрес, 2002. – 188 с.
2. Kalaji H. M., Schansker G., Brestic M. et al. Frequently asked questions about chlorophyll fluorescence, the sequel // *Photosynthesis Research*. – 2017. – Vol. 132, Issue 1. – pp. 13–66.
3. Krause G. H., Jahns P. Non-photochemical energy-dissipation determined by chlorophyll fluorescence quenching: characterization and function // *Chlorophyll *a* Fluorescence: A Signature of Photosynthesis*. – Springer, 2004. – Vol. 19. – pp. 463–495.

ГОРЯЧЕВА К. Н., КАКАЕВА А. И.

**БИОИНДИКАЦИЯ Р. ИНСАР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАКРОЗООБЕНТОСА
И ФЛУКТУИРУЮЩЕЙ АСИММЕТРИИ РЫБ**

Аннотация. Биоиндикация р. Инсар показала, что Рузаевский промышленный узел незначительно влиял на сапробность и выраженность флуктуирующей асимметрии серебряного карася. Заметные негативные изменения отмечены на участках после впадения стоков очистных сооружений г. Саранска. К нижнему течению реки бентические комплексы восстанавливаются.

Ключевые слова: биоиндикация, макрозообентос, флуктуирующая асимметрия, р. Инсар, загрязнение, серебряный карась.

GORYACHEVA K. N., KAKAEVA A. I.

**BIOINDICATION OF INSAR RIVER USING MACROZOOBENTHOS
AND FLUCTUATING ASYMMETRY OF FISH**

Abstract. Bioindication of the Insar River shows that the Ruzaevka industrial hub have a slight effect on the saprobity and severity of the goldfish fluctuating asymmetry. Noticeable negative changes were observed in the areas after the inflow of wastewater treatment facilities of the city of Saransk. Benthic complexes are restored at the lower course of the river.

Keywords: bioindication, macrozoobenthos, fluctuating asymmetry, Insar River, pollution, goldfish.

Проблема сохранения окружающей среды в настоящее время концентрирует на себе внимание исследователей всего мира. Быстрый рост народонаселения, увеличение площадей орошаемого земледелия, урбанизация и индустриализация привели к небывалому использованию природных ресурсов. За последние годы значительно увеличился объем загрязнений, которые попадают в водотоки [1].

Река Инсар подвержена интенсивному антропогенному воздействию. Большая часть сточных вод Рузаевского, Саранского и Ромодановского промузлов поступает в реку без необходимой очистки, сбросы предприятий пищевой и нефтехимической промышленности и городских очистных сооружений г. Саранска оказывают наиболее существенное влияние [2]. Между тем нам известны лишь единичные работы по биоиндикации р. Инсар за последние несколько лет [3; 4].

В этой связи цель нашей работы – провести биоиндикацию воды р. Инсар, используя макрозообентос и флуктуирующую асимметрию рыб.

Материалы и методы.

1. Места отбора проб.

Нами выбрано несколько участков р. Инсар, находящихся в верхнем, среднем и нижнем течении. Выбор участков определялся расположением относительно крупных населённых пунктов и промышленных центров.

Первые два участка мы считаем фоновыми. Они находятся в верхнем течении выше г. Рузаевка.

Участок 1. Расположен в Рузаевском районе в 0,5 км к северу от с. Инсар-Акшино. Точка расположена выше по течению птицефабрики «Авангард». Берега реки пологие, поросшие ивой. Течение быстрое. Ширина реки 3,5–5 м. Грунт песчаный с иловыми наносами.

Участок 2. Расположен в Рузаевском районе в 0,5 км к северу от с. Красное Сельцо (на 7 км ниже по течению участка 1, ниже птицефабрики «Авангард»). Берега реки пологие, поросшие ивой. Течение быстрое. Ширина реки 3,5–5 м. Грунт песчано-каменистый с выходами голубой глины, местами с иловыми наносами.

Участок 3. Расположен в ГО Саранск в 0,5 км к северу от с. Зыково. По этому участку оценивали влияние на гидробионтов Рузаевского промышленного узла. Грунт илисто-песчаный с включениями листового опада. Местами заметны выходы гальки и валунов. Ширина реки 7–8 м. Среди грунта заметны частицы пластика размером 2–6 мм (чаще синего цвета).

В среднем течении выбраны два рядом расположенных участка ниже впадения стоков очистных сооружений г. Саранск для оценки влияния города.

Участок 4. Расположен в Лямбирском районе в 1,5 км на восток от с. Александровка (в 2,5 км ниже выхода стоков очистных сооружений). Берега крутые, поросшие крапивой, кустарниками. Течение быстрое. Ширина реки 8–14 м. Среди частиц грунта часто встречаются кусочки мазута и пластика.

Участок 5. Расположен в Лямбирском районе в 0,5 км на северо-запад от с. Большая Елховка (в 5,5 км ниже выхода стоков очистных сооружений). Берега, поросшие ивой и кустарником. Дно илистое, на быстринах песок с галькой. Ширина реки 8–14 м. Среди частиц грунта часто встречаются кусочки мазута и пластика.

Последний участок находится в нижнем течении и позволяет оценить степень восстановления реки.

Участок 6. Расположен в Ичалковском районе в 1 км на север от с. Бaeво (в 4 км до впадения реки в р. Алатырь). Грунт песчаный, местами заилен. Течение быстрое. Ширина реки 15–18 м.

2. Методы изучения макрозообентоса.

На участках реки в 2016 г. отбирали качественные пробы гидробиологическим сачком. Верхний слой грунта промывали в сачке и сите. Макрозообентос собирали в склянки и фиксировали 70%-ным спиртом. На каждом участке отбирали 12 проб с разных грунтов и берегов. Идентификацию гидробионтов проводили по определителям [5 и др.]. Для оценки степени загрязнения (точнее сапробности) использовали наиболее распространенные показатели: индекс Вудивисса, индекс Майера и индекс Пентле-Букка в модификации М. В. Чертопруда [5].

3. Методы изучения флуктуирующей асимметрии рыб.

Серебряных карасей отлавливали на участках 2, 3, 4, 5 в 2016 и 2017 гг. После чего замораживали до камеральной обработки. В лаборатории с помощью бинокля подсчитывали меристические признаки справа и слева по методике предложенной В. М. Захаровым [6]. Возраст рыб определяли по чешуе [7]. Для анализа для каждого из участков в одну выборку объединяли рыб одного возраста.

Результаты исследования.

1. Состав макрозообентоса.

Итоги изучения 72 проб бентоса на 6 участках р. Инсар отражены в таблице 1. Всего было идентифицировано 625 особей из 37 семейств беспозвоночных животных.

Таблица 1

Состав макробентофауны на разных участках р. Инсар в 2016 г.

Таксон	Выше г. Рузаевка (участок 1)	Выше г. Рузаевка (участок 2)	Ниже г. Рузаевка (участок 3)	Ниже г. Саранск (участок 4)	Ниже г. Саранск (участок 5)	Нижнее течение (участок 6)
1	2	3	4	5	6	7
Oligochaeta - Малощетинковые черви						
сем. Tubificidae	+	–	+	+	+	+
Hirudinea – Пиявки						
сем. Glossiphoniidae	1	–	–	1	1	–
сем. Erpobdellidae	–	–	1	–	–	1
сем. Piscicolidae	–	–	–	–	–	1
Gastropoda – Брюхоногие моллюски						
сем. Planorbidae	1	–	–	–	1	–
сем. Valvatidae	1	–	1	–	–	–
сем. Lymnaeidae	–	1	–	–	–	–
сем. Bithyniidae	–	–	1	–	–	–

Bivalvia – Двустворчатые						
1	2	3	4	5	6	7
сем. Sphaeriidae	–	–	+	–	–	2
сем. Pisidiidae	+	1	+	–	–	–
сем. Euglesidae	–	1	+	–	–	–
Arachnida – Паукообразные						
отр. Acariformes	+	–	–	–	–	–
Insecta – Насекомые						
<i>отр. Odonata - Стрекозы</i>						
сем. Gomphidae	1	1	1	–	–	1
сем. Calopterygidae	1	1	1	–	1	–
сем. Corduliidae	1	–	–	–	–	–
сем. Coenagrionidae	–	–	–	1	1	–
<i>отр. Ephemeroptera - Поденки</i>						
сем. Baetidae	+	+	1	1	+	+
сем. Caenidae	1	1	–	–	–	+
сем. Heptageniidae	–	–	–	–	–	+
<i>отр. Plecoptera - Веснянки</i>						
неопр.	–	+	–	–	–	–
<i>отр. Megaloptera - Вислокрылки</i>						
сем. Sialidae	–	1	–	–	–	–
<i>отр. Hemiptera - Клопы</i>						
сем. Naucoridae	1	–	–	–	–	–
сем. Corixidae	+	1	–	1	–	1
сем. Nepidae	–	–	–	–	1	–
сем. Aphelocheiridae	–	–	1	–	–	–
<i>отр. Coleoptera - Жуки</i>						
сем. Dytiscidae	2	2	1	–	–	–
сем. Gyrinidae	–	–	1	–	–	–
сем. Heteroceridae	–	–	–	1	–	–
сем. Haliplidae	–	–	–	–	–	1
сем. Hydrophilidae	–	–	–	–	–	2
<i>отр. Diptera - Двукрылые</i>						
сем. Tabanidae	1	–	–	–	–	–
сем. Chironomidae	+	+	+	+	+	+

сем. Simuliidae	–	–	+	–	–	+
<i>отр. Trichoptera - Ручейники</i>						
сем. Leptoceridae	1	–	–	–	–	–
1	2	3	4	5	6	7
сем. Goeridae	–	1	–	–	–	–
сем. Hydropsychidae	–	1	–	–	–	–
неопр.	–	–	+	–	–	–
Общее число семейств	17	14	16	7	8	13

2. Оценка состояния реки и использованием биоиндикационных индексов.

Итоги расчета индексов приведены в таблице 2. В таблице указаны также соответствующие этим значениям показатели сапробности, оценка загрязненности и класс качества вод по Росгидромету.

Таблица 2

Биоиндикационные индексы для макрозообентоса р. Инсар

Участок реки	Индекс Вудивисса	Индекс Майера	Индекс Пантле-Букка в модификации М. В. Чертопруды
Выше г. Рузаевка (участок 1)	9 (олигосапробный, чистый, 2 класс)	16 (β-мезосапробный, умеренно загрязненный, 3 класс)	2,58 (α-мезосапробный, загрязненный, 3–4 класс)
Выше г. Рузаевка (участок 2)	8 (олигосапробный, чистый, 2 класс)	19 (олигосапробный, чистый, 2 класс)	1,57 (β-мезосапробный, умеренно загрязненный, 2–3 класс)
Ниже г. Рузаевка (участок 3)	8 (олигосапробный, чистый, 2 класс)	12 (β-мезосапробный, умеренно загрязненный, 3 класс)	2,2 (β-мезосапробный, умеренно загрязненный, 3 класс)
Ниже г. Саранск (участок 4)	6 (β-мезосапробный, умеренно загрязненный, 3 класс)	8 (α-мезосапробный, загрязненный, 4–5 класс)	3 (α-мезосапробный, загрязненный, 4 класс)
Ниже г. Саранск (участок 5)	6 (β-мезосапробный, умеренно загрязненный, 3 класс)	10 (α-мезосапробный, загрязненный, 4 класс)	2,86 (α-мезосапробный, загрязненный, 4 класс)
Нижнее течение (участок 6)	8 (олигосапробный, чистый, 2 класс)	12 (β-мезосапробный, умеренно загрязненный, 3 класс)	2,58 (α-мезосапробный, загрязненный, 3–4 класс)

Анализ таблицы 2 позволяет прийти к некоторым выводам. Сапробность, оцененная по разным индексам, далеко не всегда совпадает. Это объясняется их различной чувствительностью к отдельным группам макробентоса и особенностями методики расчета. Вероятно, наиболее математически обоснованный из них модифицированный индекс Пантле-Букка, поэтому возьмем его за основу при нашем анализе. Уровень сапробности р. Инсар после протекания реки по г. Рузаевка, если судить по индексам, практически не меняется. Но он заметно возрастает после очистных сооружений г. Саранск (участки 4 и 5). Это, конечно, легко объясняется попаданием огромного количества органики со стоками. Тем более, что эти два участка находятся в небольшом отдалении от выхода стоков очистных (2,5 и 5,5 км соответственно). Если обратиться к оценкам сапробности на участке в нижнем течении, то отметим, что по своим значениям он очень близок к участкам до г. Саранска и в особенности к участку 3. Все это позволяет думать, что к нижнему течению за счет разбавления и естественного самоочищения река избавляется от большей части органики. Но нужно всегда иметь в виду, что гидробиологические индексы могут в полной мере не отражать существующего химического загрязнения.

3. Анализ флуктуирующей асимметрии карася серебряного.

Итоги анализа приведены в таблице 3. Флуктуирующая асимметрия отражает степень стабильности развития в раннем онтогенезе и увеличивается с возрастанием стрессового фона (часто в результате загрязнения). Полученные результаты позволяют оценить степень благоприятности водной среды для раннего онтогенеза в период закладки билатеральных меристических признаков.

Таблица 3

Частота асимметричного проявления на признак у серебряного карася на разных участках р. Инсар

Возрастная группа	Участок реки			
	выше г. Рузаевка (участок 2)	ниже г. Рузаевка (участок 3)	ниже г. Саранск (участок 4)	ниже г. Саранск (участок 5)
3+	0,125±0,079 (n=4)	0,155±0,029 (n=13)	—	0,219±0,029 (n=16)
4+	0,195±0,050 (n=6)	0,168±0,043 (n=6)	0,281±0,032 (n=29)	—
5+	—	—	0,375±0,052 (n=8)	—

Исходя из анализа данных, можно заключить, что участки выше г. Саранск между собой сходны. После очистных сооружений г. Саранска ситуация заметно ухудшается. Особенно неблагоприятна среда была в отношении рыб, появившихся на свет в 2013 г. (см. возрастная группа 5+), где частота асимметрии была максимальна. Оказалось, что это вполне соответствует данным Государственных докладов по состоянию окружающей среды в РМ за 2011–2015 гг., где отмечено, что качество воды р. Инсар ниже г. Саранска в период с 2011 по 2015 гг. подвергалось значительным изменениям, а самые высокие уровни загрязнения были отмечены в 2011, 2013 и 2015 гг.

Заключение.

Результаты биоиндикации 6 участков р. Инсар показывают, что биота заметно реагирует на масштабные поступления поллютантов. При этом, по нашим данным, оказалось, что гидробионты слабо реагируют на загрязнения от Рузаевского промышленного узла. Загрязнение это, безусловно, присутствует, но, вероятно, гидробионты к нему адаптировались. Ситуация может также объясняться относительно небольшим поступлением органических веществ, которые прежде всего и ответственны за изменение сапробности. Со стоками г. Саранска, напротив, помимо химических компонентов поступает много органических веществ, которые резко повышают сапробность. Это приводит к выпадению из комплекса макрозообеноса большинства групп. В нижнем течении за счет процессов самоочищения и разбавления вод притоками водная среда вновь становится относительно благоприятной для гидробионтов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мелехова О. П., Егорова Е. И., Евсеева Т. И. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование : учеб. пособие для студ. вузов. – М.: Академия, 2007. – 288 с.
2. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды в Республике Мордовия в 2015 году / редкол.: В. Т. Шумкин, В. М. Максимкин, А. Н. Макейчев, И. А. Новиков [и др.]. – Саранск, 2016. – 192 с.
3. Каменев А. Г. Биоиндикация вод малых рек Мордовского Присурья (река Инсар) // Актуальные проблемы экологии и охраны окружающей среды. – Тольятти: Волжский университет им. В. Н. Татищева, 2004. – С. 175–178.
4. Лукиянов С. В. Оценка влияния Саранско-Рузаевского промышленного узла на качество водной среды с использованием флуктуирующей асимметрии рыб // Биоэкологическое краеведение: мировые, российские и региональные проблемы.

Мат. 3-й Всерос. науч.-практ. конф., Самара, 14 ноября 2014 г. – Самара: ПГСГА, 2014. – С. 122–126.

5. Чертопруд М. В., Чертопруд Е. С. Краткий определитель беспозвоночных пресных вод центра Европейской России. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. – 179 с.

6. Захаров В. М., Баранов А. С., Борисов В. И. и др. Здоровье среды: методика оценки. – М.: Центр экологической политики России, 2000. – 68 с.

7. Кузнецов В. А., Альба Л. Д., Андрейчев А. В. и др. Методы полевых зоологических исследований : учеб. пособие / под общ. ред. проф. В. А. Кузнецова. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2014. – 236 с.

ИГНАТЬЕВА Г. С.

**МАТЕРИАЛЫ К ФЛОРЕ ТОРФЯНЫХ КАРЬЕРОВ У С. ЯКШИНО
(ТЕЙКОВСКИЙ РАЙОН, ИВАНОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)¹**

Аннотация. В статье приводятся данные о флоре торфяных карьеров у с. Якшино. В результате исследований к 2017 г. было отмечено 85 видов сосудистых растений, относящихся к 3 отделам, 4 классам, 32 семействам, 68 родам. Проведен биоморфологический и эколого-фитоцентический анализ флоры. Выявлены редкие и чужеродные виды.

Ключевые слова: флора сосудистых растений, торфяные карьеры, Ивановская область.

IGNATEVA G. S.

**ON FLORA OF PEAT PITS NEAR VILLAGE OF YAKSHINO
(TEYKOVO DISTRICT, IVANOVO REGION)**

Abstract. The preliminary data on the flora of the peat pits located near the village of Yakshino are provided. The study was completed in 2017. As a result, 85 species of vascular plants belonging to 3 divisions, 4 classes, 32 families and 68 genera were observed. Biomorphological, ecological and phytocenotic analysis of the flora was carried out. Rare and alien species were identified.

Keywords: flora, vascular plant species, peat pits, Ivanovo region.

В Ивановской области расположены большие запасы торфа. Одним из крупных торфяных месторождений является Сахтыш-Рубское, которое находится в Тейковском районе. Торф на данном месторождении начали добывать еще в 1898 г. Выработки продолжались вплоть до 1970-х гг. После добычи торфа сформировался комплекс торфяных карьеров, общая площадь торфоразработок составляет более 30 км². Данный торфяной карьерный комплекс вытянут с северо-запада на юго-восток от с. Сахтыш до о. Рубское.

Флора и растительность торфяных карьеров данного комплекса у западного берега озера Рубское изучалась с 2012 г. [4; 7]. В 2017 г. исследования флоры карьеров были продолжены у с. Якшино. Эти карьеры находятся в центральной части Сахтыш-Рубского месторождения, в 11 км южнее г. Тейково, в 3 км севернее с. Морозово, вдоль автотрассы Тейково-Якшино. Данные торфяные карьеры представляют собой систему открытых водоемов (разных по площади и глубине), зарастающих пониженных участков

¹ Автор выражает искреннюю благодарность научному руководителю Е. А. Борисовой за совместные полевые исследования и помощь в написании статьи.

(высокотравные, облесенные) и широкими, местами заболоченными межкарьерными бровками. В целом преобладают открытые водоемы, поэтому данный участок карьерного комплекса получил название «Якшинские разливы». Эти карьеры часто посещаются рыбаками, туристами и жителями соседних населенных пунктов. По берегам организованы места для отдыха, имеются старые кострища. На окраине комплекса присутствуют ямы, остающиеся после выкапывания торфа.

Изучение флористического состава карьеров у с. Якшино проводилось в июле 2017 г. во время летней полевой практики. Исследования проводились маршрутно-рекогносцировочным методом, составлялись флористические списки, собирался гербарий наиболее типичных и редких видов, составлялась фототека из снимков отдельных видов и растительных сообществ [3]. Был составлен аннотированный конспект флоры. Собранные гербарные образцы хранятся в гербарии Ивановского государственного университета.

В результате проведенных исследований во флоре торфяных карьеров у с. Якшино к 2017 г. было отмечено 85 видов сосудистых растений, относящихся к 3 отделам, 4 классам, 32 семействам и 68 родам.

В систематической структуре флоры доминирующим отделом по числу видов является отдел покрытосеменные (*Angiospermae*, *Magnoliophyta*), в котором насчитывается 82 вида (97,6% от общего числа видов), отдел хвощевидные (*Equisetophyta*) представлен 2 видами (2,4%), отдел папоротниковидные – 1 видом (*Thelypteris palustris*). Среди покрытосеменных растений преобладают представители класса двудольные (*Magnoliopsida*), к которым относится 54 вида (63,3%), класс однодольные представлен 30 видами (35,4%).

Ведущими по числу видов являются следующие 5 семейств: *Gramineae* (Злаки), *Compositae* (Сложноцветные), *Salicaceae* (Ивовые), *Cyperaceae* (Осоковые) *Labiatae* (Губоцветные), на их долю приходится почти половина всего видового состава (47,7%). Спектр ведущих семейств представлен в таблице.

Таблица

Спектр ведущих семейств флоры торфяных карьеров у с. Якшино

№	Семейство	Число видов	% от общего числа видов	Число родов	% от общего числа родов
1	<i>Gramineae</i>	13	15,5	11	16,4
2	<i>Compositae</i>	11	13,1	9	13,4
3	<i>Salicaceae</i>	6	7,1	1	1,5
4	<i>Cyperaceae</i>	5	6,0	3	4,5
5	<i>Labiatae</i>	5	6,0	5	6,5
Всего		43	47,7	29	42,3

Большинство семейств малочисленные, 7 семейств (22,6% от общего числа семейств) содержат по 2 вида. К ним относятся, например, такие семейства как *Onagraceae*, *Caryophyllaceae*. По 1 виду содержат 15 семейств, что составляет 48,4% от общего числа видов, например, *Fabaceae*, *Convolvulaceae*, *Araceae* и др.

В составе флоры доминируют гигрофильные виды, много злаков и осок, высоко разнообразие ив. На зарастающих участках доминируют заросли высокотравья (*Urtica dioica*, *Typha latifolia*, *Calamagrostis canescens*, *Phragmites australis*, *Valeriana officinalis*, *Epilobium hirsutum*, *Phalaroides arundinacea* и др.). Редко встречаются группы луговых трав (*Dactylis glomerata*, *Bromus inermis*, *Elytrigia repens*, *Ranunculus acris*, *Geranium pratense*, *Galium mollugo*, *Achillea millefolium*, *Centaurea jacea* и др.).

Среди древесных пород распространены ивы (*Salix cinerea*, *S. triandra*, *S. myrsinifolia*, *S. fragilis*, *S. caprea*), *Alnus glutinosa*, *Prunus padus*, *Ulmus glabra*, *Acer negundo*, *Rubus idaeus*, *Betula pubescens*. Водоемы карьерного комплекса окружены березовыми лесами, многие березы по краям погибли.

Среди водных растений в водоемах карьерных комплексов отмечены *Lemna minor*, *L. trisulca*, *Spirodela polyrhiza*. Эти виды образуют массовые заросли по берегам водоемов, часто полностью покрывают водную поверхность небольших мелких водоемов. Также обычно встречаются *Hydrocharis morsus-ranae*, *Sagittaria sagittifolia*, *Potamogeton natans*, *P. pectinatus*, *Alisma plantago-aquatica* и другие виды.

Крупные заросли по берегам водоемов формирует *Oenanthe aquatica*, *Equisetum fluviatile* и *Solanum dulcamara*. Часто встречаются водоемы, по берегам которых развиты плотные лентовидные заросли *Phragmites australis*, местами образующего монодоминантные группировки.

Среди редких видов здесь отмечены крупные кусты ивы розмаринолистной – *Salix rosmarinifolia*. Этот вид включен в Дополнительный список региональной Красной книги [8]. По берегам водоемов вдоль дороги, ведущей к д. Сидорино, этот редкий кустарник формирует густые плотные заросли. Крупная группа василисника простого (*Thalictrum simplex*) отмечена на широкой межкарьерной бровке. Данный вид также редко встречается в Ивановской области.

Во флоре изученных карьеров отмечены многие чужеродные виды, например, часто группами встречается *Juncus tenuis*. В массе по берегам водоемов распространена *Bidens frondosa*. Особенно часто по берегам водоемов вдоль автотрассы встречается *Acer negundo*. По межкарьерным бровкам распространяется *Phalacrolooma septentrionale*. В водоемах в массе встречается *Elodea canadensis*. Эти виды относятся к инвазионным для Ивановской

области. Они представляют угрозу биологическому разнообразию, так как могут конкурировать и вытеснять виды местной флоры [1; 2].

Интересно отметить наличие тератных форм у *Typha latifolia*. Экземпляры с очень крупными соцветиями, состоящими из нескольких групп пестичных цветков отмечены по краям водоемов. Наличие тератных форм у рогозов характерно для антропогенных экотопов Ивановской области [5].

Некоторые сложные в систематическом положении виды, найденные в данном карьерном комплексе, пока не определены. Для их точного определения необходимы консультации с систематиками ведущих научных учреждений нашей страны.

В целом во флоре данных торфяных карьерных комплексов не отмечены сфагновые мхи, кустарнички семейства *Ericaceae* и другие типичные виды болот. Состав флоры Якшинских карьеров сходен с флорой карьеров Некоузского района Ярославской области [6]. Изучение флоры и растительности Сахтыш-Рубского выработанного месторождения следует продолжить.

ЛИТЕРАТУРА

1. Борисова Е. А. Адвентивная флора Ивановской области. – Иваново: Ивановский гос. ун-т, 2007. – 188 с.
2. Борисова Е. А. Особенности распространения инвазионных видов растений по территории Верхневолжского региона // Российский журнал биологических инвазий. – 2010. – Т. 3. № 4. – С. 2–9.
3. Борисова Е. А. Методы изучения флоры и растительности. – Иваново: Ивановский гос. ун-т, 2013. – 152 с.
4. Борисова Е. А., Игнатьева Г. С. Растительность торфяных карьеров юго-западного берега озера Рубское // Борисовский сборник. Выпуск 8 / отв. ред. В. В. Возилов. – Иваново: Референт, 2017. – С. 266–271.
5. Борисова Е. А., Шилов М. П. Интересная тератная форма *Typha angustifolia* в Ивановской области // Фиторазнообразие Восточной Европы. – 2016. – Т. X. № 4. – С. 91–93.
6. Гарин Э. В. К флоре выработанных торфяных карьеров Ярославской области // Труды ИБВВ РАН. – 2017. – Вып. 79 (82). – С. 40–45.
7. Игнатьева Г. С. Заносные растения во флоре торфяных карьеров юго-западного берега озера Рубское // Всероссийский студенческий конвент «Инновация». – Иваново: Ивановский гос. ун-т, 2016. – С. 519–522.
8. Красная книга Ивановской области. Т. 2. Растения и грибы / под ред. В. А. Исаева. – Иваново, 2010. – 193 с.

КОЛДОМОВА Е. А.

***SOLIDAGO CANADENSIS* L. (ASTERACEAE) В Г. ИЖЕВСКЕ**

Аннотация. Приводятся результаты исследований распространения одного из инвазионных видов на территории г. Ижевска – *Solidago canadensis* L., данные обнаруженных очагов его инвазий. Основными экотопами, где чаще всего встречается *Solidago canadensis* L., являются обочины автомобильных дорог, залежи и опушки лесов. Наиболее крупные скопления золотарника наблюдаются в Индустриальном и Устиновском районах, что составляет 55,5% от всех выявленных мест произрастания. Изучены особенности биологии семян вида.

Ключевые слова: *Solidago canadensis* L., инвазионный вид, г. Ижевск, особенности распространения, инвазия, популяция вида, всхожесть семян.

KOLDOMOVA E. A.

***SOLIDAGO CANADENSIS* L. (ASTERACEAE) IN CITY OF IZHEVSK**

Abstract. The article provides the results of the studies on the propagation of one of the invasive species on the territory of the city of Izhevsk – *Solidago canadensis* L. Data on the centers of its invasions is presented. The main ecotopes of *Solidago canadensis* L. are road borders, wild lands, forest edges. The largest packings of goldenrod are observed in the Industrial and the Ustinovsky districts. That makes 55.5% of all identified places of growth. Features of biology of the seeds of the species are studied.

Keywords: *Solidago canadensis* L., invasive species, city of Izhevsk, aspects of distribution, colonization, population, germination capacity.

Значительные изменения урбаносреды в настоящее время связаны с внедрением агрессивных чужеродных видов растений в типично городские местообитания, что часто приводит к существенным потерям биологического разнообразия, изменениям растительного покрова и местообитаний урбанизированных территорий в целом.

В настоящее время в г. Ижевске произрастает 44 вида инвазионных и 10 потенциально инвазионных видов растений [1]. Особое внимание среди них заслуживает североамериканский вид *Solidago canadensis* L., который встречается в большинстве фитоценозов на территории г. Ижевска. При внедрении в естественные или полустественные фитоценозы данный вид активно занимает нарушенные и полустественные ценозы, трансформируя их видовой состав и структуру. Возможно, что в ближайшем будущем данный вид можно будет перенести из группы средне агрессивных в группу сильно агрессивных инвазионных растений (трансформеров), что, безусловно,

относит его к крайне опасным инвазионным видам. Для разработки систем мероприятий по борьбе с данным видом требуются целенаправленные исследования, как по инвентаризации всех мест его произрастания, так и установлению закономерностей его внедрения на новые территории.

В Удмуртии *S. canadensis*, вероятно впервые, был обнаружен в 1963 г на насыпи узкоколейной железной дороги Т. П. Ефимовой в окрестностях города Ижевска [2]. В 1972 г. Т. П. Ефимова включает его в «Определитель растений Удмуртии», где отмечает, что расселение особей данного вида происходит из декоративных посадок, а также в кустарниках и на опушках в окрестностях г. Ижевска встречается *S. canadensis* [3].

В настоящий момент в гербарии Удмуртского государственного университета хранится 219 гербарных образцов золотарника канадского, доля гербарных образцов, собранных на территории города Ижевска и его окрестностей (Завьяловский район) составляет 63,5% в отношении остальных 24 административных субъектов республики.

Распространение *S. canadensis* на территории г. Ижевска оценивали с использованием данных Гербария Удмуртского государственного университета, современных источников литературы по флоре Удмуртской Республики и данных собственных полевых исследований. При оценке мест произрастания учитывалась встречаемость вида в каждом из 5 административных районов города Ижевска и частота встречаемости вида в тех или иных экотопах (Индустриальном, Устиновском, Ленинском, Октябрьском, Первомайском).

Исследование популяций *S. canadensis* проводили на территории Учебного ботанического сада УдГУ (56,916763° с.ш., 53,240702° в.д.), Ярушкинского дендрологического парка (56.852203, 53.314332). Для популяционных исследований, согласно общепринятым методикам [4–6], в каждом местообитании случайным способом были заложены учетные площадки размером 1×1 в трехкратной повторности. В каждом из местообитаний определяли плотность особей и морфометрические параметры (высота растения, количество листьев, длина листа средней формации). Материалом для исследований репродуктивной биологии послужили плоды-семянки *S. canadensis*, находящиеся в стадии физиологической зрелости. Ввиду трудности выделения семян из плодов, семянки были приняты за единицу размножения. Сбор материала был осуществлен в сентябре 2014 и 2017 гг., в окрестностях Ботанического сада Удмуртского университета. Исследование всхожести семян проведено в соответствии с международными правилами [7; 8]. Проращивание проводили в лабораторных условиях по 100 шт. семян в четырехкратной повторности в чашках Петри на фильтровальной бумаге, смоченной дистиллированной водой. Летучки у семян не отделялись. Для изучения влияния на семена отсутствия освещения чашки Петри накрывали черной бумагой.

Согласно собственным наблюдениям, сведениям литературы и гербария в настоящий момент *S. canadensis* встречается во всех административных районах города Ижевска (рисунок 1), где произрастает в нарушенных и полустественных местообитаниях (по железнодорожным насыпям, старым залежам, вдоль дорог, возле водоемов и др.). Отмечаются как плотные монодоминантные заросли, заросли с различной плотностью в сообществах других растений, так и единичные экземпляры.

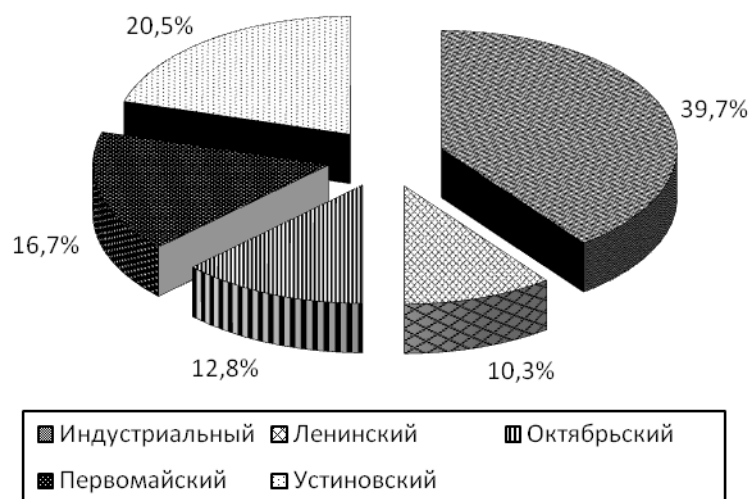


Рис. 1. Распределение количества мест произрастания *S. canadensis* по административным районам г. Ижевска.

Анализ частоты встречаемости *S. canadensis* в различных местообитаниях показывает, что, согласно классификации Ю. К. Виноградовой и др. [9], часто вид можно встретить в местообитаниях относящихся к классу антропогенно-трансформированных – 82% и в местообитаниях класса полустественных местообитаний – 18 %. Монодоминантные заросли *S. canadensis* чаще всего встречаются на обочинах автомобильных дорог на улицах Воткинское шоссе, ул. Выставочная, ул. Союзная и на залежах в районе Автозавода.

В результате исследований ценопопуляций *S. canadensis* в их составе выявлены особи только трех возрастных состояний – имматурного, виргинильного и генеративного периода (таблица 1). Как видно из таблицы 1, в обоих пунктах исследований численно преобладают особи генеративного возрастного состояния. При этом нужно учитывать поздние сроки исследований, поэтому, возможно, здесь не были отмечены проростки и значительная часть ювенильных особей. Доля генеративных особей *S. canadensis* в каждой ценопопуляции составляет практически половину.

Таблица 1

**Соотношение возрастных состояний в ценопопуляциях *S. canadensis*
на исследованных учетных площадках**

Местонахождение	Дата	Число особей <i>S. canadensis</i> в ценопопуляции / % от всех особей			
		Имматурные (im)	Виргинильные (v)	Генеративные (g)	Всего
Ботанический сад	26.07.2017	82 / 24	65 / 18	195 / 58	342
Ярушкинский дендропарк	01.08.2017	35 / 19	54 / 29	96 / 52	185

Плотность ценопопуляций на данных участках невелика и варьируется от 6 до 74 шт. побегов на участках в Ботаническом саду, от 12 до 64 шт. побегов на участках в Ярушкинском дендропарке. Чаще всего *S. canadensis* образует монодоминантные сообщества. Общими видами для всех учетных площадок являются *Trifolium medium* L., *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub, *Phleum pratense* L., *Cichorium intybus* L. В таблице 2 приведены среднеарифметические данные некоторых морфометрических показателей генеративных особей *S. canadensis* исследованных ценопопуляций.

Таблица 2

**Морфометрические параметры генеративных особей *S. canadensis*
для исследованных ценопопуляций**

Параметры	Местонахождение ценопопуляции	
	Ботанический сад	Ярушкинский дендропарк
Число особей, шт./м ²	3,4±0,2	2,1±0,4
Плотность побегов, шт./м ²	35,2±2,5	18,2±0,7
Высота побега, см	129,5±1,6	132,0±5,7
Число листьев на побеге, шт.	92,4±1,1	54,8±0,9
Длина листа, см	8,4±0,1	7,7±0,1
Ширина листа, см	0,8±0,1	0,7±0,1
Длина соцветия, см	22,4±1,1	12,8±0,5
IVC	1,2	0,9

При сравнении индексов виталитета исследованных ценопопуляций (IVC) наилучшие условия для реализации ростовых процессов наблюдаются в ценопопуляции, находящейся на территории Ботанического сада. Для всех исследованных ценопопуляций характерна высокая антропогенная нагрузка.

При исследовании особенностей репродуктивной биологии вида были определены основные константы исследуемых плодов-семянков *S. canadensis*, собранных на территории Ботанического сада в г. Ижевске. Полученные данные отражены в таблице 3.

Таблица 3

Характеристика семян *Solidago canadensis*

Количество семян в корзинке, шт.	Вес 1000 шт. семян, г	Длина семян, мм	Ширина семян, мм	Длина паппуса, мм	Количество волосков в паппусе, шт.
$M \pm m$ Диапазон значений					
15,45±0,23 12–18	0,08±0,11 0,07–0,09	0,99±0,03 0,61–1,20	0,14±0,01 0,11–0,23	1,86±0,03 1,41–2	13,26±0,08 13–15

Семена *S. canadensis* мелкие, легковесные. Продуктивность семян крайне высокая. Так, в одной корзинке в среднем может образовываться 15,45±0,08 шт. семян. На одном побеге в среднем образуется 1040 штук корзинок. Таким образом, в среднем один генеративный побег *S. canadensis* продуцирует 13 832 семечки. При этом наличие летучки и легковесность, небольшие размеры обеспечивают анемохорное распространение плодов на обширные площади и на достаточно удаленные расстояния. Паппус в 1,5–2 раза длиннее семечки. Имеет двурядные волоски, которые могут быть окрашены от светло-серого до темно-бурого цвета. Среднее количество волосков в паппусе 13,26±0,08 шт.

При оценке влияния освещенности на прорастание семян *S. canadensis* выяснилось, что семена данного вида светочувствительны, несмотря на наличие кожистого околоплодника (таблица 4). М. Г. Николаева с соавторами [10] отмечает, что при неглубоком типе физиологического покоя, при определенных температурных условиях семена могут становиться светочувствительными, что приходится учитывать при их проращивании.

Таблица 4

Влияние освещенности на всхожесть семян *Solidago canadensis* в лабораторных условиях

Показатель	+25 °С, 16-ти часовое освещение	+25 °С, отсутствие освещения
$M \pm m$	97,0±0,7	21,3±0,8
Диапазон значений	95–97	31–40

Период до прорастания семян в условиях 16-ти часового освещения при +25 °С составлял 3–4 дня при проращивании в условиях лаборатории. Период же прорастания длился в диапазоне от 3 до 17 дней. При этом энергия прорастания составляла 80–85%.

В таблице 5 представлены результаты проращивания семян *S. canadensis* в условиях разной предпосевной подготовки.

**Влияние подхода предпосевной подготовки на всхожесть семян *Solidago canadensis*
в лабораторных условиях**

Способ предпосевной подготовки	Количество проросших семян, %
Контроль (+25° С, 16-ти часовое освещение) без стратификации	97,0±0,71
Стратификация 4 недели, +5° С	31,8±1,55
Стратификация 6 недель, +5° С	52,75±0,85
Стратификация 8 недель, +5° С	59,8±0,85
Стратификация 48 часов, –18° С	22,3±1,55

Согласно данным, представленным в таблице 3, семена *S. canadensis* имеют достаточно хорошую всхожесть, что, возможно, связано с отсутствием покоя у свежесобранных семян данного вида. Стратификация при низких отрицательных температурах также сказывается на прорастании семян. В данном варианте опыта всхожесть относительно контроля наименьшая. При проведении ряда опытов на всхожесть семян данного растения влияют и сроки их хранения. Оказалось, что с течением времени всхожесть уменьшается с 97% при проверке сразу после сбора семян до 0% при хранении семян в условиях лаборатории в течение 5 лет.

Таким образом, *S. canadensis* на территории г. Ижевска произрастает преимущественно в антропогенно-трансформированных местообитаниях с сильно измененной растительностью, а также внедряется в полустественные местообитания, становясь при этом доминантом. Плотность особей на 1 м² колеблется в среднем от 6 до 74. Морфометрические параметры особей одного и того же состояния незначительно отличаются в исследованных ценопопуляциях. Вид обладает высокой семенной продуктивностью (13832 шт. семян) и всхожестью семян (97,0±0,7). Кроме того, всхожесть семян данного вида зависит от освещения, предпосевной подготовки и срока хранения семян. Отсюда можно заключить, что в условиях Удмуртской Республики инвазионная активность *S. canadensis* может быть обусловлена высокой семенной продуктивностью и всхожестью семян. Вероятно, наибольшую роль в инвазионной активности вида играет формирование большего числа соцветий на одну особь, что отмечено и другими исследователями [11].

ЛИТЕРАТУРА

1. Черная книга флоры Удмуртской Республики: монография / отв. ред. О. Г. Баранова. – Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2016. – 68 с.

2. Ефимова Т. П. Материалы к флоре Удмуртии: дис. канд. биол. наук. – Ижевск, 1963. – 246 с.
3. Ефимова Т. П. Определитель растений Удмуртии. – Ижевск: Удмуртия, 1972. – 224 с.
4. Заугольнова Л. Б., Жукова Л. А., Комаров А. С. Ценопопуляция растений: очерки популяционной биологии. – М.: Наука, 1988. – 280 с.
5. Злобин Ю. А. Теория и практика оценки виталитетного состава ценопопуляций растений // Бот. журн. – 1989. – Т. 74, № 6. – С. 769–780.
6. Злобин Ю. А. Популяционная экология растений: современное состояние, точки роста: монография. – Сумы: Универ. книга, 2009. – 263 с.
7. Международные правила определения качества семян / пер. с англ. Н. А. Емельяновой. – М.: Колос, 1969. – 182 с.
8. Международные правила анализа семян / пер. с англ. Н. Н. Антошкиной. – М.: Колос, 1984. – 310 с.
9. Решетникова Н. М., Виноградова Ю. К. Классификация местообитаний видов аборигенной и чужеродной фракции флоры // Флористические исследования в Средней России: 2010–2015: материалы VIII науч. совещ. по флоре Средней России (Москва, 20–21 мая 2016 г.) / под ред. А. В. Щербакова. – М.: Галлея-Принт, 2016. – С. 82–86.
10. Николаева М. Г., Разумова М. В., Гладкова В. Н. Справочник по проращиванию покоящихся семян. – Л.: Наука, 1985. – 348 с.
11. Виноградова Ю. К. Черная книга флоры Средней России (Чужеродные виды растений в экосистемах Средней России). – М.: ГЕОС, 2010. – 494 с.