

**ТРЕТЬИ ЧТЕНИЯ ПАМЯТИ ПРОФЕССОРА О.А. ЗАУРАЛОВА**

Материалы научной конференции  
(Саранск, ГОУВПО «МГУ им. Н.П. Огарева», 13 мая 2011 г.)

**Саранск 2011**

*Русское ботаническое общество  
Общество физиологов растений России  
ГОУВПО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева»*

**ТРЕТЬИ ЧТЕНИЯ ПАМЯТИ ПРОФЕССОРА О.А. ЗАУРАЛОВА**

Материалы научной конференции  
(Саранск, ГОУВПО «МГУ им. Н.П. Огарева», 13 мая 2011 г.)

**Саранск 2011**

УДК 58.01  
ББК Е5  
Т666

**Редакционная коллегия:**

д.б.н. А.С. Лукаткин (отв. редактор), д.б.н. В.В. Ревин, д.б.н. Т.Б. Силаева,  
д.б.н. В.А. Кузнецов, к.б.н. Д.И. Башмаков (отв. секретарь), Ю.С. Орлова

Т666 **Третьи** чтения памяти профессора О.А. Зауралова: Материалы научной конференции (Саранск, 13 мая 2011 г.) – Саранск, 2011. – 104 с.

В сборнике представлены материалы межрегиональной конференции, посвященной памяти доктора биологических наук, профессора О.А. Зауралова (1923-2007), долгие годы работавшего в МГУ им. Н.П. Огарева, возглавлявшего кафедры генетики, физиологии растений, ботаники, основавшего ведущую научную школу в области экологической физиологии растений. Рассмотрены современные тенденции и достижения в области изучения растений, грибов и бактерий; проблемы экологической физиологии растений и животных; перспективы функционального использования растений; успехи и проблемы биоэкологических исследований в регионах

Предназначен для преподавателей, аспирантов, магистрантов, научных работников и студентов вузов.

*Печатается в авторской редакции  
в соответствии с представленным оригинал-макетом*

**УДК 58.01  
ББК Е5**

© Коллектив авторов, 2011

Научная конференция «Третьи чтения памяти профессора О.А. Зауралова» будет проведена на биологическом факультете МГУ им. Н.П. Огарева 13 мая 2011 г. Она посвящена памяти Олега Александровича Зауралова (1923–2007) – профессора, долгие годы работавшего в МГУ им. Н.П. Огарева, возглавлявшего кафедры генетики, физиологии растений, ботаники, основавшего ведущую научную школу в области экологической физиологии растений. Организаторы конференции – Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева», Мордовское отделение Общества физиологов растений России, Мордовское отделение Русского ботанического общества.

**Организационный комитет конференции:**

*Ревин В.В. – декан биологического факультета МГУ им. Н.П. Огарева, д.б.н., профессор (сопредседатель конференции);*

*Лукаткин А.С. – зав. кафедрой ботаники и физиологии растений МГУ им. Н.П. Огарева, д.б.н., профессор (сопредседатель конференции);*

*Кузнецов В.А. – зав. кафедрой зоологии, д.б.н., профессор;*

*Силаева Т.Б. – д.б.н., профессор кафедры ботаники и физиологии растений МГУ им. Н.П. Огарева;*

*Ручин А.Б. – д.б.н., директор Мордовского государственного заповедника им. П.Г. Смидовича;*

*Дерябин А.Н. – к.б.н., с.н.с. Института физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН;*

*Лабутина М.В. – к.б.н., зав. кафедрой общей биологии, анатомии и физиологии МГПИ им. М.Е. Евсевьева;*

*Жидкин В.И. – к.б.н., профессор Саранского кооперативного института Российского университета кооперации*

*Зауралов Е.О. – зав. отделением Республиканской детской больницы;*

*Башмаков Д.И. – к.б.н., доцент кафедры ботаники и физиологии растений МГУ им. Н.П. Огарева;*

*Колмыкова Т.С. – к.б.н., доцент кафедры ботаники и физиологии растений МГУ им. Н.П. Огарева.*

Планируется участие в работе конференции (в очной и заочной формах) более 100 участников, среди которых – научные сотрудники, студенты, аспиранты, магистранты и преподаватели ВУЗов и научных учреждений России, Беларуси, Казахстана из городов Москва, Минск, Семей, Казань, Саранск, Петрозаводск, Тюмень, Киров, Ульяновск, Саров, Мариинский Посад.

Представлены доклады по научным направлениям конференции: изучение растений, грибов и бактерий; экологическая физиология растений и животных; функциональное использование растений; биоэкологические исследования в регионах. Данный сборник статей подготовлен по материалам, присланным на конференцию.

## **ОСОБЕННОСТИ ФИТОЦЕНОЗОВ СКЛОНОВЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ ЭКЗОГЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ**

А.Н. Автономов

*Мариинско-Посадский филиал ГОУВПО «МарГТУ», г. Мариинский-Посад*

Изучение характера естественного зарастания нарушенных экзогенными процессами земель позволяет оценивать особенности формирования растительных сообществ с точки зрения их места и роли в растительном покрове изученных территорий и прогнозировать их дальнейшее развитие.

На нарушенных экзогенными процессами землях, кроме сильного разнообразия эдафических факторов, мы сталкиваемся с разнообразием климатических условий. Провести полный и точный учет этих факторов становится совершенно невозможно из-за неоднородности условий рельефа, особенно на крутых и длинных склонах. В условиях естественного зарастания биотопов на нарушенных экзогенными процессами территориях можно получить интегральный показатель для диагностики пригодности территории с целью проведения биологической рекультивации. На данных территориях сформированный фитоценоз можно использовать как доступный для изучения и получения информативной базы формирующихся экосистем.

В условиях расчлененной территории в Чувашской Республике нами проводится изучение процессов самозарастания и формирования фитоценозов на нарушенных экзогенными процессами землях. В настоящее время накоплен значительный фактический материал по формированию структуры почвы и растительного покрова на нарушенных экзогенными процессами землях без вмешательства человека.

Исследования фитоценоза на склонах, сформированных в результате экзогенных процессов, затруднены, прежде всего большим разнообразием и территориальной неоднородностью экотопов, особенно по эдафическим особенностям. Характерной чертой ландшафтных микроэлементов в экотопах равнин является ясно выраженная пространственная упорядоченность их внутренней структуры [1, 2].

На нарушенных экзогенных склонах в пределах микро- и макроэкотопов формируются разнообразные по составу и структуре фитоценозы в зависимости от крутизны и направленности склона. По этой причине применение общепринятых методик изучения фитоценоза затруднено [3].

Маршрутно-рекогносцировочные методы изучения фитоценоза, используемые при геоботанических исследованиях, могут дать общее представление по распределению растительности на склоне. На равнинных участках мы сможем найти общие закономерности распределения растительности, так как факторы среды обитания растений одинаковые. На склонах крутизной более двадцати градусов однородность эдафических и климатических факторов нарушается. Распределение растительности по территории отличается в зависимости

от крутизны, экспозиции склона. Для обоснования данного предположения нами было проведено описание фитоценозов полярно-ориентированных склонов с использованием маршрутно-рекогносцировочного метода. Северо-западный склон по характеристике экологических условий является наиболее благоприятным для роста и развития растений. Общее количество встречаемых видов травянистых растений по мере снижения высоты склона увеличивается (в нашем примере до 10 видов). Данное обстоятельство объясняется изменениями эдафических факторов среды, хотя некоторое незначительное влияние оказывают и климатические факторы, особенно в верхней части склона.

Юго-восточный склон в экологическом отношении менее благоприятен для роста и развития растений. Прямые солнечные лучи, особенно в ранневесенний и летний периоды, приводят к перегреву и иссушению почвы. В жаркое лето примерно 1/3 часть склона (верхняя часть) почти полностью выгорает. Видовое разнообразие очень скудное, фитоценоз представлен двумя-тремя видами, входящими в группу терофитов.

Встречаемость видов травянистой растительности подчиняется следующей зависимости:

$$y = a - b \exp(-c x^d)$$

По представленной математической модели можно прогнозировать примерное количество видов растений на склонах разной экспозиции. Согласно проведенным исследованиям, группы растений, относящихся к жизненным формам фанерофиты и хамефиты, составляют до 2,4 % от общего количества видов, произрастающих на склонах юго-западной и юго-восточной экспозиции (*Rosa canina* L.; *Cytisus ruthenicus* Fisch. ex Woloszez). Из хамефитов на склонах северных и южных экспозиций склонов наиболее распространен полукустарничек *Thymus serpyllum* L. Господствующее положение в фитоценозе склонов занимают гемикриптофиты – 56–65%, т.е. более половины видового состава флоры изучаемого фитоценоза: в большинстве двудольные растения, принадлежащие к семействам Asteraceae, Poaceae, Rosaceae, Fabaceae (*Artemisia vulgaris* L., *Achillea millefolia* L., *Filago arvensis* L., *Potentilla anserina* L., *Spiraea salicifolia* L., *Taraxacum officinale* Wigg. и др). В основном они занимают склоны северной, северо-восточной и северо-западной экспозиции и нижние части полярно-ориентированных склонов.

Если провести исследования фитоценоза по маршрутно-рекогносцировочному методу на разных высотах по склону, то на высоте 71.60 мы можем найти всего 2 вида растений, а на высоте 65.2 метра – все 10 видов. Поэтому при изучении фитоценоза на склоновых землях крутизной более 20 градусов нами предлагается применение метода экоиנדикационных рядов растительности. Экоиנדикационные ряды растительности наглядно дают графическое представление о соотношении площадей формаций. Они показывают причинность их колебаний, которая проявляется в трансформации, динамике, целесообразности и всяких множественных функциях геосистем. Теоретические основы метода строятся на многофункциональном анализе экологии и морфоструктуры фитоценозов. Он помогает увидеть комплексную причин-

ность трансформации геосистем, а также отражает состояние не только растительности, но и набора любых показателей природных условий любого ранга, например типов ландшафтов, качественный состав территории, эрозионных процессов и т.д. Такая информационная модель дает разносторонний и широкий выход в практику.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Григорьевская А. Я., Бережной А. В. Особенности степного биома в рамках зонального экотопа // Теоретические и прикладные аспекты оптимизации и рациональной организации ландшафтов. - Воронеж, 2001. -С. 51-53.

2. Бережной А. В., Григорьевская А. Я., Двуреченский В. Н. Ландшафтные экотопы и их разнообразие в Среднерусской лесостепи // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер. География и геоэкология. - 2000. - № 4. - С. 30-33.

3. Воротников В.П., Охупкин А.Г., Боряков И.В. Летняя практика по геоботанике. Ч. 1.- Н.Новгород, 2000.

УДК581.2.02

### **ВЛИЯНИЕ ГЕРБИЦИДА ПАРАКВАТ НА ПРОНИЦАЕМОСТЬ МЕМБРАН В ПРОРОСТКАХ ПШЕНИЦЫ И КУКУРУЗЫ**

Ю.Н. Аросланкина, О.А. Овечкина

ГОУВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва», г. Саранск

Ксенобиология – бурно развивающаяся область биологии, которая является междисциплинарной наукой. Ксенобиотики (от греч. *xenos* – чужой и *bios* – жизнь) – чужеродные для организмов соединения. Одна из групп ксенобиотиков, наиболее широко используемых в мировом хозяйстве, – пестициды. Пестициды (от лат. *pestis* – зараза и *caedo* – убиваю) – химические препараты для защиты сельскохозяйственной продукции, растений, для уничтожения паразитов у животных, для борьбы с переносчиками опасных заболеваний [1]. Биохимическая избирательность гербицидов в большинстве случаев проявляется в неодинаковом превращении гербицида: в устойчивых растениях гербицид блокируется компонентами клетки и разлагается до нетоксичных соединений (или до токсичных с последующей их инактивацией); в чувствительных – гербицид или угнетает растения, оказывая ингибирующее действие, или под влиянием компонентов клетки разрушается до токсических соединений, убивающих растения. Клеточные мембраны являются основным барьером, определяющим транспорт веществ в клетку и из нее [2].

В работе мы использовали гербицид паракват. Он применяется для удаления широколиственных сорняков и травы, хотя менее эффективен при борь-

бе с глубокоукореняющимися сорняками. Паракват не поражает кору деревьев, поэтому он широко используется для борьбы с сорняками во фруктовых садах. Кроме сельского хозяйства, паракват широко используется в биологии в качестве модели оксидативного стресса [3].

Во многих работах указывается, что различные виды гербицидов способны изменять состояние клеточных мембран. Известно свойство гербицидов индуцировать повреждение клеточных мембран.

В связи с этим целью нашей работы было исследование влияние различных концентраций (0,1 мкМ, 1 мкМ, 10 мкМ) гербицида паракват на проницаемость клеточных мембран в растениях пшеницы (*Triticum aestivum* L.) сорта Мироновская 808 и кукурузы (*Zea mays* L.) гибрида Краснодарский 194 МВ. Семена пшеницы и кукурузы проращивали в лабораторных условиях (температура 25°C, освещение люминесцентными лампами с освещенностью 2800 лк, влажность воздуха около 80%) в сосудах с почвой в течение 7 дней. Полив осуществляли через день. В фазе 1–2 листьев осуществляли обработку растений растворами параквата в различных концентрациях. На 7-е сутки определяли выход электролитов из листьев злаков кондуктометрическим методом. В основе метода лежит измерение электропроводности вытяжки после экстракции в течении 4 часов. Усреднённые навески листьев каждого варианта делили на 6 параллельных проб по 0,5 г, заливали 100 мл дистиллированной воды. Экстракцию проводили при комнатной температуре (22-24°C) в течение 4 ч. Выход электролитов из листовой ткани в дистиллированную воду определяли по изменению электропроводности вытяжки. Из полученных результатов вычитали электропроводность воды. Затем стаканчики с растительным материалом доводили до кипения, остужали до комнатной температуры, после чего доводили объем до исходной величины (100 мл) и определяли полный выход электролитов по электропроводности той же вытяжки после разрушения мембран кипячением. Результирующий выход электролитов рассчитывали в процентах от полного выхода. При этом из полученных значений вычитали электропроводность дистиллированной воды. Это необходимо для более точного определения полного выхода электролитов из листовой ткани, так как при низкой проницаемости мембран электропроводность экстракта из живого образца сравнима с электропроводностью воды по порядку величин. Данные определения проводили 3 раза [4].

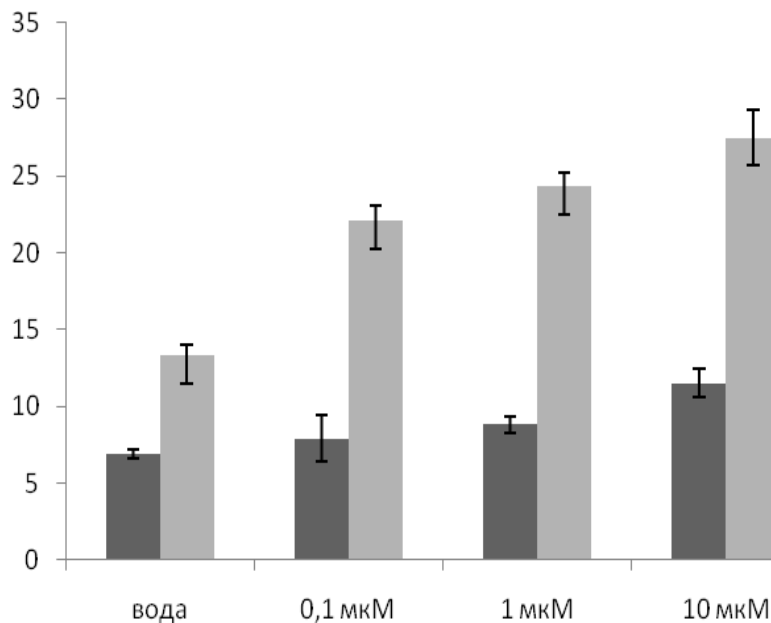
Выход электролитов в процентах от полного рассчитывали по формуле:

$$L = (L_1 - L_w) / (L_2 - L_w) \times 100\%,$$

где L – выход электролитов, % от полного;  $L_1$  – электропроводность после настаивания навески, мкСм;  $L_2$  – электропроводность после кипячения, мкСм;  $L_w$  – электропроводность дистиллированной воды, мкСм [4].

Как показали измерения, у растений пшеницы, обработанных различными концентрациями (0,1 мкМ, 1 мкМ, 10 мкМ) гербицида паракват, выход электролитов из листьев увеличивался по сравнению с контролем (растениями, обработанными дистиллированной водой). При этом с увеличением концентрации гербицида выход электролитов из листьев пшеницы возрастал (рис.).





**Рисунок.** Выход электролитов из листовой ткани растений пшеницы (правые столбики) и кукурузы (левые столбики), обработанных различными концентрациями гербицида паракват.

У растений кукурузы, обработанных теми же концентрациями гербицида, также наблюдали увеличение выхода электролитов, т.е. повреждение мембран, с повышением применяемых доз параквата (рис.). Однако низкие концентрации препарата не показывали достоверного увеличения проницаемости мембран.

Таким образом, из проведенных опытов можно сделать вывод, что паракват оказал повреждающее действие на мембраны листьев злаков; при сравнении видов наибольшее повреждающее действие параквата выявлено у растений пшеницы.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ (АВЦП «Развитие научного потенциала высшей школы», проект 2.1.1/624).

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Федоров Л.А. Пестициды – токсический удар по биосфере и человеку / Л. А. Федоров, А.В.Яблоков. – М.: Наука, 1999.– 420 с.
2. Юрин В. М. Основы ксенобиологии / В. М. Юрин. – Минск : Изд-во БГУ, 2001.– 236 с.
3. Кириан С. А. Структурно – функциональные характеристики различных типов пестицидов / С. А. Кириан, Л. Ш. Семеньтева, Е. А. Контор, Л. А. Тюрина // Агрехимия. – 2008. – № 2. – С. 22-25.
4. Гришенкова Н. Н. Определение устойчивости растительных тканей к абиотическим стрессам с использованием кондуктометрического метода / Н.Н. Гришенкова, А. С. Лукаткин // Поволжский экологический журнал.– 2005.– №1.– С. 3–11.

УДК 581.5.574.32

**ВЛИЯНИЕ  $Zn^{2+}$  НА ОКИСЛИТЕЛЬНЫЙ СТАТУС ПРОРОСТКОВ  
*ARCTIUM TOMENTOSUM* MILL. ИЗ РАЗНЫХ ЭКОТОПОВ  
ГОРОДА САРАНСКА**

Д.И. Башмаков, Е.А. Бабина, К.А. Сазанова

ГОУВПО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева», г. Саранск

Цинк является наиболее востребованным металлом после железа, алюминия и меди. На протяжении 20 столетия мировой объём добычи цинка возрос в 12 раз. Стремительный рост объёмов добычи цинка сопровождается увеличением его эмиссии в окружающую среду. Промышленная эмиссия Zn превосходит природную почти в 40 раз (1,62 млн. т/год). Цинк характеризуется высоким показателем интенсивности поглощения растительностью, что обусловлено его участием в составе значительного количества ферментов. Нарушение внутриклеточного гомеостаза цинка приводит к серьезным изменениям протекания метаболических процессов и нарушению физиологических функций. При недостатке Zn в растениях накапливаются редуцирующие сахара, небелковые соединения азота, органические кислоты, уменьшается содержание сахарозы и крахмала, ауксина, нарушается синтез белка. Избыток Zn нарушает поглощение Fe и его обмен, снижает интенсивность фотосинтеза и дыхания, угнетает рост, уменьшает содержание хлорофилла, изменяется окислительный статус растений. Особый интерес представляют популяции растений, обитающие в природных геохимических аномалиях, которые устойчивы к очень высокому содержанию цинка в почве. Изучение адаптации этих растений может внести существенный вклад в понимание механизмов устойчивости растений к тяжелым металлам. Территория Мордовии (и в том числе г. Саранск) расположена в геохимической провинции с повышенным содержанием цинка, особенно в легких почвах. Целью работы было изучение хронического действия цинка на окислительный статус растений лопуха паутинистого (*Arctium tomentosum* Mill.) из разных экотопов г. Саранска на раннем ювенильном этапе онтогенеза.

Для эксперимента собирали семена лопуха в различных по степени загрязнения экотопах г. Саранска: северной промышленной зоне, складской зоне, юго-восточной селитебной зоне (частный сектор), западной и юго-восточной пригородных зонах и загородной зоне (лесополоса в 32 км севернее города). Семена высаживали в чашки Петри на растворы, содержащие 10 мкМ или 1 мМ ионов  $Zn^{2+}$ . Контрольные семена росли в дистиллированной воде. На 10 сутки определяли длину осевых органов, интенсивность ПОЛ в листьях (по накоплению продукта окисления МДА по цветной реакции с ТБК) и скорость генерации супероксидного анион-радикала (по способности этого радикала окислять адреналин в адренохром).

Интенсивность ПОЛ в листьях лопуха снижалась пропорционально степени содержания в почвах ионов  $Zn^{2+}$ . Однако у растений, семена которых были собраны на средне и сильно загрязненных территориях (промзона, складская зона и частный сектор), интенсивность накопления МДА возрастала с увеличением дозы  $Zn^{2+}$ , а у растений с относительно чистых местообитаний интенсивность ПОЛ с увеличением концентрации ионов  $Zn^{2+}$  практически не изменялась.

Скорость генерации супероксидного анион-радикала у всех растений возрастала с увеличением дозы  $Zn^{2+}$ . Наименьшая скорость генерации  $O_2^{\cdot-}$  отмечена у растений с самых загрязненных территорий (промзона и складская зона), а у растений из чистых и относительно загрязненных экотопов отмечено повышение скорости генерации  $O_2^{\cdot-}$ .

Таким образом, растения из различных по степени загрязнения экотопов г. Саранска имеют неодинаковый отклик на содержание ионов  $Zn^{2+}$  в среде, что дает основание предполагать существование различных эдафотипов лопуха паутинового, различающихся степенью устойчивости к цинку.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ (АВЦП «Развитие научного потенциала высшей школы», проект 2.1.1/624).

УДК 582.284.3:630\*443(470.345)

## **ДЕРЕВОРАЗРУШАЮЩИЕ АФИЛЛОФОРОИДНЫЕ ГРИБЫ РОМОДАНОВСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ МОРДОВИЯ**

С.Ю. Большаков

*ГОУВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва», г. Саранск*

Составная часть микобиоты – ксилотрофные или дереворазрушающие грибы – являются ведущей группой организмов-редуцентов, определяющих скорость биологического круговорота углерода в биоценозе и контролирующей состав и структуру древостоя. Поэтому изучение этих организмов является одной из фундаментальных проблем экологии и микологии [4].

Несмотря на важное значение дереворазрушающих грибов для устойчивого функционирования лесной экосистемы, в настоящее время биота макромицетов Республики Мордовия остаётся практически не изученной. Имеющиеся в литературе данные касаются только изучения видового состава и экологии грибов Мордовского заповедника [3, 5]; другие территории республики остаются неизученными.

Ромодановский район находится в восточной части Мордовии. Площадь района составляет 777,5 км<sup>2</sup>, общая площадь лесов – 24,42 км<sup>2</sup> (3 %) Преобладающие породы – дуб черешчатый (*Quercus robur* L.), клён платановидный (*Acer platanoides* L.), липа (*Tillia cordata* Mill.), осина (*Populus tremula* L.).

В 2010–2011 гг. автором на территории Ромодановского района Республики Мордовия были проведены исследования видового состава ксилотрофных афиллофороидных грибов. Сбор, обработка и определение материала проводились по методике Клеменсона [6]. Для идентификации образцов были использованы современные отечественные и иностранные определители [1, 7–9].

Ниже представлен аннотированный список выявленных видов по следующей схеме: латинское название вида, субстрат, местообитание, местонахождение, тип гнили. Приняты следующие сокращения: в. ветвь – валежная ветвь, жив. дер. – живое дерево, в. ств. – валежный ствол, сух. – сухостой; I, II, III, IV, V – стадии деструкции древесного субстрата [2].

*Bjerkandera adusta* (Willd.) P. Karst. – на *Populus tremula*, *Tilia cordata*, *Padus avium*, *Coryllus avellana* (в. ств. III, в. ветка II, III, пень I, III) повсеместно; гниль белая.

*Cerrena unicolor* (Bull.) Murrill – на *Populus tremula* (в. ств. I) в Липкинском лесу; гниль белая.

*Daedalea quercina* (L.) Pers. – на *Quercus robur* (пень IV, V) в Вырыпаевском лесу; гниль бурая.

*Daedaleopsis confragosa* (Bolton) J. Schröt. – на *Salix caprea*, *Populus tremula* (в. ветка II, в. ств. III) в Болтинском лесу; гниль белая.

*Daedaleopsis tricolor* (Bull.) Bondartsev & Singer – на *Salix caprea* (в. ветка II) в Болтинском лесу; гниль белая.

*Fomes fomentarius* (L.) J. Kickx f. – на *Populus tremula*, *Betula pendula* (жив. дер., сух., в. ств. I, II, III), повсеместно; гниль белая.

*Fomitopsis pinicola* (Sw.) P. Karst. – на *Populus tremula*, *Pinus sylvestris*, *Acer platanoides* (жив. дер., в. ств. II, III, сух., пень II), повсеместно; гниль бурая.

*Ganoderma applanatum* (Pers.) Pat. – на *Populus tremula*, *Tilia cordata* (в. ств. II, III, пень II, III), повсеместно; гниль белая

*Gloeoporus dichrous* (Fr.) Bres. – на *Populus balsamifera* (в. ств. II), искусственные посадки; гниль белая. Первая находка на территории республики.

*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. – на *Pinus sylvestris* (пень IV) в Липкинском лесу; гниль белая.

*Hymenochaete rubiginosa* (Dicks.) Lév. – на *Quercus robur* (пень IV, V, в. ств. III, IV) в Красноузельском (около кладбища), Липкинском и Вырыпаевском лесах; гниль белая.

*Inonotus obliquus* (Ach. ex Pers.) Pilát – на *Betula pendula* (сух. I) в Липкинском лесу; гниль белая.

*Irpex lacteus* (Fr.) Fr. – на *Salix caprea* (сух.) в Болтинском лесу; гниль белая.

*Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murrill – на *Salix alba*, *Populus tremula* (пень I, в. ств. II) в п. Ромоданово, в Липкинском лесу; гниль бурая.

*Lenzites betulina* (L.) Fr. – на *Populus tremula* (в. ств. IV) в Красноузельском лесу (около кладбища); гниль белая.

*Oxyporus corticola* (Fr.) Ryvar den – на *Populus tremula* (в. ств. III) в Вырыпаевском и Круглом лесах; гниль белая.

*Peniophora rufa* (Fr.) Boidin – на *Populus tremula* (в. ств. II) в Липкинском лесу; гниль белая.

*Phellinus igniarius* (L.) Qué l. – на *Salix caprea* (жив. дер.) в Болтинском лесу; гниль белая.

*Phellinus punctatus* (Fr.) Pilát – на *Coryllus avellana* (сух.) в Красноузельском лесу (около кладбища); гниль белая.

*Phellinus robustus* (P. Karst.) Bourdot & Galzin – на *Quercus robur* (жив. дер., в. ств. I, II, пень II, III) в Красноузельском (около кладбища), Филатовом лесах; гниль белая.

*Phellinus tremulae* (Bondartsev) Bondartsev & P.N. Borisov – на *Populus tremula* (жив. дер., в. ств. I, II) в Красноузельском (около кладбища), Круглом, Филатовом лесах; гниль белая.

*Phlebia rufa* (Pers.) M.P. Christ. – на *Quercus robur* (в. ств. II) в Болтинском лесу; гниль белая.

*Polyporus arcularius* (Batsch) Fr. – на *Quercus robur*, *Coryllus avellana* (в. ветка II, III) в Филатовом и Алтарском лесах; гниль белая.

*Polyporus squamosus* (Huds.) Fr. – на *Ulmus laevis* (пень II, III, IV) в искусственных посадках, в Вырыпаевском лесу; гниль белая.

*Schizophyllum commune* Fr. – на *Populus tremula* (в. ств. I) повсеместно; гниль белая.

*Stereum hirsutum* (Willd.) Pers. – на *Quercus robur* (в. ств. III, IV) в Филатовом лесу; гниль белая.

*Stereum subtomentosum* Pouzar – на *Acer platanoides* (в. ств. III) в Болтинском и Липкинском лесах; гниль белая.

*Trametes hirsuta* (Wulfen) Lloyd – на *Populus tremula*, *Padus avium*, *Quercus robur* (в. ветка II, III, в. ств. III, жив. дер.) в Болтинском, Красноузельском, Круглом, Липкинском лесах, в искусственных посадках; гниль белая.

*Trametes ochracea* (Pers.) Gilb. & Ryvar den – на *Quercus robur*, *Tillia cordata*, *Populus tremula* (в. ств. III, в. ветка II, III) в Липкинском и Филатовом лесах; гниль белая.

*Trametes pubescens* (Schumach.) Pilát – на *Quercus robur* (в. ветка II) в Филатовом лесу; гниль белая.

*Trametes trogii* Berk. – на *Populus tremula* (в. ств. I) в Липкинском лесу; гниль белая.

*Trichaptum biforme* (Fr.) Ryvar den – на *Tillia cordata*, *Populus tremula* (в. ветка IV, в. ств. III) в Красноузельском (около кладбища) и Липкинском лесах; гниль белая.

*Trichaptum fuscoviolaceum* (Ehrenb.) Ryvar den – на *Pinus sylvestris* (в. ств. I) в Липкинском лесу; гниль белая.

*Xylobolus frustulatus* (Pers.) Boidin – на *Quercus robur* (в. ств. III) в Филатовом лесу; гниль белая.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бондарцева М. А. Семейства альбатрелловые, апорпиевые, болетопсидеи, бондарцевиевые, ганодермовые, кортициевые (виды с порообразным гименофором), лахнокладиевые (виды с трубчатым гименофором), полипоровые (роды с трубчатым гименофором), пориевые, ригидопоровые, феоловые, фиштулиновые / М. А. Бондарцева // Определитель грибов России. Порядок афиллофоровые. Вып. 2.– СПб. : Наука, 1998. – 391 с.
2. Бурова Л. Г. Экология грибов макромицетов / Л. Г. Бурова. – М. : Наука, 1986. – 222 с.
3. Кузнецов Н.И. Флора грибов, лишайников, мхов и сосудистых растений Мордовского заповедника /Н.И. Кузнецов//Труды Мордовского государственного заповедника им П.Г. Смидовича.– Вып. 1.– Саранск, 1960. – С. 71–128.
4. Мухин В. А. Биота ксилотрофных базидиомицетов Западно-Сибирской равнины / В. А. Мухин. – Екатеринбург : УИФ Наука, 1993. – 232 с.
5. Частухин В. Я. Биологический распад и ресинтез органического вещества в природе. Эколого-систематические и физиологические исследования / В. Я. Частухин, М. А. Николаевская. – Л. : Наука, 1969. – 326 с.
6. Clemenson H. Methods for Working with Macrofungi / H. Clemenson. – IHW Verlag, 2009. – 88 p.
7. Nordic Macromycetes. Vol. 3. Heterobasidioid, Aphyllophoroid and Gasteroid Basidiomycetes / Eds. L. Hansen, H. Knudsen. – Copenhagen : Nordsvamp, 1997. – 445 p.
8. Ryvarden L. European Polypores /L. Ryvarden, R. L. Gilbertson. – Oslo: Fungiflora, 1993. – P. 1: Abortiporus – Lindtneria. – Synopsis Fungorum 6. – P. 1–387.
9. Ryvarden L. European Polypores /L. Ryvarden, R. L. Gilbertson. – Oslo : Fungiflora, 1994. – P. 2 : Meruliopsis – Tyromyces. – Synopsis Fungorum 7. – P. 388–743.

УДК 631.434.589:581.13

### ОСОБЕННОСТИ ПРОДУКЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ РАСТЕНИЙ РЕДИСА (*RAPHANUS SATIVUS* L. CONVAR. *RADICULA*) НА СТРУКТУРИРОВАННЫХ СУБСТРАТАХ ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА

Т.В. Вавилова, Н.А. Ламан, А.Ф. Судник

*Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси, г. Минск*

Успехи в овощеводстве закрытого грунта зависят от многих составляющих. Одной из них является проблема создания корнеобитаемой среды (суб-

страта), наиболее полно отвечающей требованиям растений и позволяющей управлять их продукционными процессами через минеральное питание. В Республике Беларусь в настоящее время в большинстве тепличных комбинатов в качестве субстрата для выращивания культур в большинстве хозяйств применяется дорогостоящая минеральная вата импортного производства. При использовании данного субстрата возникает ряд проблем: работа с ним представляет определенную опасность с точки зрения гигиены; отсутствует возможность его утилизации; высокая стоимость [1].

Кроме минеральной ваты, для выращивания рассады овощных и цветочных культур, сеянцев и саженцев древесных и кустарниковых растений используются также субстраты отечественных производителей на основе верхового или низинного торфа с добавлением минеральных удобрений. Однако стандартизация по составу и качеству указанных корнеобитаемых сред оставляет желать лучшего. В связи с этим предпринимаются попытки улучшить свойства торфяного субстрата добавлением к нему минералов, обладающих высокой емкостью поглощения ионов. Наиболее доступным природным минералом для этих целей является глина. Однако простое добавление глины ведет к снижению пористости (воздухоёмкости) органо-минеральной смеси. Значительная доля глинистого минерала в смесях при сохранении оптимальных их водно-воздушных свойств может быть увеличена, если глина будет структурирована в виде гранул различной величины и формы, сохраняющих водопрочность на протяжении хотя бы 1–2 циклов выращивания [2].

В лаборатории роста и развития растений Института экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси ведутся работы по созданию глино-торфяных субстратов с использованием полимерных структурообразователей. Это позволяет существенно увеличить долю глины в субстратах и, соответственно, улучшить их катионообменную емкость.

Цель настоящей работы – исследовать особенности продукционных процессов растений редиса (*Raphanus sativus* L. convar. *radicula*) сорта Родос на структурированных субстратах. Объектами исследования служили:

*Субстрат I* – гранулы (глина + верховой торф + полимерный структурообразователь), насыщенные макро- и микроэлементами с добавлением медленно действующего азотного удобрения в повышенной концентрации;

*Субстрат II* – гранулы (глина + верховой торф + полимерный структурообразователь), насыщенные макро- и микроэлементами с добавлением медленно действующего азотного удобрения;

*Субстрат III* – гранулы (глина + верховой торф + полимерный структурообразователь), насыщенные макро- и микроэлементами;

*Субстрат IV* – Субстрат I + раскисленный верховой торф в соотношении 1:1 по объему.

*Субстрат V* – Субстрат II + раскисленный верховой торф в соотношении 1:1 по объему.

*Субстрат VI* – Субстрат III + раскисленный верховой торф в соотношении 1:1 по объему.

*Контроль* – ионитный субстрат «Биона-311».

Исследования проводили в лабораторных условиях с использованием световой установки (освещенность 5000-6000 лк), фотопериод 16 часов, температура воздуха 22–24°C днем и 16–18°C ночью. Повторность в варианте четырехкратная. За одну повторность принимали заполненный субстратом стакан объемом 200 мл. В каждый стакан высаживалось по 3 растения редиса. Длительность вегетации от всходов 27 дней. Полив осуществлялся подтоплением снизу с поддона. К верхнему слою субстрата вода поступала за счет капиллярного поднятия. Частота полива – 1 раз в сутки.

В ходе опыта проводили визуальные наблюдения за развитием растений, накоплением биомассы. В конце исследований определяли общую биомассу растений, массу корнеплодов, их диаметр, содержание сухого вещества в биомассе, а также суммарное содержание хлорофиллов a+b. Полученные результаты использовали для оценки продукционного процесса растений редиса. Экспериментальные данные обрабатывали с помощью пакета статистического анализа Excel, значимость различий между выборками рассчитывали по t-критерию Стьюдента для независимых выборок.

В результате проведенных исследований не выявлено каких-либо аномалий в развитии растений на всех вариантах разработанных корнеобитаемых сред на протяжении всего периода вегетации. На конечном этапе культивирования редиса в опытных вариантах отмечалось более высокое развитие хозяйственно ценной части продукции (корнеплодов) по сравнению с контролем, где большая часть общей биомассы приходилась на листья (таблица).

**Таблица**

Характеристики продукционных и ростовых процессов редиса на субстратах органо-минерального состава

Вариант	<i>Субстрат I</i>	<i>Субстрат II</i>	<i>Субстрат III</i>	<i>Субстрат IV</i>	<i>Субстрат V</i>	<i>Субстрат VI</i>	<i>Биона-311</i>
Общая биомасса, г	48,82	56,93	50,71	45,46	50,78	47,18	50,13
Масса корнеплодов, г	24,56	33,80	29,44	23,74	27,95	23,54	21,06
Диаметр корнеплодов, см	2,42	2,84	2,69	2,32	2,73	2,49	2,25
Сухой вес корнеплодов, г	5,55	5,33	4,87	6,00	7,34	6,33	4,67
Сухой вес листьев, г	6,89	7,67	6,50	8,00	8,45	8,22	6,67
Содержание хлорофилла a+b, мг/г сырой массы	0,462	0,463	0,487	0,416	0,438	0,340	0,256

Урожай корнеплодов на *субстратах II, III* и *V* по биомассе превысил контроль на 33–60%. По общей биомассе достоверные различия по сравнению с контролем выявлены только у растений, выращенных на *субстрате II*, что свидетельствует о положительном воздействии подобранной концентрации медленно действующего азотного удобрения в корнеобитаемой среде. Содер-



жание сухого вещества корнеплодов и листьев редиса в вариантах с *субстратами I, II и III* снижено по сравнению с остальными. На наш взгляд, это связано с большей оводненностью растительных тканей растений, выращенных на данных средах, несмотря на их более низкую общую влагоемкость по сравнению с субстратами с добавлением торфа. Большая оводненность биомассы наряду с высоким урожаем, полученным на данных корнеобитаемых средах, свидетельствует о лучшем водно-воздушном режиме у этих субстратов, что также определило и более высокое накопление хлорофилла.

В результате проведенных исследований показана возможность создавать недорогие и экологически безопасные субстраты для выращивания растений на основе смесей глины и торфа с использованием полимерного структурообразователя. Такие субстраты обеспечивают высокую продуктивность растений, которая определяется не только резервом и доступностью элементов минерального питания для усвоения корневой системой, но и оптимальными агрофизическими свойствами самих корнеобитаемых сред.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Веремейчик Л.А. // Белорусское сельское хозяйство. 2004. № 12. С. 15–16.
2. Ламан Н.А., Вавилова Т.В., Судник А.Ф. // Ботаника (Исследования). 2010. Вып. XXXIX. С. 332–349.

УДК 581.1

### **СРАВНЕНИЕ ДЕЙСТВИЯ АБИОТИЧЕСКИХ СТРЕССОВЫХ ФАКТОРОВ НА ЛОКАЛИЗАЦИЮ ЛИГНИНА В КЛЕТКАХ КАЛЛУСНЫХ КУЛЬТУР ЛЬНА**

Е.А. Гончарук, А.К. Алявина, Н.В. Загоскина

*Учреждение Российской академии наук Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН, Москва*

В связи с возрастанием техногенной нагрузки и изменением условий окружающей среды внимание исследователей обращено на изучение реакции растений на стрессовые воздействия. К числу «активных» абиотических стрессов относят тяжелые металлы и действие УФ-Б лучей. При их воздействии происходят значительные изменения в метаболизме клеток, что в ряде случаев (особенно при действии тяжелых металлов) приводит к гибели растений.

Лен является одной из важнейших исконно российских технических культур комплексного использования, а продукты его переработки востребованы во многих отраслях промышленности. Для изучения реакции клеток этой культуры на действие стрессовых факторов удобно использовать культуры *in vitro*, которые по сравнению с интактными растениями имеют более простой

уровень внутритканевой и внутриклеточной организации, а также возможность точного контроля условий выращивания.

Целью работы являлось изучение морфологических характеристик каллусных культур льна-долгунца, подвергнутых действию кадмия и УФ-Б радиации, а также локализации в них лигнина (важнейшего компонента клеточных стенок). Такой подход важен в связи с тем, что исключить как воздействие тяжелых металлов, так и УФ-Б радиации на растения в условиях активной антропогенной деятельности невозможно, поэтому необходимо выяснять механизмы адаптации растений к этим факторам.

Каллусные культуры получали из стерильных проростков двух сортов льна-долгунца - Ленок и Славный. Культуры выращивали при 16-часовом фотопериоде на питательной среде Мурасиге-Скуга. В опытных вариантах к среде добавляли Cd в концентрациях 25 или 35 мг/л. При изучении действия УФ-лучей проводили дополнительное освещение УФ-лампами (с 16 до 18 ч. ежедневно).

Выращивание каллусных культур льна-долгунца в присутствии высоких концентраций Cd приводило к снижению их роста, повышению оводненности клеток и некротизации. К четвертому пассажу погибало почти 70% клеток каллусов, а оставшиеся клетки не восстанавливали пролиферативную способность при последующем пассировании. Следовательно, длительное воздействие высоких концентраций кадмия вызывало необратимые изменения клеточных структур и гибель клеток. При действии УФ-Б лучей также отмечалось подавление роста клеток, хотя гибели культур не отмечалось.

Цитологические исследования показали, что каллусные культуры обоих сортов представлены клетками паренхимного типа. У сорта Ленок они имели большие размеры, чем у сорта Славный. Иногда среди них обнаруживали трахеидальные элементы.

Проведение реакции с флороглюцином, позволяющим выявить локализацию лигнина, одного из основных компонентов вторичных клеточных стенок растений и являющегося полимером фенольной природы, показало его присутствие в клеточных стенках и межклеточном пространстве у изучаемых сортов льна. Однако интенсивность процесса лигнификации определялась особенностями сорта и стрессовыми условиями. В контрольных вариантах у обоих сортов льна лигнин локализовался преимущественно в клеточных стенках и реже – в межклеточном пространстве. Воздействие обоих стрессоров приводило к усилению процесса лигнификации, что выражалось в увеличении числа клеток, прореагировавших с флороглюцином, увеличении площади окрашивания реактивом и его интенсивности (темно-малиновое окрашивание в опыте против светло-розового в контроле). Следует отметить, что процесс лигнификации в опытных вариантах охватывал не только клеточные стенки (что было характерно для контроля), но и межклеточное пространство, затрагивая иногда и содержимое клеток.

Известно, что изучаемые факторы оказывают выраженное стрессовое воздействие на растения: происходит не только подавление ростовых процес-

сов, но и изменение их метаболизма. Лигнин, относящийся к соединениям фенольной природы, так же, как и последние, является компонентом защитной системы растений. Он также является одним из важнейших компонентов вторичных клеточных стенок растений, и его накопление может косвенно свидетельствовать о морфологических изменениях в каллусных культурах. Возможно, усиление лигнификации клеток является одной из приспособительных реакций к данному воздействию.

Таким образом, в ответ на действия кадмия и УФ-Б радиации у каллусных культур льна активируется синтез полимерных форм фенольных соединений. Можно предположить, что лигнин выполняет «барьерную» функцию, препятствуя поступлению кадмия в цитоплазму растительных клеток и способствуя снижению повреждающего воздействия на них УФ-Б радиации.

УДК 581.1:582. 542.1:577 (045)

## ДИНАМИКА НАКОПЛЕНИЯ ЗЛАКАМИ СУХОГО ВЕЩЕСТВА

А.Ю. Горчакова

ГОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт им. М.Е. Евсевьева», г. Саранск

Характер накопления биомассы формирующимися растениями определяется биологическими особенностями вида, а также условиями среды. В своей работе (проведенной в Саранске, 2010 г.) мы проследили ход накопления сухого вещества (СВ) растениями ежи сборной, овсяницы луговой и райграса пастбищного в фазы завершения роста отдельных листьев вплоть до перехода побегов к кущению (таблица).

Таблица

Динамика накопления сухого вещества растениями некоторых злаков в период всходы – кущение

Вид	Части растения	Масса растения по фазам развития (номер фитомера), мг (M±m)					
		1	2	3	4	5	6
Ежа сборная	надземная	1,6 ± 0,05	7,5 ± 0,2	20,0 ± 0,8	77,0 ± 3,5	110,0 ± 4,6	250 ± 11,0
	корни	1,0 ± 0,03	1,6 ± 0,05	10,0 ± 0,3	20,0 ± 0,8	44,1 ± 2,0	70,2 ± 3,0
	общая	2,6 ± 0,1	9,1 ± 0,4	30,0 ± 1,2	97,0 ± 4,4	154,0 ± 6,0	320,2 ± 15,0
Овся- ница луговая	надземная	4,1 ± 0,2	6,8 ± 0,2	18,0 ± 0,8	80,0 ± 3,8	160,0 ± 7,5	230,0 ± 11,0
	корни	1,9 ± 0,07	3,2 ± 0,1	4,0 ± 0,2	20,0 ± 1,0	30,0 ± 1,4	67,0 ± 2,9
	общая	6,0 ± 0,3	10,0 ± 0,4	22,0 ± 1,0	100,0 ± 4,2	190,0 ± 8,5	297,0 ± 14,5
Райграс много- укосный	надземная	8,3 ± 0,4	14,0 ± 0,7	45,1 ± 2,0	88,0 ± 4,0	174,0 ± 8,0	389,0 ± 17,6
	корни	6,6 ± 0,3	6,8 ± 0,2	18,0 ± 0,3	23,0 ± 1,0	40,0 ± 1,6	76,0 ± 3,4
	общая	14,9 ± 0,7	20,8 ± 1,0	63,0 ± 3,0	110,0 ± 5,0	214,0 ± 8,6	456,0 ± 20,3

Полученные данные показывают, что изучаемые злаки заметно различались по динамике накопления сухого вещества как в надземной, так и в подземной части. Наибольшей массой проростков отличался райграс пастбищный, у которого в фазе первого листа масса сухого вещества одного растения соста-

вила в среднем около 15 мг. Наименьшей массой в начальный период развития проростков выделялась ежа сборная, масса растеньица которой в фазе первого листа составила 2,6 мг. С переходом растений в фазу второго листа райграс пастбищный сохранял высокую интенсивность накопления органического вещества и биомассы проростков, достигая 21 мг, тогда как у ежи сборной и овсяницы луговой этот показатель составлял всего 9–10 мг. В фазу третьего листа сохранялся ранее определившийся разрыв между видами в накоплении сухого вещества проростками. Однако к фазе четвертого листа этот разрыв резко сокращался, и разница между отдельными видами находилась уже в пределах ошибки. В фазу пятого листа растения райграса пастбищного по-прежнему сохраняли высокую степень накопления сухого вещества проростками. Такая же зависимость отмечена и в фазу шестого листа. У всех проростков основная доля биомассы приходилась на надземные структуры (пластинки и влагалища листьев). Доля надземной части в урожае в 2–3 раза выше, чем доля корней, причем по мере прохождения фаз разрыв между массой надземных органов и массой корней возрастал. Например, если в фазе первого листа у райграса пастбищного на 8 мг надземных структур приходилось 7 мг корней, или их соотношение составило практически 1:1, то в фазе шестого листа на 380 мг надземных структур приходится 76 мг корней, или соотношение составило уже 5:1. Несколько меньшие разрывы отмечены в соотношении массы надземных и подземных органов у овсяницы луговой и ежи сборной (примерно 3:1).

Полученные данные свидетельствуют о том, что на начальных этапах развития потребности отдельных злаков в питательных веществах, особенно в азоте, безусловно, разные. При благоприятных условиях питания райграс пастбищный характеризуется наибольшей интенсивностью формирования травостоя. Медленнее всех формирует травостой овсяница луговая, что подтверждается относительно невысокими показателями накопления сухого вещества растениями этого вида на начальном этапе их вегетации.

Температура оказывает большое влияние на накопление СВ злаками в период кущения [1], что подтверждается также нашими опытами с овсяницей луговой. Повышение нижнего и верхнего пределов температуры всего на 2°C обусловило более чем тройное нарастание сухого вещества особями вида к моменту их перехода в фазу кущения; небольшие различия отмечены уже в фазе 2-го листа, но наиболее резко они обозначились в фазе 4-го листа с переходом растений на автономное питание. Повышение разрыва между верхним и нижним порогами свыше 10° (в условиях жаркого лета 2010 г.) обусловило снижение массы растений, особенно корней. С переходом растений в фазу кущения наблюдалось резкое увеличение в накоплении ими сухого вещества. В период интенсивного формирования почек зоны кущения (4-й лист) масса растений заметно увеличивалась, а к моменту перехода почек в рост (5-й лист) еще больше возрастала.

Заметное влияние на накопление СВ оказывает площадь питания. В разреженном посеве масса растения была выше в 2,6 раза по сравнению с загущенным. Площадь питания оказывает влияние на накопление СВ в период

формирования растениями зоны кущения, и в первую очередь, на образование массы корней. Азотные удобрения способствовали увеличению надземной массы в разреженном и загущенном вариантах. Влияние азота на корневую массу в загущенных посевах было минимальным, в разреженных – весьма заметным.

Засоление почвы отрицательно воздействует на накопление растениями СВ [2]. Нашими исследованиями в 2009-2010 гг. было установлено, что при хлоридном засолении (25 мг %) семена или совсем не всходили, или всходили, но проростки спустя некоторое время погибали; наибольшим накоплением СВ и сравнительно ранним переходом в фазу кущения отличались посевы при среднем (25 мг %) сульфатном засолении; внесение азота улучшало условия вегетации растений, повышало их устойчивость к засолению и ускоряло переход к кущению.

Таким образом, с вступлением в фазу кущения злаки характеризуются интенсивным накоплением СВ в надземной и подземной сферах; условия вегетации (температура, засоление и др.) оказывают заметное влияние на динамику накопления сухого вещества.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Anelow R. C. The rate of appearance of leaves on tiller of the Graminea // Trop. Agric. – 1966. – V. 36. № 3. – P. 149–155.
2. Burt R. L. Growth and development of buffel grass // Amer. J. Bot. – 1968. – V. 8. – P. 712–719.

УДК 504.5:641.1

### **ПУТИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРОДОВОЛЬСТВИЯ**

В.И. Жидкин, А.М. Сёмушев

*Саранский кооперативный институт РУК, г. Саранск*

В последние годы растёт потребление некачественных, фальсифицированных и опасных для здоровья человека продуктов питания, которые могут вызывать как острые формы поражения организма, так и постепенно разрушать отдельные ткани и органы [1].

Безопасность и качество продуктов питания правомерно считать одним из основных факторов, определяющих здоровье нации и сохранение её генофонда, поэтому борьба за качество продовольствия должна быть основополагающей. Оценка качества сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов свидетельствует о высоком уровне их загрязнённости токсичными соединениями, биологическими агентами и микроорганизмами [2].

Главным образом загрязнение продовольствия обусловлено техногенным загрязнением окружающей среды, низкой агротехнической культурой и нарушением технологий, отсутствием единого технологического и экологического контроля над соблюдением нормативных требований.

Можно выделить следующие основные пути загрязнения продовольственного сырья и продуктов питания:

1. Использование неразрешённых красителей, консервантов, антиоксидантов или их применение в повышенных дозах. В продукты питания стали добавляться пищевые добавки, применение которых имеет следующую направленность: увеличение срока хранения продукта; улучшение технологических свойств; обеспечение высоких органолептических качеств продукта. Если превышаются допустимые суточные дозы (ДСД), то пищевые добавки становятся опасными для организма человека веществами [3].

2. Применение нетрадиционных технологий производства продуктов питания или отдельных пищевых веществ, в том числе полученных путём химического или микробиологического синтеза. Так, в масложировой промышленности активно используются иммобилизованные микробные препараты. Для получения ферментных препаратов допускается использование тканей и органов сельскохозяйственных животных, культурных растений, а также штаммов микроорганизмов, бактерий низших грибов.

3. Загрязнение сельскохозяйственных культур и продуктов животноводства пестицидами, используемыми для борьбы с вредителями растений и для профилактики заболеваний животных. В настоящее время используется около 600 препаратов на основе 300 действующих веществ, относящихся к различным группам химических соединений (хлор-, ртуть- и фосфор-органические соединения, синтетические пиретроиды, медьсодержащие фунгициды и т.д.), которые при безграмотном применении накапливаются в кормах, продовольственном сырье и пищевых продуктах.

4. Нарушение гигиенических правил использования в растениеводстве удобрений, оросительных вод, твёрдых и жидких отходов промышленности и животноводства, коммунальных и других сточных вод, осадков очистных сооружений и т.д. Несоблюдение агротехнических и гигиенических регламентов применения удобрений приводит к чрезмерному насыщению их в почве, растениях, они загрязняют продовольственное сырье и пищевые продукты, оказывая токсическое действие на организм человека. Сточные воды в зависимости от происхождения могут содержать различные биологические и химические загрязнители. Особую опасность представляют тяжелые металлы и нерасщепляющаяся органика. Сточные воды могут содержать высокий уровень кишечных патогенов: вирусов, бактерий, простейших и гельминтов. Передача инфекций осуществляется через использование в прудовых хозяйствах недостаточно очищенных сточных вод, при попадании в рацион сырой и термически не обработанной рыбы или водных растений.

5. Использование в животноводстве и птицеводстве неразрешённых кормовых добавок, консервантов, стимуляторов роста, профилактических и лечебных медикаментов или применение разрешённых добавок и т.д. в повышенных дозах. В качестве кормовых добавок в животноводстве применяются белково-витаминные концентраты (БВК), полученные путем микробиологического синтеза, которые не должны содержать афлотоксины, патогенную мик-

рофлору и живые дрожжевые клетки. Содержание антибиотиков в продуктах в количествах, превышающих допустимые нормы, может оказать аллергическое действие.

6. Миграция в продукты питания токсических веществ из пищевого оборудования, посуды, инвентаря, тары, упаковок вследствие использования неразрешённых материалов. Для указанных целей нередко используются полимерные материалы, которые соприкасаются с продовольственным сырьём и пищевыми продуктами. В настоящее время в пищевой промышленности и общественном питании находят применение полимерные материалы, компоненты которых могут мигрировать в пищевой продукт: поливинилхлорид и сополимеры винилхлорида, полистирол и сополимеры стирола, АБС-пластики, органическое стекло типа «дакрил», сополимеры метилметакрилата со стиролом, полиамиды, полимерные материалы на основе эпоксидных смол, полимеры, полученные на основе фенола, полиолефины, резины, фторопласты, поликарбонаты, полиуретаны, материалы на основе целлюлозы и некоторые традиционные материалы.

7. Образование в пищевых продуктах эндогенных токсических соединений в процессе теплового воздействия, кипячения, жарения, облучения и других способов обработки. Особую опасность составляет возникающий в процессе жарения и копчения бенз(а)пирен, который является сильнейшим канцерогеном, поэтому необходимо строго соблюдать технологию переработки продовольственного сырья и приготовления пищевых продуктов.

8. Несоблюдение санитарных требований в технологии производства и хранения пищевых продуктов (микотоксины, ботулотоксины и др.). Микотоксины представляют собой метаболиты микроскопических грибов, вызывающих у человека острые и хронические интоксикации и являющиеся сильными канцерогенами. Наиболее изучены афлотоксины, которые обнаруживаются во многих злаках, орехах, кофе, молоке, яйцах, мясе и в некоторых овощах. Пищевые микотоксикозы вызывают и яды гриба *Fusarium sporotrichiella*, которые интенсивно заражают длительно хранившиеся пищевые культуры. Вспышки интоксикаций обычно наблюдают весной и в начале лета после употребления в пищу продуктов из перезимовавших злаковых культур. Токсины гриба *Fusarium graminearum* вызывают отравления «пьяным хлебом» – оказывают нейротропное действие по типу алкогольного опьянения.

9. Поступление в продукты питания токсичных веществ, в том числе радионуклидов, из среды – атмосферного воздуха, почвы, водоёмов [4]. Так, выхлопные газы автомобилей содержат свинец, который оседает на почвы близ автострад, а неконтролируемые производственные стоки – растворимые соли тяжёлых металлов (амальгамная металлургия, свинцовое производство и др.), загрязняющие поля и водоёмы. Например, в мясе рыб обнаруживается большое содержание ртути. В питьевой воде, используемой при приготовлении пищи, – мышьяк, вызывающий у человека в дозах 0,3–2,2 мг/л хроническую интоксикацию. Источниками радионуклидов, загрязняющих продовольствие через окружающую среду, являются АЭС, суда и космические аппараты, ис-

пользующие ядерное топливо, а также военные объекты, опытные и рентгеновские установки.

Обеспечение безопасности продовольственных товаров растительного происхождения осуществляется путём технологически грамотной переработки сырья, совершенствования процессов перевозки, хранения, реализации и потребления, отвечающих установленным требованиям безопасности. Мировой рынок безопасных и экологически чистых продуктов питания бурно развивается, ежегодные темпы его роста в развитых странах составляют 20–30%. Россия пока является аутсайдером на рынке экологически чистых продуктов, хотя обладает огромным потенциалом для развития в этом направлении.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Товароведение продовольственных товаров с основами микробиологии, санитарии и гигиены: Учеб. пособие / Л.С. Микулович. - Мн.: Выш. шк., 2002.- 429 с.

2. Жидкин В.И., Сёмушев А.М. Основные загрязнители продовольственного сырья и пищевых продуктов. Вторые чтения памяти профессора О.А. Зауралова: Материалы научной конференции (Саранск 12 мая 2010г) – Саранск, 2010. – 96 с.

3. Голубев В.Н. Пищевые и биологически активные добавки: Учеб. для студ. высш. учеб. завед. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 208 с.

4. Позняковский В.М. Гигиенические основы питания, качество, безопасность и экспертиза пищевых продуктов: Учебник, 5е изд., испр. и доп. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2007. – 455 с.

УДК 581.1

### **РОЛЬ $\beta$ -ГАЛАКТОЗИДАЗЫ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ВТОРИЧНОЙ КЛЕТОЧНОЙ СТЕНКИ ФЛОЭМНЫХ ВОЛОКОН ЛЬНА**

Н.Н. Ибрагимова, Н.Е. Мокшина, М.В. Агеева, Т.А. Горшкова  
*Учреждение Российской академии наук Казанский институт биохимии и биофизики Казанского научного центра РАН, Казань*

В настоящее время наших познаний еще недостаточно для объяснения молекулярных процессов, посредством которых идет формирование вторичных клеточных стенок (ВКС). Имеются отрывочные косвенные сведения, что формирование клеточной стенки основано не только на спонтанном взаимодействии полисахаридов в специфическом микроокружении, но и на участии неохарактеризованных пока белков [1]. Ранее нами было показано, что высокомолекулярный галактан, синтезируемый только при формировании ВКС волокна льна, экстрагируется вместе с  $\beta$ -галактозидазой и может быть нативным субстратом для фермента [2]. Наличие, наряду с высокомолекулярным галак-

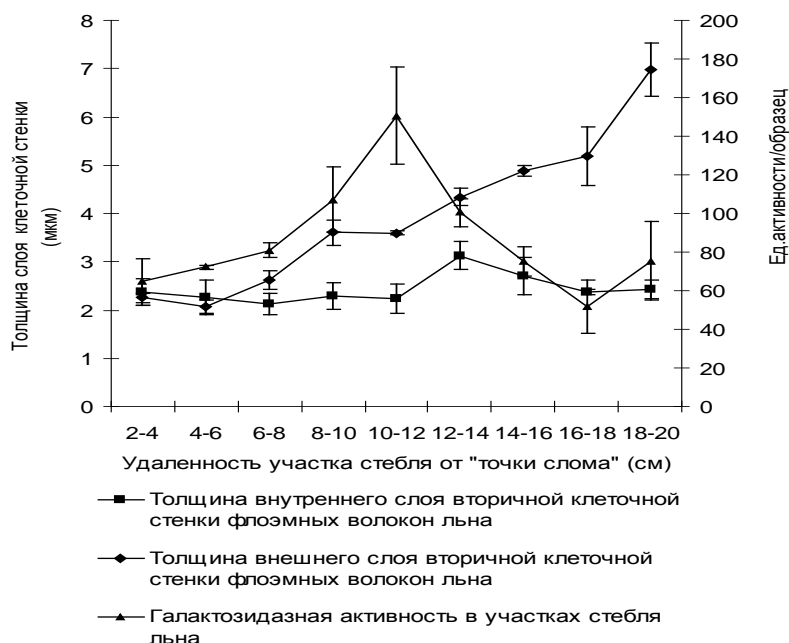


таном, галактана, прочно связанного с целлюлозой, с меньшей на порядок молекулярной массой и с меньшим содержанием галактозы [3], предполагает модификации данного высокомолекулярного полисахарида в процессе формирования ВКС. С помощью полученных нами антител мы выявили локализацию исследуемого фермента, который обнаруживался главным образом в незрелом (внутреннем) слое ВКС [4]. В данном исследовании мы оценивали  $\beta$ -галактозидазную активность, свободную галактозу и толщину слоев ВКС непосредственно в тех участках стебля льна, где в волокнах активно формируется ВКС, что позволит приблизиться к пониманию значимости галактозидазной активности и роли галактозидаз при формировании ВКС желатинозного типа.

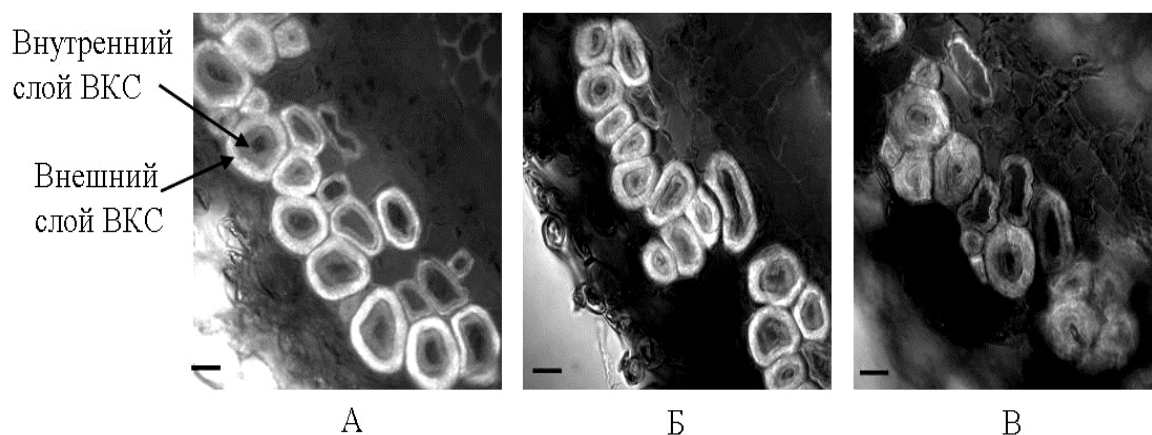
Объектом исследований служили растения льна-долгунца (*Linum usitatissimum* L.) сорта Могилевский. Растения выращивали в условиях вегетационного опыта в ящиках со слоем почвы 50 см на открытом воздухе при естественном освещении и ежедневном поливе. В качестве ориентира для фиксации образцов выбиралось положение на стебле «точки слома», служащей маркером перехода волокон от стадии интрузивного удлинения (выше «точки слома» (ВТС)) к стадии формирования ВКС (ниже «точки слома» (НТС)) [5]. Участок стебля НТС разделяли на внешнюю волокнистую и внутреннюю ксилемную части, либо фиксировали целиком, на стадии быстрого роста растений (30 дней после посева). Для определения  $\beta$ -галактозидазной активности с помощью *o*-нитрофенил- $\beta$ -D-галактопиранозид использовали участки стебля длиной 2 см ВТС и НТС до гипокотыля. Для обработки срезов флуорогенным субстратом и анализа методами микроскопии фиксировали участки стебля, отобранные в средней части отрезков стебля ВТС и НТС. Статистический анализ данных проводили с применением стандартных математических методов пакета программы Microsoft Excel-2003. Количество биологических повторностей – 3, аналитических – 2-3. При измерении галактозидазной активности использовали *o*-нитрофенил- $\beta$ -D-галактопиранозид по методу В. Dorico [6] с модификациями [2]. Для измерения толщины КС срезы получали с помощью лезвия в середине 2 см участков НТС и смотрели под световым микроскопом NU-2 (Zeiss). Толщину слоев анализировали с помощью программного обеспечения AimImageBrowser. Окрашивали срезы с помощью флуорогенного субстрата резорфин- $\beta$ -D-галактопиранозид, растворенного в ДМСО до 10 мМ, затем в фосфатном буфере (рН 7.4). Концентрация рабочего раствора составляла 10 мкМ. Раствор (10 мкл) капали на срезы толщиной 100 мкм без фиксации, через 5 минут без отмывки просматривали на конфокальном лазерном микроскопе LSM 510 Meta (Carl Zeiss). Для регистрации использовали HeNe-лазер с длиной волны возбуждения 543 нм и запирающим фильтром 560-615 нм. Контрольные срезы не обрабатывали субстратом, либо после добавления субстрата выдерживали 15 мин при 90°C. Для определения свободной галактозы пробы гомогенизировали жидким азотом с последующим добавлением 50 мМ К-фосфатного буфера, рН 7.0. Гомогенат центрифугировали в течение 5 мин при 8000 об/мин и фильтровали. Моносахара-

ридный анализ гомогената проводили методом высокоэффективной анионо-обменной хроматографии [2].

При оценке галактозидазной активности по отдельности в ксилемной части и флоэмной (существенную часть которой составляют волокна), а также в эпидермисе, было установлено, что реальный вклад в повышение галактозидазной активности НТС вносят лишь волокна. Таким образом, при измерении активности вдоль всего стебля оценивали активность преимущественно в КС волокна, т.к. после обработки поперечных срезов флуорогенным субстратом  $\beta$ -галактозидазная активность была сосредоточена главным образом в ВКС волокон. После резкого увеличения галактозидазной активности в участках стебля в районе «точки слома» она не оставалась на том же уровне, а продолжала расти и достигала максимума приблизительно в средней части стебля, а затем начинала снижаться (рис.1). Такая тенденция наблюдалась и в содержании свободной галактозы: оно резко увеличивалось в участке стебля в районе «точки слома», затем постепенно увеличивалось и достигало максимального значения в тех же участках стебля, где фиксировали наибольшую  $\beta$ -галактозидазную активность. Известно, что в ходе формирования ВКС происходит интенсивная модификация отложенных слоев: сначала откладывается темный (внутренний) слой, который трансформируется в светлый слой (внешний), за счет чего толщина светлого слоя в ходе развития волокна постоянно увеличивается. В зрелых волокнах внутренний слой полностью исчезает, целиком трансформируясь в светлый слой [5]. Наличие внутреннего и наружного слоев ВКС волокна четко видно на срезах для световой микроскопии (рис.2), что позволило нам, не прибегая к более трудоемкому методу электронной микроскопии, проследить, как изменяется толщина КС и толщина каждого составляющего ее слоя по мере созревания волокна вдоль стебля. Показано, что именно в середине стебля отмечается и максимальная толщина внутреннего



**Рисунок 1.** Динамика изменения  $\beta$ -галактозидазной активности и толщины слоев ВКС флоэмных волокон льна на разных стадиях их развития



**Рисунок 2.** Слои ВКС флоэмных волокон льна на разных стадиях их развития: А – 2-4 см от «точки слома»; Б – 12-14 см от «точки слома»; В – 18-20 см от «точки слома». Масштабная линия – 10 мкм.

слоя вторичной клеточной стенки волокна. И как видно из рис.1, после проявления максимальной галактозидазной активности наблюдается более четкое перераспределение толщины внутреннего и внешнего слоев ВКС. Этот эффект нам удалось заметить немного ниже середины стебля, по всей видимости, потому что на этой стадии идет не просто активная фаза формирования зрелого внешнего слоя, но имеет место ослабление синтеза полисахаридов, сопровождающееся уменьшением внутреннего слоя. Данные результаты подтверждают нашу гипотезу о том, что высокомолекулярный галактан, находясь в составе внутреннего слоя, частично подвергается действию галактозидаз до уменьшения молекулярного веса [3] и, возможно, до изменения конформации. Свободная галактоза, образовавшаяся при тримминговании цепочек галактана, по всей видимости, является важным компонентом слоев ВКС и, возможно, необходима для усиления сцепления составляющих стенку полисахаридов. Таким образом, для функционирования КС желатинозного типа необходимы активные метаболические процессы, ключевым элементом которых является  $\beta$ -галактозидаза, которая участвует в трансформации слоев и окончательной упаковке ВКС. Обнаружение аналогичного фермента в волокнах желатинозного типа у растений различной таксономической принадлежности и в волокнах различного происхождения [4] говорит о наличии у них сходных механизмов формирования КС и делает выявленные на примере волокон льна закономерности более общими.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Горшкова Т.А. Растительная клеточная стенка как динамичная система. М.: Наука, 2007. 429 с.
2. Микшина П.В., Чемикосова С.Б., Мокшина Н.Е., Ибрагимова Н.Н., Горшкова Т.А. Свободная галактоза и галактозидазная активность в волокнах льна на разных стадиях формирования // Физиология растений. 2009. Т. 56. С. 1-11.

3. Gurjanov O.P., Ibragimova N.N., Gnezdilov O.I., Gorshkova T.A. Polysaccharides, Tightly Bound to Cellulose in Cell Wall of Flax Bast Fibre: Isolation and Identification // Carbohydr. Polym. 2008. V. 72. P. 719-729

4. Мокшина Н.Е., Ибрагимова Н.Н., Сальников В.В., Аменицкий С.И., Горшкова Т.А. Галактозидаза растительных волокон с клеточной стенкой желатинозного типа: идентификация и локализация // Физиология растений. 2011 (в печати).

5. Сальников В.В. Структурно-функциональная характеристика клеточных стенок в растительных тканях, специализированных на интенсивном синтезе целлюлозы: Автореф. дисс... докт. биол. наук. СПб. 2005. 47 с.

6. Dopico B., Nicholas G., Labrador E. Partial-purification of cell-wall beta-galactosidases from *Cicer arietinum* epicotyls – relationship with cell wall autolytic processes // Physiologia Plantarum. 1989. V. 75. P. 458–464.

УДК 582.47:502.75(470.345)

## **ИЧАЛКОВСКИЙ БОР КАК ОБЪЕКТ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ОХРАНЫ В БАССЕЙНЕ РЕКИ ПЬЯНЫ**

А.А. Ивашина, Т.Б. Силаева

ГОУВПО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева», г. Саранск

Ичалковский бор – охраняемая природная территория в Нижегородской области, расположенная возле с. Ичалки Перевозского района. В 1963 г. урочище Ичалковский бор площадью 936 гектаров отнесено к категории особо ценных лесов в почвозащитном отношении. В 1965 г. взяты под охрану его пещеры и карсты как достопримечательный природный объект. В 1971 г. организован Ичалковский заказник площадью 10650 гектаров [1]. В состав заказника вошли Ичалковский бор, участки поймы реки Пьяны, прилегающие поля и перелески. В южной части Ичалковского бора на площади около 350 гектаров наблюдается массовое развитие карстовых форм рельефа. Всего известно более тысячи карстовых явлений и объектов. Это многочисленные провалы в виде мелких и крупных воронок глубиной до 25–30 м, карстовые лога, гроты, пещеры, рвы, скалы. Карстообразование обусловлено близостью к поверхности растворимых горных пород карбонатного и сульфатного ряда – доломитов и доломитизированных известняков. Провалы скрыты от солнечных лучей сводом леса, что создает в них своеобразный микроклимат. На дне провалов в жаркие летние дни удерживается температура всего 1–2°C, на каменных стенах выступает иней. Такие климатические особенности позволили сохраниться в Ичалковском бору некоторым нехарактерным растениям [2].

Удивительное своеобразие растительного мира бора впервые было описано Нижегородской геоботанической экспедицией. По меткому выражению

В.В. Алехина, «... бор под Ичалками ... – это пятно горно-таежного типа в степной оправе...» [3].

Во время ботанических исследований Ичалковского бора в 30-е годы XX столетия зарегистрировано 180 видов высших сосудистых растений. Особый интерес представляет обнаруженный здесь А.Д. Смирновой в 1935 году типично горный, реликтовый вид папоротника – *Asplenium viride* Huds. Это одно из немногих местонахождений вида на Русской равнине [4].

Ичалковский бор сочетает сосновые, широколиственные и смешанные леса, в которых *Pinus sylvestris* L. занимает около 25% древостоев. Значительные площади покрыты лиственными растениями: *Betula pendula* Roth, *Quercus robur* L. (около 10–12% площади), *Tillia cordata* Mill., *Ulmus laevis* Pall., *Fraxinus excelsior* L. и другие. Основу подлеска составляют кустарники: *Frangula alnus* Mill., *Padus avium* Mill., *Corylus avellana* L., *Lonicera xylosteum* L.. Наряду с обитателями дубрав, встречаются таёжники и южные растения лесостепи: *Dracosephalum ruyschiana* L., *Vincetoxicum hirundinaria* Medik.

Здесь отмечено большое число редких видов, занесенных в Красные книги Российской Федерации (*Stipa pennata* L., *Cypripedium calceolus* L., *C. macranthos* Sw., *Cephalanthera rubra* (L.) Rich., *Epipogium aphyllum* (F. Schmidt) Swartz. ) и Нижегородской области (*Cerasus fruticosa* Pall., *Asplenium viride*, *Cystopteris sudetica* A. Br. et Milde, *Lilium martagon* L., *Diplasium sibiricum* (Turcz. ex G. Kunze) Kurata, *Gymnocarpium robertianum* (Hoffm.) Newm, *Polystichum braunii* (Spenn.) Fee., *Cypripedium guttatum* Swartz. [5, 6].

К сожалению, в настоящее время не удастся подтвердить произрастание некоторых растений, например *Cystopteris sudetica* A. Br. et Milde, *Polystichum braunii* (Spenn.) Fee, *Botrychium virginianum* (L.) Sw., *Cephalanthera rubra* (L.) Rich., *Actaea erythrocarpa* Fisch. Во время ранневесенней и кратковременной экскурсии нами отмечены *Cystopteris fragilis* (L.) Bernh., *Oxalis acetosella* L., *Viola selkirkii* Pursh ex Goldie (12.05.1983, Т. Силаева – все GMU).

Ичалковский бор – далеко не познанный феномен природы. Своеобразие растительного мира Ичалковского бора заставляет признать эту территорию западного Межпьянья одним из интереснейших мест Нижегородской области и России в целом. Уникальный комплекс живой и неживой природы Ичалковского бора имеет большое научное и общекультурное значение. По результатам анализа репрезентативности и полноты существующей системы Федеральных особо охраняемых природных территорий в 2009 г. Ичалковский бор рассматривается как перспективная ООПТ федерального значения. Предложено охрана территории в статусе заповедника [7].

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Особо охраняемые природные территория Нижегородской области (по состоянию на 1 марта 1997 года). Бакка А.И., Бакка С.В. – Нижний Новгород: Экологический центр «ДронТ», 1997. – 67 с.

2. Природа Горьковской области. Горький, Волго-Вятское книжное кн. изд-во, 1974. – 416 с.

3. Алехин В.В. Главнейшие результаты геоботанических исследований юго-востока Нижегородской губернии в 1925 году // Производительные силы Нижегородской губернии. – Н. Новгород, 1926. Вып. 3: Тр. Второй губ. конф. по изуч. производительных сил Нижегородской губ. – С. 191–197.

4. Маевский П.Ф. Флора средней полосы Европейской части России / П.Ф. Маевский. – 10-е изд. – М.: КМК, 2006. – 600 с.

5. Красная книга Нижегородской области. Т. 2.: Сосудистые растения, водоросли, лишайники, грибы. – Нижний Новгород. 2005. – 328 с.

6. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). – М. : Товарищество научных изданий КМК, 2008. – 855 с.

7. Особо охраняемые природные территории России: современное состояние и перспективы развития, авторы-составители В.Г. Кревер, М.С. Стишов, И.А. Онуфрениа. М. : WWF Россия, 2009. – 455 с.

УДК580:502.7

## РАСПРОСТРАНЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ЭНДЕМИЧНЫХ ВИДОВ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ПРИВОЛЖСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

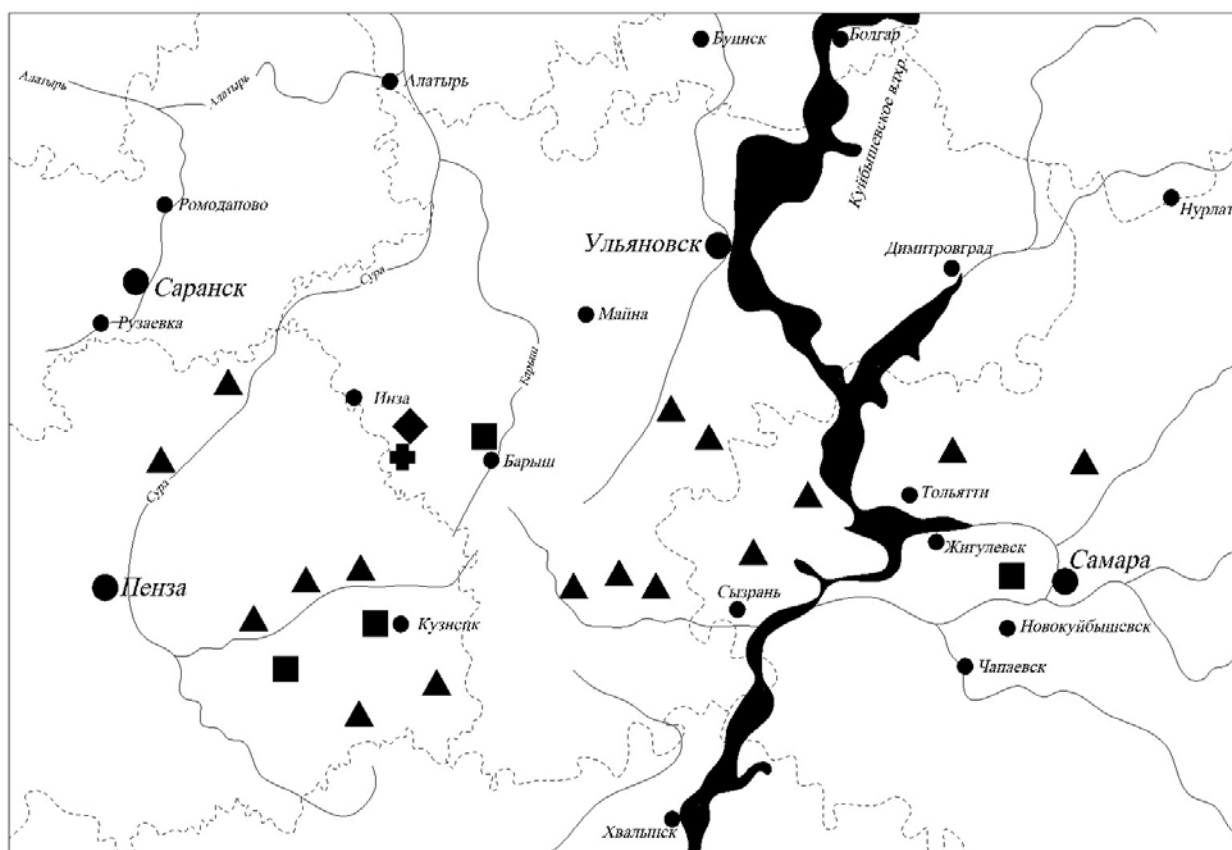
Е.Ю. Истомина

Ульяновский государственный педагогический университет им. И.Н. Ульянова, Ульяновск

Наиболее интересными во флоре являются реликтовые и эндемичные виды. По данным В. М. Васюкова, на территории Приволжской возвышенности произрастает 38 эндемичных и субэндемичных видов, придающих флоре своеобразие. Обычно они встречаются редко и связаны с особенностями геологического строения территории [3].

В ходе исследований, проводимых в центральной части Приволжской возвышенности в бассейне р. Инзы зарегистрировано 16 реликтовых и 3 эндемичных вида, что составляет 1,86 % от флоры бассейна. К эндемичным видам относятся *Dianthus volgicus* Juz., *Rosa glabrifolia* С. А. Mey ex Rupr. и *Alchemilla exilis* Juz.

*Alchemilla exilis* – представитель семейства *Rosaceae*. Распространение этого лесостепного вида на территории Приволжской возвышенности изучено слабо [2]. Он произрастает преимущественно на открытых местах, полянах и опушках. В Пензенской области известно два местонахождения: 1) по реке Медаевке Камешкирского района [11]; 2) в г. Кузнецке Кузнецкого района [10]. В Самарской области *Alchemilla exilis* указана впервые С. В. Саксоновым на лугах, опушках, полянах Самарской Луки [9], но, к сожалению, без точного местонахождения. В Ульяновской области *Alchemilla exilis* известна из одного пункта к северу от г. Барыш Барышского района, на широкой поляне в сосновом лесу, 10.06.1955 г., Лапшинская, Штрымова, Савина (UPSU) (рис.).



**Рисунок.** Карта-схема распространения *Alchemilla exilis* Juz. и *Dianthus volgicus* Juz. в центральной части Приволжской возвышенности:

- - местонахождения *Alchemilla exilis* Juz., известные по данным 1931–2005 г.;
- ◆ - находка *Alchemilla exilis* Juz. 2010 г.;
- ▲ – ранее известные местонахождения *Dianthus volgicus* Juz.;
- ⊕ - находка *Dianthus volgicus* Juz. 2010 г.

Новое местонахождение *Alchemilla exilis* обнаружено нами в 2010 г. на территории бассейна р. Инзы на пойменном лугу р. Кувай в окрестностях р.п. Базарный Сызган Ульяновской области. Луг используется под выпас, замусорен, весной часто выгорает. Для сохранения эндемичного вида необходимо организовать охрану естественных местообитаний.

К волжско-западносибирским эндемикам из семейства *Rosaceae* на территории бассейна р. Инзы относится *Rosa glabrifolia* – бореально-неморальный лесостепной вид, приуроченный к степным и пойменным лугам, разреженным лесам, полянам и опушкам, остепненным склонам. Он крайне неравномерно распространен в центральной части Приволжской возвышенности. В Пензенской области вид отмечен только на юге Вороно-Хоперского флористического района, в юго-западных районах области [2], а в Самарской области встречается одиночными особями и небольшими группами во всех районах [9].

В Ульяновской области распространение вида изучено недостаточно. В гербарии Ульяновского педагогического университета (UPSU) хранятся сборы *Rosa glabrifolia* из окрестностей с. Калиновка Николаевского района и 5 км южнее с. Прасковьино этого же района, сделанные Н. С. Раковым в 1991 г.

Шиповник гололистный произрастал группами на меловых обнажениях и крутых склонах оврага. На территории бассейна р. Инзы *Rosa glabrifolia* найдена в июне 2009 г. в г. Инза Инзенского района Ульяновской области, на опушке сосново-березового леса. Обнаружена небольшая группа из 5 взрослых кустов высотой 70–150 см, которые цветут и плодоносят и 10–15 молодых кустов послевого происхождения, не превышающих 50–70 см.

Второе местонахождение *Rosa glabrifolia* обнаружено в окрестностях с. Субботино Никольского района Пензенской области на территории урочища «Субботинские склоны». В этом богатом степными видами урочище шиповник гололистный встречался изредка, небольшими группами по 3–5 кустов. Высота взрослых особей не превышала 50–70 см. Отдельные кусты обнаружены на крутых каменистых склонах с подвижным субстратом почти полностью лишенной растительности, а так же на участках ковыльно-разнотравной степи, совместно со *Spiraea crenata* и *Rosa majalis*.

К субэндемикам – видам, чьи ареалы расположены в пределах Приволжской возвышенности и отчасти выходят на ближайшие смежные территории, относится *Dianthus volgicus*. Этот редкий уязвимый вид включен в региональные Красные книги Пензенской [5] (приводится как *D. arenarius* L.), Самарской [6], Ульяновской [7] областей. Растет по открытым песчаным местообитаниям: разреженным соснякам, степям. На территории Пензенской области *Dianthus volgicus* не указывается, но, как отмечают В. М. Васюков и Л. А. Новикова [4], произрастающие в области растения из группы *Dianthus arenarius* L. s. l., по видимому, принадлежат и к *D. volgicus*. Вид отмечен в Городищенском, Кузнецком, Лунинском, Неверкинском, Никольском, Сосновоборском районах (рис.). В Самарской области *Dianthus volgicus* является редким видом, встречается преимущественно в правобережных районах: Красноярском, Сызранском, Шигонском, Ставропольском. В Самарской области находится *locus classicus* этого вида: Муранский бор, с. Сытовка Сызранского района по образцам С. И. Коржинского [8].

На территории Ульяновской области *Dianthus volgicus* тяготеет к северным, восточным, юго-восточным и южным лесостепным и степным районам, где может достигать в подходящих местообитаниях большого обилия. Наиболее крупные популяции встречаются в Тереньгульском (к северу-востоку от с. Красноборск, к югу от с. Михайловка), Николаевском (к югу от с. Прасковьино и с. Канадей), Новоспасском (к северу-востоку от р.п. Новоспасское), Ульяновском (к югу от с. Большие Ключищи) районах (рис. 1).

Нами обнаружено новое местонахождение *Dianthus volgicus* в 0,5 км северо-западнее от с. Аристовка Инзенского района Ульяновской области. Для западных лесных районов области этот вид приводится впервые. На возвышенных участках и склонах долины р. Инзы травостой образован степными злаками – *Festuca valesiaca*, *Koeleria cristata*, *Stipa capillata*, *S. pennata*, *Phleum phleoides*. Лугово-степное разнотравье составляют *Ranunculus polyanthemus*, *Galium verum*, *Fragaria viridis*, *Filipendula vulgaris*, *Trifolium alpestre*, *Thymus marschallianus*, *Salvia stepposa*, и др. Популяция гвоздики волжской представ-



лена небольшими группами по 3–6 особей, занимающими общую площадь около 10 м<sup>2</sup> на остепненной опушке соснового леса. Здесь *Dianthus volgicus* произрастает совместно с другими редкими представителями этого рода – *D. arenarius* и *D. versicolor*.

Эндемичные растения центральной части Приволжской возвышенности должны подлежать первоочередной охране как носители редчайшего и неповторимого генофонда [1]. Поэтому выявление новых местонахождений эндемичных видов имеет большую научную ценность. Их охрана неразрывно связана с сохранением в неприкосновенности растительных сообществ, в составе которых они обитают, а также соответствующих этим сообществам элементов геологического ландшафта.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Благовещенский В.В. Реликтовые и эндемичные растения во флоре Ульяновской области / В. В. Благовещенский, Н. С. Раков // Природа Симбирского Поволжья: Сборник научных трудов. Вып. 1. Ульяновск: УлГТУ, 2000. – С. 62–67.
2. Васюков В.М. Растения Пензенской области / В. М. Васюков. – Пенза : Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2004. – 184 с.
3. Васюков В.М. Эндемичные растения Приволжской возвышенности / В.М. Васюков // Раритеты флоры Волжского бассейна: доклады участников российской научной конференции (г. Тольятти, 12–15 октября 2009 г.) / Под ред. С. В. Саксонова и С. А. Сенатора. Тольятти: Кассандра, 2009. – С. 23 – 25.
4. Васюков В. М. *Dianthus volgicus* Juz. (Caryophyllaceae) – эндемичный вид Среднего Поволжья / В. М. Васюков, Л. А. Новикова // Поволжский экологический журнал. 2008. № 3. – С. 218 – 221.
5. Красная книга Пензенской области. – Т.1: Растения и грибы. – Пенза, 2002. – 160 с.
6. Красная книга Самарской области (растения) / Под науч. ред. С. В. Саксонова. Ульяновск: УлГУ, 2005. Т. 2. 220 с.
7. Красная книга Ульяновской области / Под науч. ред. Е. А. Артемьевой, О. В. Бородина, М. В. Корепова, Н. С. Ракова; Правительство Ульяновской области. – Ульяновск : Изд-во «Артишок», 2008. – 508 с.
8. Плаксина Т. И. Конспект флоры Волго-Уральского региона / Т. И. Плаксина. – Самара : Изд-во «Самарский университет», 2001. – 388 с.
9. Саксонов С. В. Ресурсы флоры Самарской Луки / С. В. Саксонов. – Самара : Изд-во Самарского научного центра РАН, 2005. – 416 с.
10. Солянов А. А. Флора Пензенской области / А. А. Солянов. – Пенза : ИПК «Пензенская правда», 2001. – 310 с.
11. Юзепчук С.В. *Alchemilla* / С. В. Юзепчук // Флора Юго-Востока Европейской части СССР. Л., 1931. – Вып. 5. – С. 498 – 550.

**РЕДКИЕ ВИДЫ ФЛОРЫ ЛЬВОВСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА  
НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «СМОЛЬНЫЙ»**

О.С. Каноркина, Г.Г. Чугунов, А.А. Хапугин

*ГОУВПО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева», г. Саранск*

Одной из важнейших задач планетарного масштаба является сохранение биологического разнообразия. Изучение биоты, выявление редких и исчезающих видов в нее входящих, публикация Красных книг сами по себе не обеспечивают выполнение этой важной задачи. Этой цели служат особо охраняемые природные территории (ООПТ). Залогом их правильного функционирования является постоянный мониторинг за состоянием организмов [1, 2].

Одной из важнейших ООПТ федерального значения Республики Мордовия является сформированный в 1995 г. национальный парк «Смольный», имеющий площадь 36500 га и частично охватывающий территорию Ичалковского и Большеигнатовского районов [3]. Флористические исследования коснулись прежде всего изучения флоры, в том числе редких видов. Однако обобщающих работ, иллюстрирующих видовой состав раритетного компонента флоры в отдельных лесничествах, не проводилось.

Нами были обобщены данные флористических работ прошлых лет по флоре лесничества [4–6] с учетом собственных исследований относительно видов основного списка Красной книги Республики Мордовия [7]. Всего в его состав вошло 170 видов сосудистых растений: 2 вида плаунов, 1 – хвощей, 4 – папоротниковидных, 1 – голосеменных, 162 – покрытосеменных растений. Из них 14 являются объектами общегосударственной охраны, так как входят в Красную книгу РСФСР. Из них на территории Львовского лесничества произрастают 8 видов, вошедших в основную часть издания, а также 32 вида, включенных в список редких и уязвимых видов сосудистых растений, нуждающихся в постоянном контроле и наблюдении [8].

Ниже приводятся сведения о местонахождении редких и исчезающих растений основного списка Красной книги Мордовии в виде аннотированного списка с указанием кварталов, на территории которых они зарегистрированы. Виды дополнительного списка приводятся общим списком без указания находок. Роды расположены по системе А. Энглера, виды внутри родов – по латинскому алфавиту видовых эпитетов. Приводятся латинское и русское названия. Виды, местоположение популяций которых зафиксировано с помощью GPS-навигатора и включено в базу, отмечены символом «GPS» наряду с указанием индекса гербария. После русского названия указывается категория редкости принятая в Красной книге Республики Мордовия. Для видов основного списка: 0 – вероятно, исчезнувшие с территории Республики Мордовия полностью; 1 – исчезающие виды, численность которых уменьшилась до критического уровня и/или места их обитания подверглись столь существенным изменениям, что

выживание мало вероятно, если сохранится воздействие факторов, представляющих для них угрозу; 2 – уязвимые виды с неуклонно сокращающейся численностью, которые при дальнейшем действии неблагоприятных факторов могут быстро попасть в категорию исчезающих; 3 – редкие виды, характеризующиеся повышенной уязвимостью из-за того, что популяции их в республике невелики и распространены на ограниченной территории либо на значительных территориях, но с очень низкой плотностью; 4 – неопределенные виды, популяции которых могут быть отнесены к одной из предыдущих категорий, но сведения об их современном состоянии недостаточны для точного определения их статуса; 5 – восстанавливаемые и восстанавливающиеся виды, численность и распространение которых под воздействием естественных факторов и/или как результат принятых мер начали восстанавливаться (виды с таким статусом в Республике Мордовия отсутствуют).

Категории дополнительного риска: 1\* – красивоцветущие и другие декоративные растения, страдающие от рекреационной нагрузки; 2\* – виды, приуроченные к специфическим биотопам, спорадичность и редкая встречаемость которых объясняется малой распространенностью этих экотопов, однако на них популяции видов стабильны и многочисленны; 3\* – виды, находящиеся близ границ своих ареалов, но состояние их популяций не вызывает опасений; 4\* – важные в хозяйственном отношении виды, сокращающие свою численность по причине неконтролируемой эксплуатации их ресурсов; 5\* – виды с неясным систематическим статусом; 6\* – виды, сведения о распространении которых на территории Мордовии крайне скудны, не подкреплены гербарными сборами или ограничиваются сообщениями отдельных лиц или сведениями литературы; 7\* – редкие антропофиты, в том числе редкие сорно-рудеральные.

*Juniperus communis* L. – Можжевельник обыкновенный (2). кв. 52, 11 выдел (GMU); кв. 59 (GPS, наблюдение).

*Cinna latifolia* (Trev.) Griseb. — Цинна широколистная (3). кв. 13 (GMU); кв. 59 (GMU; GPS).

*Platanthera chlorantha* (Cust.) Reichenb. – Любка зеленоцветковая (2). Часто, во многих кварталах. На исследуемой территории – массовый вид.

*Dianthus superbus* L. – Гвоздика пышная (2). Изредка в пойме р. Калыша (наблюдения).

*Lunaria rediviva* L. — Лунник оживающий (2). Очень редко, кв. 31.

*Bupleurum aureum* (Hoffm.) Fisch. ex Hoffm. — Володушка золотистая (2). Очень редко. 4 км севернее д. Обрезки (MW, GMU).

*Orobanche pallidiflora* Wimm. et Grab. — Заразиха бледноцветковая (4). кв. 52 – единственное местонахождение в национальном парке «Смольный».

*Helichrysum arenarium* (L.) Moench – Цмин песчаный (2). кв. 69 и 70 (GPS).

*Cystopteris fragilis* (L.) Bernh., *Phegopteris connectilis* (Michx.) Watt, *Botrychium multifidum* (S. G. Gmel.) Rupr., *Lycopodium annotinum* L., *Picea abies* L., *Festuca altissima* All., *Scirpus radicans* Schkuhr, *Eleocharis ovata* (Roth) Roem. et Schult., *Carex remota* L., *Calla palustris* L., *Convallaria majalis* L., *Plat-*

*anthera bifolia* (L.) Rich., *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soó, *Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soó, *Trollius europaeus* L., *Corydalis marschalliana* (Pall. ex Willd.) Pers., *C. solida* (L.) Clairv., *Sisymbrium strictissimum* L., *Dentaria quinquefolia* Bieb., *Prunus spinosa* L., *Oxalis acetosella* L., *Circaea alpina* L., *Pyrola chlorantha* Sw., *Fraxinus excelsior* L., *Gentiana amarella* L., *Pulmonaria obscura* Dumort., *Dracocephalum ruyschiana* L., *Origanum vulgare* L., *Mentha longifolia* (L.) Huds., *Utricularia minor* L., *Campanula latifolia* L., *C. persicifolia* L., *C. trachelium* L.

Таким образом, на территории Львовского лесничества зарегистрировано 6 видов с категорией редкости «2» (уязвимый вид) и по 1 виду – с категориями «3» (редкий вид) и «4» (неопределенный вид). Находки редких видов на территории Львовского лесничества очень малочисленны. Более того, местонахождение *Vupleurum aureum* указано очень приблизительно и требует повторных сборов. Необходимы специальные флористические исследования распространения видов Красной книги на данной территории. На наш взгляд, они в первую очередь должны коснуться овражно-балочной сети, к которой могут быть приурочены виды папоротников, осок, бореальных злаков.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Малышев Л. И. Стратегия и тактика охраны флоры / Л. И. Малышев // Бот. журн. – 1980. – Т. 65, № 6. – С. 875–885.
2. Особо охраняемые природные территории Республики Мордовия. Статус, общая характеристика, растительность, животный мир / В. И. Астрадамов, Л. Д. Альба, Т. Б. Силаева [и др.]. – Саранск: Мордов. кн. изд-во, 1997. – 152 с.
3. Мордовский национальный парк «Смольный» / А. А. Ямашкин, Т. Б. Силаева, Л. Д. Альба [и др.] ; НИИ регионологии при Мордов. ун-те. – Саранск, 2000. – 88 с.
4. Чугунов Г. Г. Флора бассейна реки Алатырь: Дис... канд. биол. наук. / Г. Г. Чугунов. – Саранск, 2002. – 454 с.
5. Кирюхин И. В. Экология и биология редких растений Республики Мордовия: Дис... канд. биол. наук. / И. В. Кирюхин. – Саранск, 2004. – 224 с.
6. Силаева Т. Б. Тюльпан Биберштейна (*Tulpa biebersteiniana* Schult. et Schult. fil) в Мордовской Республике / Т. Б. Силаева, Г. Г. Чугунов // Науч. тр. госуд. природного заповедника «Присурский». – Чебоксары; Атрат, 1999. – Т.2.: Материалы Первой межрегион. бассейновой научно-практич. конф. «Изучение природы и биоразнообразия Присурья» (26–28 марта 1998 г., г. Чебоксары). – С. 98–99.
7. Красная книга Республики Мордовия. Т. 1: Редкие виды растений, лишайников и грибов / Сост. Т. Б. Силаева. – Саранск: Мордов. кн. изд-во, 2003. – 288 с.
8. Кирюхин И. В. Список редких и уязвимых видов сосудистых растений, нуждающихся в постоянном контроле и наблюдении / И. В. Кирюхин // Красная книга Республики Мордовия. – Саранск: Мордов. кн. изд-во, 2003. – Т. 1. – С. 268 – 272.

## **ВЛИЯНИЕ ПОНИЖЕННЫХ ТЕМПЕРАТУР НА СКОРОСТЬ ОКИСЛИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ У РАСТЕНИЙ ТОМАТА РАЗНЫХ СОРТОВ**

Т.С. Колмыкова, Е.В. Клокова

*ГОУВПО «Мордовский государственный университет им Н.П. Огарева», г. Саранск*

Широко распространено представление о том, что при охлаждении растений в их клетках развивается окислительный стресс. Он индуцируется активированными формами кислорода (АФК) и приводит к различным проявлениям хронического повреждения [1]. Одним из наиболее опасных для растительной клетки является супероксидный анион-радикал ( $O_2^-$ ), образование которого при различных стрессовых воздействиях резко возрастает. Он не обладает сильными окислительными свойствами, но представляет большую опасность, так как является источником образования более активных АФК [2]. В клетке функционирует большое количество антиоксидантов, препятствующих избыточному накоплению опасных АФК. Основную роль в элиминации АФК играют антиокислительные ферменты, в первую очередь супероксиддисмутаза (СОД), которая снижает концентрацию  $O_2^-$ , а также аскорбатпероксидаза (АПО) и каталаза, устраняющие избыток перекисей, образованных СОД из  $O_2^-$ . Защита клеток от АФК при охлаждении главным образом зависит от активности этих ферментов [3].

Целью исследования являлось изучение влияния пониженных температур на скорость генерации супероксидного анион радикала и на активность АПО у растений томата различных сортов.

В качестве объекта исследования использовали растения томата сортов Подарочный, Патрис и Волгоградский. Растения разделяли на несколько групп, одна из которых контрольная, находилась при температуре 25-27°C, другие охлаждали при температурах 10°C и 3°C. Скорость генерации  $O_2^-$  и активность АПО определяли на 24 день вегетации растений в момент действия стресса и на 27 день (через три дня после окончания действия стресса).

Для определения скорости генерации  $O_2^-$  использован метод, в основе которого лежит способность супероксидного анион-радикала окислять адреналин в адренохром. Для расчета активности АПО брали понижение оптической плотности за первые 30 секунд реакции в присутствии перекиси водорода [3].

Присутствие в клетке больших количеств супероксидного анион-радикала очень токсично для нее. Скорость его генерации показывает, насколько быстро происходит окисление компонентов клетки и как следствие – ее деградация. Скорость генерации  $O_2^-$  у контрольных (неохлажденных) растений была различной: самую высокую наблюдала у растений сорта Патрис, несколько ниже – у сорта Подарочный, а самую низкую – у сорта Волгоградский (таблица 1).

**Таблица 1**

Влияние пониженных температур на генерацию  $O_2^-$  в листьях различных сортов томата, ммоль/г·ч

Вариант опыта		Подарочный	Патрис	Волгоградский
Температура 25°C	24 дн.	0,089±0,001	0,096±0,002	0,064±0,002
	27 дн.	0,086±0,001	0,108±0,001	0,057±0,001
Температура 10°C	24 дн.	0,147±0,001	0,121±0,001	0,079±0,001
	27 дн.	0,123±0,001	0,104±0,001	0,069±0,002
Температура 3°C	24 дн.	0,588±0,002	0,423±0,001	0,231±0,002
	27 дн.	0,143±0,002	0,174±0,002	0,088±0,002

Пониженные температуры усиливали генерацию  $O_2^-$  в листьях. Охлаждение до 10°C увеличивало скорость генерации на 65 % у сорта Подарочный, на 26 % у сорта Патрис и на 23 % у сорта Волгоградский. При действии еще более низкой температуры (3°C) генерация продолжала усиливаться 5, 4 и 2,5 раза соответственно по сравнению с контролем. Определение генерации  $O_2^-$  спустя 3 суток после окончания стресса (у 27 дневных проростков) показало, что при действии температуры 10°C образование  $O_2^-$  возросло по сравнению с контролем, но в меньшей степени, чем при непосредственном действии стресса на 38 % у сорта Подарочный, на 8 % у сорта Патрис и на 7 % у сорта Волгоградский, а при температуре 3°C на 61 %, 81 %, 38 % соответственно, по сравнению с контролем. Таким образом, различия в скорости генерации  $O_2^-$  связаны с различиями в функционировании и активности антиоксидантных систем. Самые высокие показатели увеличения  $O_2^-$  были у растений томата сорта Подарочный. Это свидетельствует о том, что у данного растения слабая система защиты от окислительного стресса, вызванного охлаждением.

Неблагоприятные температуры повышали активность АПО в листьях томата. Снижение температуры до 10°C индуцировало увеличение активности АПО на 23 % у сорта Волгоградский. У растений сорта Патрис и Подарочный значение изучаемого параметра не изменилось (таблица 2). При действии температуры 3°C активность АПО превышала контрольные значения на 12 % у сорта Подарочный, на 9 % у сорта Патрис и на 60 % у сорта Волгоградский.

**Таблица 2**

Влияние пониженных температур на активность АПО в листьях различных сортов томата, ммоль/г мин

Вариант опыта		Подарочный	Патрис	Волгоградский
Температура 25°C	24 дн.	0,41±0,01	0,23±0,04	0,15±0,01
	27 дн.	0,42±0,01	0,22±0,04	0,17±0,02
Температура 10°C	24 дн.	0,42±0,01	0,22±0,01	0,20±0,01
	27 дн.	0,39±0,01	0,32±0,01	0,35±0,01
Температура 3°C	24 дн.	0,46±0,01	0,25±0,001	0,24±0,01
	27 дн.	0,46±0,01	0,20±0,01	0,44±0,01

Величина активности АПО у растений, находившихся в условиях оптимальных температур (25-27°C), на 27 день вегетации не изменилась. С понижением температуры до 10°C активность фермента уменьшилась на 5 % у сорта Подарочный и увеличилась на 39 % у растений сорта Патрис и на 133 % – у сорта Волгоградский по сравнению с контролем. При воздействии более низкой температуры (3°C) активность АПО по сравнению с контролем увеличилась на 12 % у сорта Подарочный и 193 % у сорта Волгоградский, а у растений сорта Патрис осталась без изменений по сравнению с контролем

Проанализировав полученные результаты, можно сделать вывод, что АПО вносит вклад в восстановление растений томата после охлаждения. При действии пониженных положительных температур, в особенности температуры 3°C, у изучаемых сортов происходило увеличение активности АПО как при действии стресса, так и в его последствии. Особенно заметное воздействие отмечено в листьях томата сорта Волгоградский, что можно охарактеризовать как высокую устойчивость этого сорта к пониженным температурам.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1 Трунова Т.И. Растение и низкотемпературный стресс / Т.И. Трунова. - 64-е Тимирязевские чтения. – М.: Наука, 2007. – 54 с.

2 Кулинский В.И. Активные формы кислорода и оксидативная модификация макромолекул: польза, вред и защита / В.И. Кулинский // Соросовский образовательный журнал. – 1999. - №1. – С. 2-7.

3 Лукаткин А.С. Вклад окислительного стресса в развитие холодового повреждения в листьях теплолюбивых растений. 2. Активность антиоксидантных ферментов в динамике охлаждения / А.С. Лукаткин // Физиология растений. – 2002. – Т.49, № 6. – С. 878-885.

УДК 581.1:577.175.1

### **ДЕЙСТВИЕ ПРЕПАРАТА РИБАВ-ЭКСТРА В УСЛОВИЯХ Пониженных температур на физиологические характеристики мембран растений ОГУРЦА**

М.В. Кузьмичева, Т.С. Колмыкова

*ГОУВПО «Мордовский государственный университет им Н.П. Огарева», г. Саранск*

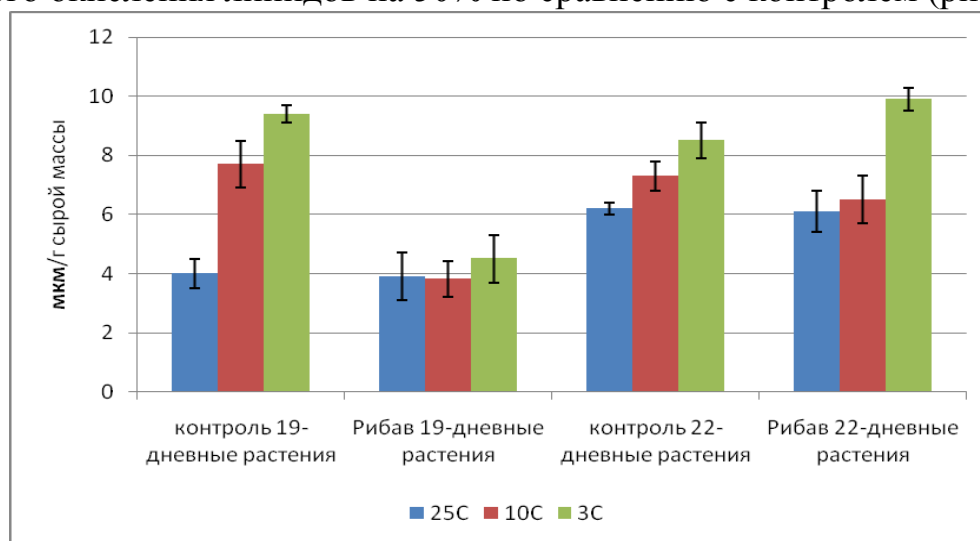
Температура является одним из наиболее лимитирующих факторов среды, определяющим географическое распространение и продуктивность растений. Территория России включает различные климатические зоны, огромная часть которых приходится на районы неустойчивого земледелия. В этих условиях урожайность сельскохозяйственных культур во многом определяется их устойчивостью к неблагоприятным факторам среды конкретного региона [1].

Одной из задач сельского хозяйства является повышение устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды с использованием химических средств защиты, а так же регуляторов роста. Одним из них является препарат Рибав-Экстра – продукт метаболизма микоризных грибов женьшеня.

Целью исследования стало изучение действия препарата Рибав-Экстра на физиологические характеристики растений огурца в условиях пониженных температур. Объектом исследования служили растения огурца (*Cucumis sativus* L.) гибрида Бирдетте F1. Выровненные семена огурца замачивали в растворе препарата Рибав-Экстра в концентрации  $10^{-10}\%$  в течение 8 часов. Далее семена промывали и высаживали в сосуды с почвой в трехкратной повторности. Выращивание растений производилось в факторостатных условиях при температуре  $25^{\circ}\text{C}$ , плотности потока фотонов около  $80 \text{ мкм м}^{-2} \text{ с}^{-1}$ , фотопериоде 12–15 часов. Затем 16-дневные проростки помещали в различные температурные условия:  $25^{\circ}\text{C}$  (контроль),  $10^{\circ}\text{C}$  в течении трех суток,  $3^{\circ}\text{C}$  по 5–6 ч в течении трех суток. Через 3 дня после изменения условий выращивания (19-дневные проростки) и через 6 суток после окончания стресса (22-дневные проростки) у контрольных и опытных растений определяли перекисное окисление липидов (ПОЛ), активность каталазы, проницаемость мембран. Контролем являлись растения, выращенные при таких же условиях, но без обработки Рибав-Экстра.

Интенсивность перекисного окисления в листьях растений огурца оценивали по накоплению продукта окисления малонового диальдегида (МДА) по цветной реакции с тиобарбитуровой кислотой (ТБК) [2]. Активность каталазы определяли по изменению оптической плотности вытяжки листьев растений на СФ-46. Каталаза является антиоксидантным ферментом, способствующим нейтрализации перекиси путем превращения ее в воду и кислород [2]. Мембранную проницаемость определяли по выходу электролитов с использованием кондуктометрического метода [3].

При определении ПОЛ у 19-дневных проростков, обработанных исследуемым препаратом, при температуре  $25^{\circ}\text{C}$  происходило уменьшение перекисного окисления липидов на 50% по сравнению с контролем (рис. 1). При

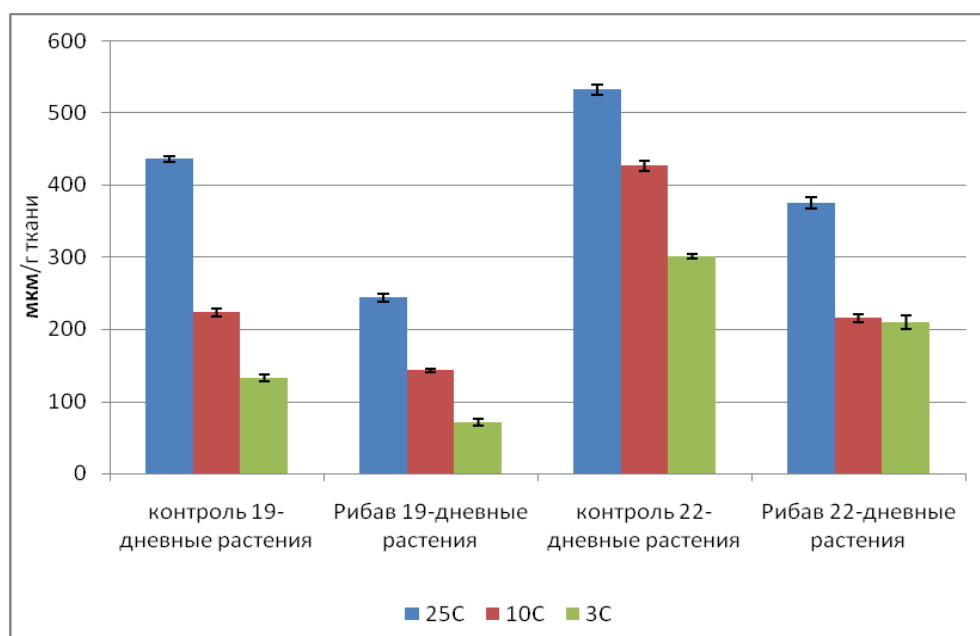


**Рисунок 1.** Влияние препарата Рибав-Экстра на уровень перекисного окисления мембран растений огурца



понижении температуры до 10°C ПОЛ уменьшился на 57%, при 3°C перекисное окисление липидов уменьшилось по сравнению с контролем на 11%. При увеличении продолжительности вегетации у 22-дневных проростков при температуре 25°C ПОЛ уменьшился на 33%, при 10°C на 48%, при температурном режиме 3°C перекисное окисление уменьшилось на 34% по сравнению с контролем. Таким образом, используемый в качестве предпосевной обработки препарат Рибав-Экстра снижал уровень ПОЛ у растений огурца, как при действии пониженных температур, так и в их последствии.

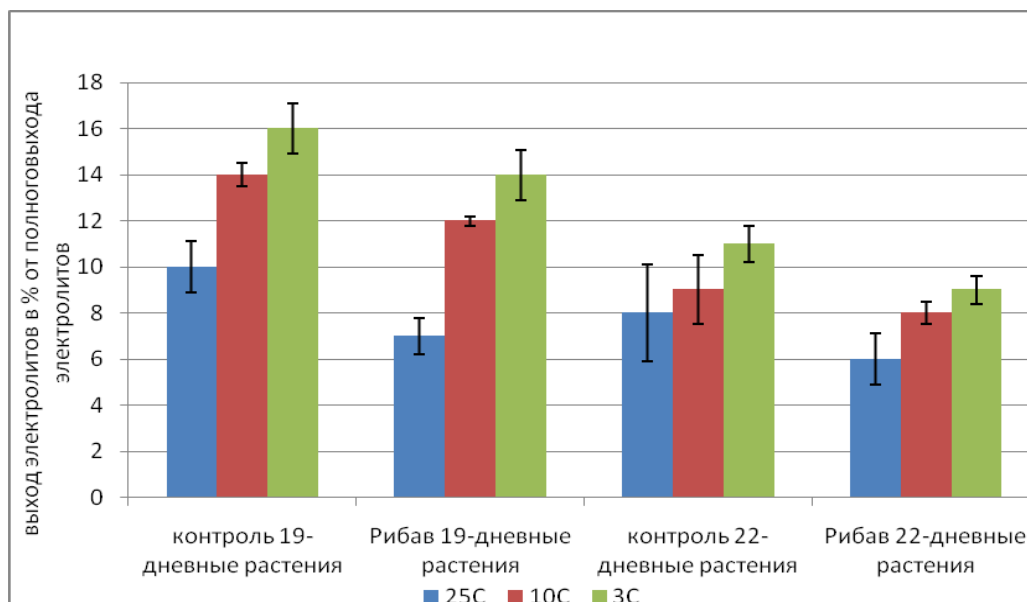
При определении активности каталазы у 19-дневных растений огурца при температуре 25°C происходило увеличение активности на 22%. При температуре 10°C активность каталазы увеличилась на 48%, при температуре 3°C на 56%. У 22-дневных проростков (после действия температурного стресса) активность каталазы увеличивалась на 35% при температуре 25°C, на 34% при температуре 10°C, на 66% при температуре 3°C. То есть, чем ниже действие температур, тем выше активность каталазы у растений огурца (рис. 2).



**Рисунок 2.** Влияние препарата Рибав-Экстра на активность каталазы мембран растений огурца

У 19-дневных растений при температуре 25°C отметили уменьшение мембранной проницаемости огурца на 20% по сравнению с контролем. При понижении температуры до 10°C проницаемость мембран уменьшилась на 36%, при температуре 3°C этот показатель уменьшился на 31%. У 22-дневных проростков проницаемость мембран уменьшилась на 14% при температуре 25°C, на 33% при 10°C, на 36% при температуре 3°C (рис. 3).

Таким образом, мы установили, что препарат Рибав-Экстра на растениях огурца в условиях оптимальных и особенно при пониженных температурах уменьшает перекисное окисление липидов, увеличивает активность каталазы, что приводит к уменьшению мембранной проницаемости клеток.



**Рисунок 3.** Влияние препарата Рибав-Экстра на проницаемость мембран растений огурца

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Шакирова Ф. М. Неспецифическая устойчивость растений к стрессовым факторам и ее регуляция. – М.: Гилем, 2001. – С. 106 – 119.
2. Лукаткин А. С. Вклад окислительного стресса в развитие холодового повреждения в листьях теплолюбивых растений. 2. Активность антиоксидантных ферментов в динамике охлаждения // Физиология растений.- 2002.-Т.49.- С.878-885
3. Лукаткин А. С. Вклад окислительного стресса в развитие холодового повреждения в листьях теплолюбивых растений. 1. Образование активированных форм кислорода при охлаждении растений Физиология растений.– 2002.– Т.49.– С.697-702.

УДК 519.172.5

### **БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СЕМЯН *ACER NEGUNDO* (СЕМ. ACERACEAE) В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ**

М.В. Лабутина, М.В. Дермичева

ГОУВПО «Мордовский государственный педагогический институт имени М. Е. Евсевьева», г. Саранск

В последнее время всё большее число видов включается в фитоиндикационные исследования [2,4]. В основном исследования по фитоиндикации затрагивают вегетативные части растений – листья, почки, побеги и физиологические процессы в них, гораздо реже используется генеративные структуры растения, например, пыльца [3]. Практически не рассматриваются плоды и се-

мена растений как возможный объект фитоиндикационных исследований. Поэтому изучение качества семян в условиях антропогенного загрязнения окружающей среды – одна из актуальных проблем сегодня. Качество семян необходимо рассматривать комплексно, в первую очередь с точки зрения определения некоторых наследственных характеристик и посевных качеств. Важным также является изучение морфометрических характеристик плодов и семян, поскольку из мелких неполноценных семян не могут развиваться нормальные растения.

Среди древесных растений в качестве тест-объектов, чувствительных к загрязнению окружающей среды, отмечают хвойные породы, берёзу, липу. В последнее время к ним присоединился и объект нашего исследования – клён американский, или ясенелистный (*Acer negundo* L.). Он является самым распространённым видом в растительных сообществах города. Как и любое растение, клён американский в значительной мере подвержен антропогенным воздействиям. Произрастая вблизи дорог, на промышленных территориях, он принимает на себя весь спектр загрязняющих веществ. Это способствует накоплению различных соединений, например тяжелых металлов [2].

Целью нашей работы явилось изучение влияния загрязнения окружающей среды в условиях г. Саранска на образование семян *Acer negundo*.

Наблюдения и сбор материала проводились в г. Саранске в 2009-2010 гг. с трех стационарных площадок, расположенных в разных районах города и характеризующиеся разной степенью загрязнения. Участок №1 – зелёная зона территории МГПИ им. М. Е. Евсевьева, находящийся в юго-западной части г. Саранска. Этот участок условно принят за контроль, т. к. он удален от крупных автомобильных дорог и промышленных предприятий. Участок №2 – сквер около ОАО «Биохимик», расположенный в центральной части. Данная местность считается наиболее загрязненной, так как находится рядом с заводом, а также рядом с этой зоной расположены несколько оживлённых автодорог. Участок №3 – лесополоса вдоль автомобильной дороги по направлению с. Лямбирь. Удалённость от участка №1 – около 8 км. В весенне-летнее время проводились наблюдения за ростом и развитием плодов клена, в осеннее время, после созревания семян, изучались размеры, вес и качество семян.

Плод клёна – крылатка, длиной 3,5-4,5 см. Семенное гнездо плодика вытянутое, веретеновидное, заостренное с нижней и верхней стороны [1]. Семена без эндосперма, по длине в 2-3 раза больше, чем по ширине, заметно сморщенные.

Полученные результаты (таблица 1) показывают зависимость между местом произрастания растений в городе и жизнеспособностью их семян. Наряду с этим наблюдалось и влияние антропогенного давления на созревание семян.

Результаты измерений некоторых морфологических параметров показали, что наиболее крупные семена клена отмечались на площадке №1 – на территории зелёной зоны МГПИ им. М. Е. Евсевьева. Наименьшие размеры крылаток отмечены на площадке №2 – у завода «Биохимик». Проведённые исследования показали, что на участках №2 и №3 отмечалось наличие полупустых,

пустых или недоразвитых плодов. На контрольном участке (№1) подобные плоды не встречались.

**Таблица 1**

Некоторые характеристики семян *A. negundo* в условиях г. Саранска

Характеристики семян	Участок №1	Участок №2	Участок №3
<b>2009 г.</b>			
<u>Ширина семени, мм</u>	<u>3,9±0,11</u>	<u>2,6±0,17</u>	<u>3,1±0,19</u>
CV, %	17,2	15,7	13,8
<u>Длина семени, мм</u>	<u>11,1±0,75</u>	<u>8,7±0,44</u>	<u>9,9±0,51</u>
CV, %	17,7	17,5	17,3
Масса 1000 семян, г	57,76	34,35	45,83
Всхожесть семян, %	92	85	87
<b>2010 г.</b>			
<u>Ширина семени, мм</u>	<u>4,0±0,15</u>	<u>2,7±0,13</u>	<u>2,7±0,11</u>
CV, %	21,3	25,5	20,7
<u>Длина семени, мм</u>	<u>10,5±0,24</u>	<u>8,5±0,13</u>	<u>8,8±0,25</u>
CV, %	12,8	18,1	14,5
Масса 1000 семян, г	56,36	33,06	42,38
Всхожесть семян, %	90	87	89

Коэффициент вариации (CV) по размерам семян менялся незначительно и характеризовал средний уровень изменчивости. В 2009 г. по ширине семени на разных участках CV составлял от 13,8 до 17%. В 2010 г. CV по тому же признаку составил 20,7-25,5 %. По каждому из участков параметры вариационного коэффициента относительно стабильны. Так, по участку №1 CV колебался от 13 до 21%, по участку №2 от 16 до 25 %, на участке №3 - от 14 до 21%. Все данные по морфологическим критериям крылаток клена американского достоверны при 5% уровне значимости.

Результаты взвешивания показали, что максимальный вес 1000 семян отмечается на контрольном участке (№1) – 56-58 г. Масса семян с участков №2 и №3, которые в большей степени подвержены техногенным загрязнениям, меньше – от 33 до 45 г.

Наблюдения за динамикой роста и развития семян, а также за интенсивностью набухания белков в семенах показали, что качественнее и быстрее формируются и созревают семена на участке с оптимальными условиями окружающей среды (участке №1). Размеры и качество созревших семян на территории завода (участок №2) и у автострады (участок №3) существенно ниже.

Таким образом, в условиях города *A. negundo* показывает себя устойчивым растением, но всё же испытывающим определенный стресс, проявляющимся в изменении некоторых жизненных показателей семян. В совокупности все эти данные дают возможность отнести *A. negundo* L. к растениям, которые можно использовать в качестве биоиндикатора состояния окружающей среды.

Исследование выполнено в рамках проекта № П1047 Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009 – 2013 годы.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Жизнь растений. Цветковые растения / Под. ред. А. Л. Тахтаджяна. – М., 1980. – Т. 5. – Ч. 2. – С. 264-266.
2. Пелипенко О. Ф., Прихоженко Э.Я. Морфобиологические изменения древесных и кустарниковых декоративных растений под воздействием загрязнения атмосферы города // Ботанические исследования в азиатской России: Материалы XI съезда Русского ботанического общества (18-22 августа 2003 г., Новосибирск-Барнаул). Т. 2. – Барнаул, 2003. – С. 111.
3. Пушкар Н., Морозова Т.В. Пыльца растений в условиях аэротехногенного загрязнения урбоэкосистем // Урбоэкосистемы: проблемы и перспективы развития: материалы IV международной научно-практической конф. / отв. ред. Н.Н. Никитина – Тюмень : ТИД, 2009. – С. 92-94.
4. Соколов В. Е., Я. Шаланки, Д. А. Криволицкий и др. Международная программа по биоиндикации антропогенного загрязнения природной среды // Экология. – 1990. - №2. – С. 30-34.

УДК 504.5:631.4::581.55+631.467.2

### **ВЛИЯНИЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ НА СОСТОЯНИЕ ТРАВЯНИСТОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ И СООБЩЕСТВ ПОЧВЕННЫХ НЕМАТОД**

Г.Ф. Лайдинен, Л.И. Груздева, А.Ф. Титов, Н.М. Казнина, Ю.В. Батова,  
А.А. Сущук

*Институт биологии Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск*

Быстрое развитие промышленности и усиливающееся загрязнение окружающей среды стало в последние десятилетия одной из наиболее острых экологических проблем. В Карелии оно прежде всего связано с деятельностью крупных предприятий, таких, например, как Костомукшский горно-обогатительный комбинат (ГОК), расположенный в северной части республики. В составе его аэротехногенных выбросов содержатся диоксид серы и полиметаллическая пыль, содержащая Fe, Ni, Co, Cu и Zn [4]. Попадая в почву, тяжелые металлы сравнительно легко вовлекаются в биологический круговорот и оказывают негативное воздействие на растения и почвенную биоту, что приводит к нарушению биоценозов, а в отдельных случаях – даже к их деградации [1, 2]. Известно, что в природных биоценозах взаимоотношения растений с почвенно-зоологическим комплексом оказывают существенное влияние на жизнедеятельность растений и состояние растительных сообществ. В почвах Карелии нематоды являются самой многочисленной и разнообразной группой среди почвенной мезо- и микрофауны, имеющей трофические связи с бактериями, грибами и растениями. В связи с этим целью данной работы яви-

лось изучение влияния промышленного загрязнения почвы на состояние растительности и сообществ почвенных нематод в районе Костомукшского ГОКа.

Исследования проводили на участках, расположенных на расстоянии 0,5, 4 и 8 км к северо-востоку от ГОКа по направлению господствующих ветров. Содержание тяжелых металлов в почве определяли атомно-абсорбционным методом. Влияние промышленного загрязнения на состояние травянистой растительности оценивали по таким показателям как флористический состав, биоморфная и экологическая структура, проективное покрытие, накопление надземной биомассы [3]. О состоянии сообществ почвенных нематод судили по изменению их видового состава, плотности популяций, экологотрофической структуры [6], индекса зрелости [5].

Анализ содержания тяжелых металлов в почве участков, расположенных в 0.5 и 4 км от ГОКа, показал, что валовое содержание Ni, Zn, Cu и Pb было выше фоновых для Карелии значений, а в 8 км от него – примерно на уровне фона. Одновременно с этим исследованиями установлено, что в районе Костомукшского ГОКа на участках с нарушенным естественным почвенно-растительным покровом сформировались вторичные травянистые сообщества. Флористический анализ выявил, что всего в изученных сообществах произрастают 50 видов сосудистых травянистых растений, относящихся к 48 родам и 18 семействам. Наибольшим видовым разнообразием характеризовались три семейства – *Asteraceae* (12 видов), *Poaceae* (10), *Fabaceae* (7). С приближением к источнику загрязнения отмечено уменьшение общего числа видов (с 35 до 24) в сообществах и в большей степени – представителей группы разнотравья (с 24 до 12 видов).

Анализ биоморфной и экологической структуры не обнаружил значительных различий между изученными участками: преобладающей жизненной формой во всех сообществах были травянистые многолетники (95–97%). Большинство из них относится к мезофитам (84–91%) и мезотрофам (75–82%).

На всех участках общее проективное покрытие оказалось довольно высоким (75–80%) и не зависело от расстояния до источника загрязнения. Тем не менее, проективное покрытие отдельных видов в сообществах несколько различалось. Так, на участках, расположенных в 0,5 и 4 км от ГОКа, ведущую роль в формировании сообществ играли виды *Deschampsia cespitosa* (L.) Beauv., *Poa pratensis* L. и *Phleum pratense* L. (*Poaceae*), а также *Lotus corniculatus* L. и *Trifolium pratense* L. (*Fabaceae*). На участках в 8 км от комбината, наряду со злаками и бобовыми, увеличивается проективное покрытие растений семейств – *Asteraceae*, *Onagraceae* и *Rubiaceae* (*Tussilago farfara* L., *Chamaenerion angustifolium* L. и *Galium album* Mill., соответственно). В целом, при приближении к ГОКу проективное покрытие группы злаков варьировало незначительно (30–40%), бобовых – увеличивалось (от 5 до 30%), а группы разнотравья, наоборот, снижалось (от 35 до 5 %). Установлено также, что по мере приближения к ГОКу существенно снижается накопление надземной биомассы изученных сообществ (рис. 1).

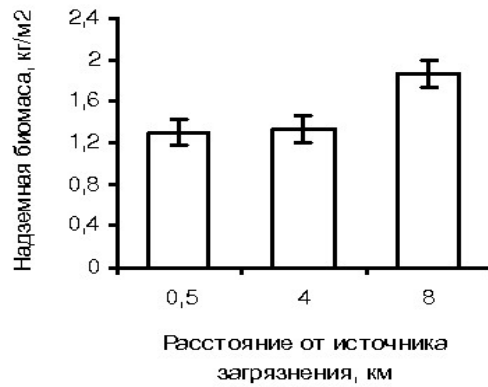


Рис. 1. Надземная биомасса травянистых сообществ в зависимости от расстояния от источника загрязнения

Наряду с этим проведенные исследования показали, что фауна почвенных нематод довольно разнообразна и представлена 38 видами, относящимися к 32 родам. С приближением к источнику загрязнения их видовое разнообразие снижалось с 35 (в 8 км) до 19 видов (в 4 и 0,5 км). Общая же численность нематод, наоборот, увеличивалась в 3,4–3,8 раза (рис. 2). Кроме того, на участках, расположенных в 0,5 км от ГОКа, сообщества нематод имели самые низкие показатели индекса зрелости (2,1 против 2,5 и 2,7 на более отдаленных участках), что связано с преобладанием видов с коротким жизненным циклом и устойчивых к загрязнению.

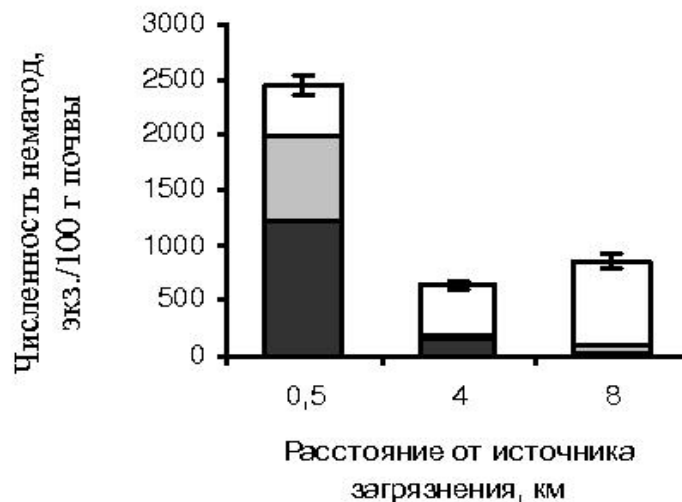


Рис. 2. Общая численность нематод и численность нематод, связанных с растениями, в зависимости от расстояния от источника загрязнения (■ – паразиты растений; ▒ – ассоциированные с растениями; □ – другие группы).

Также выявлены изменения в эколого-трофической структуре сообществ нематод. Например, на участке, расположенном в 8 км от ГОКа, среди нематод доминировала группа бактериотрофов, субдоминантами выступали микотрофы и политрофы, что характерно для фоновых травянистых сообществ на дан-

ной широте. В непосредственной близости от ГОКа в почвенной фауне преобладали нематоды, трофически связанные с живыми растениями (рис. 2). Их численность была в 2,8 и 6,7 раз выше по сравнению с удаленными участками. Причем, доминирующей становится группа фитопаразитов (49,7% от общего количества нематод), в основном за счет увеличения численности одного вида – *Paratylenchus nanus* Cobb, являющегося паразитом луговых трав.

Таким образом, проведенные исследования показали, что под влиянием промышленного загрязнения, обусловленного выбросами Костомукшского ГОКа, изменяется, как состояние растительности, так и сообществ почвенных нематод. При приближении к комбинату в травянистых сообществах уменьшается число видов растений, меняется их видовой состав, в общем проективном покрытии возрастает роль отдельных видов семейств *Poaceae* и *Fabaceae*, снижается накопление надземной биомассы. В сообществах почвенных нематод уменьшается количество видов, но увеличивается численность нематод. При этом в трофической структуре сообществ доминирующее положение занимает группа паразитических нематод, связанных с живыми растениями и в большей степени – паразитов луговых трав.

Полученные результаты позволяют предположить, что в условиях промышленного загрязнения почвы тяжелыми металлами уменьшение надземной биомассы травянистых сообществ связано не только с прямым ингибирующим действием металлов на растения, но и с опосредованным их влиянием через трофические цепи с сообществами почвенных нематод.

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы Президиума РАН “Биологическое разнообразие” и Программы фундаментальных исследований ОБН РАН “Биологические ресурсы России”.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Загуральская Л.М. Использование биохимических показателей для оценки степени техногенной деградации почв // Почвенные ресурсы Карелии, их рациональное использование и охрана (экологические проблемы). – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1992. – С. 132-142.
2. Жиров В.К., Голубева Е.И., Говорова А.Ф., Хаибатаев А.Х. Структурно-функциональные изменения растительности в условиях техногенного загрязнения на Крайнем Севере. – М.: Наука, 2007. – 166 с.
3. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами. – М.: Гидрометеиздат, 1981. – 109 с.
4. Шильцова Г.В., Ласточкина В.Г. Химический состав атмосферных выпадений в зоне влияния Костомукшского железорудного горно-обогатительного производства (Северная Карелия). – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2004. – 59 с.
5. Bongers T. The maturity index: an ecological measure of environmental disturbance based on nematode species composition // Oecologia. – 1990. – V. 83. – P. 14-19.



6. Yeates G.W., Bongers T., de Goede R.G.M., Freckman D.W. & Georgieva S.S. Feeding habits in soil nematode families and genera: An outline for soil ecologists // J. of Nematology. – 1993. – V. 25, N 3. – P. 315-331.

УДК 581.1

## **ХАРАКТЕРИСТИКА АДАПТИВНОГО ОТВЕТА КЛЕТОК НА ЗАКАЛИВАЮЩУЮ ТЕМПЕРАТУРУ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТАДИИ РАЗВИТИЯ**

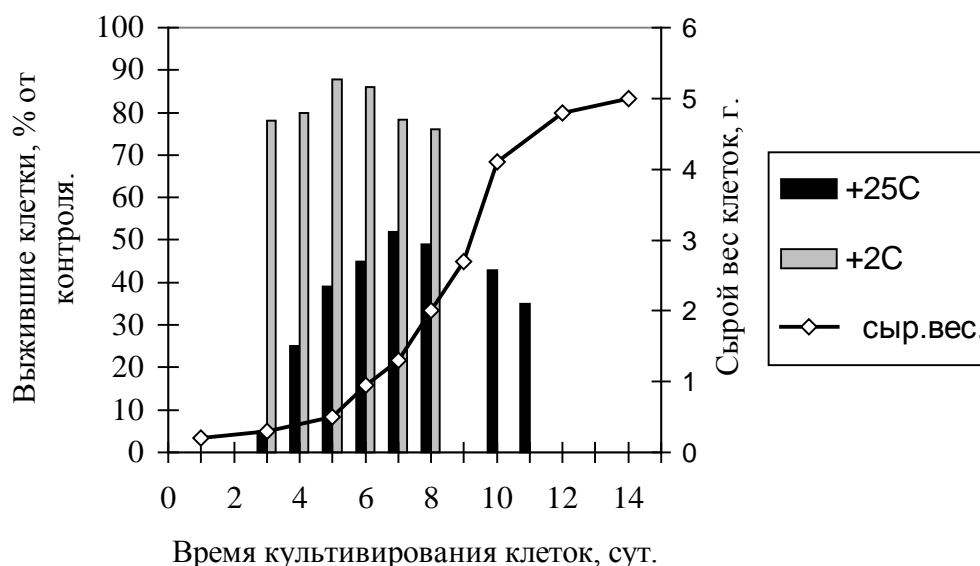
И.А. Ларская, О.И. Трофимова, Т.С. Барышева

*Учреждение Российской академии наук Казанский институт биохимии и биофизики КазНЦ РАН, г. Казань*

При исследовании механизмов адаптации растений к пониженным температурам широкое распространение получило использование в качестве объекта исследования клеточных культур [1,2]. Они так же, как и интактные растения, отвечают повышением морозостойкости при закаливании низкими положительными температурами или экзогенной добавке АБК [2], при этом имеют несомненные преимущества, поскольку позволяют разделить клетки по фазам развития, и не подвержены влиянию межклеточных взаимодействий. Клетки, находящиеся на разных стадиях развития, обладают разной чувствительностью к внешним воздействиям [3], однако оптимальная для переживания неблагоприятных факторов фаза роста, в значительной степени зависит от вида культуры и условий ее культивирования, и для каждой культуры необходимо проводить предварительный анализ и характеристику клеток в зависимости от фаз роста. Поэтому, используя суспензионную культуру клеток озимой пшеницы *Triticum timopheevii* Zhuk., мы определили различия в ответе клеток, находящихся на разных стадиях развития, на низкую температуру и экзогенно добавленную АБК.

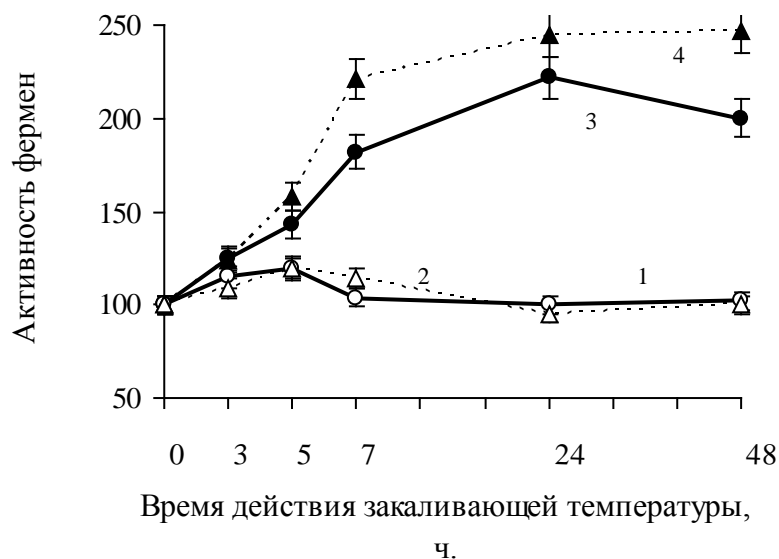
Закаливание клеток озимой пшеницы *Triticum timopheevii* Zhuk., взятых с разных стадий развития культуры, показало, что наибольшую морозостойкость проявляют клетки 5-6 дневного возраста (рис.1). При этом способность к закаливанию (то есть разница между устойчивостью клеток к промораживанию до закаливания и после него) была выше у клеток на 3-4 сутки культивирования (рис.1). В этот период, как было показано ранее [4], наблюдалось увеличение митотического индекса и накопления каллозы, что свидетельствовало об обогащении суспензии делящимися клетками.

Измерение активности некоторых гидролитических ферментов (глюкозидазы, фукозидазы) при низкотемпературном закаливании клеток разного возраста (5 и 8 дней) показало, что «молодые» клетки отвечали на действие температуры более значительной и длительной активацией фермента, нарастающей в течение 24 часов (рис. 2).



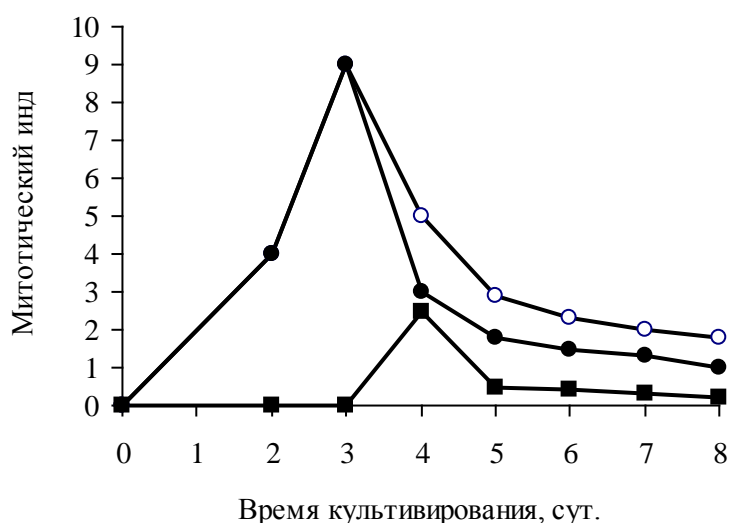
**Рисунок 1.** Изменение жизнеспособности клеток суспензионной культуры клеток разного возраста в стационарных условиях. (+25°C) и при закаливании (+2°C). Измерение жизнеспособности проводили по методу, описанному в работе [2].

Инкубация клеток в среде с добавлением 50 мкМ абсцизовой кислоты, которая, как известно, является одним из индукторов формирования морозостойкого состояния растений [1], выявила, что действие гормона также сильно



**Рисунок 2.** Изменение активности гликозидаз при закаливании клеток суспензионной культуры озимой пшеницы разного возраста. Активность глюкозидазы в клетках: 1 – 8-дневного возраста; 3 – 5-дневного возраста. Активность фукозидазы в клетках: 2 – 8-дневного возраста; 4 – 5-дневного возраста. За 100% взята активность ферментов до закалывания, выраженная в нМ 4-МУ на 1 мг сырого веса в минуту: для β-глюкозидазы – 524 и 331, для β-фукозидазы – 662 и 478 для 5 и 8 дневных клеток, соответственно. Нулевой момент времени соответствует началу закалывания.

зависело от стадии развития культуры. Так, если АБК вносили в начале пассажа, то повышение морозостойкости отмечалось лишь к третьим суткам, а при добавлении гормона на стадии максимального деления клеток (3 сутки), это время сокращалось до 12 часов. Внесение АБК в более поздний период культивирования снижало ее эффективность на формирование морозоустойчивого состояния (рис.3). Таким образом, клетки суспензионной культуры *Triticum timopheevii* Zhuk. 4-5 дневного возраста, обладающие активным метаболизмом, о чем свидетельствует высокий митотический индекс и повышенная активность ферментов, имели и высокий адаптивный потенциал, что выражалось в более высокой морозоустойчивости и более быстром ответе на АБК.



**Рисунок 3.** Влияние АБК (50 мкМ, 25°C) на А) рост и Б) митотический индекс суспензионной культуры озимой пшеницы *Triticum timopheevii* Zhuk. в зависимости от времени ее внесения. ○ - без обработки, ■ - АБК внесена в начале пассажа, ● - АБК внесена на 3 день пассажа.

Различия в ответной реакции между клетками на разной стадии могут быть связаны с различной чувствительностью клеток, находящихся в определенной фазе клеточного цикла, поскольку разница между стадиями развития культуры в основном определяется пулом клеток, находящихся преимущественно в той или иной стадии клеточного цикла. Дальнейшие исследования в этом направлении смогут пролить свет на механизм адаптации растений к неблагоприятным факторам.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Rajashekar С.В. Cell-wall changes and cell tension in response to cold acclimation and exogenous abscisic acid in leaves and cell culture / Rajashekar С.В., Lafta А. // Plant Physiol.-1996.-V.111.-P.605-612.
2. Сопина Н.Ф. АБК как фактор закаливания суспензионной культуры пшеницы к морозу / Сопина Н.Ф., Карасев Г.С., Трунова Т.Н. // Физиология растений.- 1994.- Т.41.- С.546-551.

3. Sasaki Y. Characterization of Growth-Phase-Specific Responses to Cold in *Arabidopsis thaliana* Suspension Cultured Cells / Sasaki Y., Takahashi K., Oono Y., Seki M., Yoshida R., Shinozaki K., Uemura M. // Plant Cell and Environmental. - 2008. - V.31. - P. 354-365.

4. Ларская И.А. Особенности изменения внеклеточного матрикса клеток в процессе развития суспензионной культуры *Triticum timopheevii* Zhuk. / Ларская И.А., Барышева Т.Б., Заботин А.И. // Цитология. 2005. - Т. 47. - С. 602-608.

УДК 594 (470.345)

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ МАЛАКОФАУНЫ РЕСПУБЛИКИ МОРДОВИЯ

Е.А. Лобачёв, М.Р. Баймеева, А.И. Илюкова, С.С. Шестакова  
ГОУВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва», г. Саранск

Моллюски, или мягкотелые, составляют ясно обособленную группу, и уже более ста лет назад их стали рассматривать как отдельный тип животных.

На территории республики Мордовия известны находки видов, которые относятся к группе *Ganglioneura*. К ней принадлежат следующие классы: брюхоногие (*Gastropoda*), двустворчатые (*Bivalvia*). Они играют значительную роль в жизни многих экосистем. Как биоиндикаторы моллюски обладают рядом преимуществ среди других групп. Некоторые виды являются модельным объектом для изучения изменчивости и полиморфизма, структуры популяций, разнообразных межпопуляционных и межвидовых взаимодействий. С другой стороны, моллюски – это и промежуточные хозяева разных гельминтов. Некоторые виды считаются вредоносными для культурных растений [1].

Малакофауну Мордовии можно чётко разделить на две части – водную и наземную. Водные моллюски на территории Мордовии никогда не были предметом самостоятельных полномасштабных исследований. По данным литературы можно видеть, что наиболее подробно эта группа изучена в работах А. Г. Каменева. В ряде его работ моллюски являются объектом биомониторинга водных экосистем [2].

Мягкотелые, найденные А. Г. Каменевым в водотоках бассейнов Суры и Мокши, являются важным компонентом их бентофауны. Автор отмечает, что моллюски регистрировались на участках, занятых песчано-илистыми, илисто-песчаными, глинистыми и песчаными грунтами с отложениями детрита и ила. В составе малакофауны анализируемых водотоков отмечено 40 видов (брюхоногие – 27, двустворчатые – 13). Наиболее распространенными представителями малакофауны по результатам исследования А. Г. Каменева в водотоках являлись: *Viviparus. ovata*, *V. piscinalis*, *Sphaerum nitida*, *Bythinia tentaculata*, которым немного в этом отношении уступали *Lymnaea glutinosa*,

*Planorbis planorbis*, виды рода *Euglesa (supina + henslovana)*. Это в основном экологически речные и озерно-речные виды. Большинство же мягкотелых, найденных в наших водах, обитатели преимущественно стоячих вод – пойменно-озерные и пойменно-болотные экологические группы видов.

Мягкотелые лимнобионты в озерах, по данным А. Г. Каменева, являются важным компонентом их донного населения. В исследованных озёрах моллюски обычны в литоральной и сублиторальной зонах. Большинство видов мягкотелых, зарегистрированных в исследованных озерах Мордовского Присурья, являются обитателями преимущественно стоячих водоемов и относятся к пойменно-озерным и пойменно-болотным экологическим группам.

По литературным данным мягкотелые, как в текущих водах, так и в озерах, предпочитают заселять песчано-илистые, илисто-песчаные, песчаные с отложением ила и детрита грунты. Во всех исследованных озерах отмечались *V. piscinalis*, *V. viviparus*, *B. tentaculata*, *Sph. vivicola*, *Sph. corneum*, которые считаются экологически речными видами. Почти во всех озерах встречались *V. contectum*, *B. ovata*, *L. stagnalis*, *P. carinatus*, *P. contortus*, *S. nitida*.

Наземным моллюскам Среднего Поволжья посвящено ряд исследований. На этой территории отмечено около 60 видов. В то же время в Мордовии, где расположены наименее нарушенные леса региона, эта группа мягкотелых до сих пор недостаточно изучена [3]. Авторы исследований отмечают 28 видов наземных моллюсков, которые относятся к 17 семействам. Список наземных моллюсков Мордовии пока не полный, т.к. совсем не обследовано население открытых пространств.

В целом, на территории Республики Мордовия достоверно отмечено 76 видов моллюсков, среди которых встречаются как наземные – 28 видов, так и водные: брюхоногие - 32 вида, двустворчатые - 16. В Красную книгу внесено 11 видов. Следует отметить, что в число редких видов моллюсков Мордовии входят только представители водной фауны. Кроме того, редкие виды в Красной книге имеют неопределённый статус – по-видимому, из-за недостаточной изученности группы. Исходя из литературных данных, можно сделать вывод, что дальнейшими приоритетными задачами изучения этой группы являются следующие:

1. Изучение состава населения водных и наземных групп.
2. Выявления редких видов моллюсков и факторов, лимитирующих их численность.
3. Изучение закономерностей биотопического распределения моллюсков на территории Мордовии.
4. Изучение биологии и экологии отдельных видов малакофауны Мордовии.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Salvini-Plawen L.V., Steiner G. Synapomorphies and symplesiomorphies in higher classification of *Mollusca* // Origin and evolutionary radiation of *Mollusca*. – J. Taylor ed., Oxford Univ. Press. – 1996. – P. 29–51.

2. Каменев А.Г. Биопродуктивность и биоиндикация водоемов Мордовии. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та. – 1992. – 96 с.

3. Стойко Т. Г., Булавкина (Безина) О. В. Определитель наземных моллюсков лесостепи Правобережного Поволжья. – Москва: Товарищество научных изданий КМК. – 2010г. – 96с.

УДК 574(282.247.414.515)

## **ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ Р. ЛЕВЖА ПО СОСТОЯНИЮ МАКРОЗООБЕНТОСА**

А.Н. Логинова, А.Г. Каменев

*ГОУВПО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева», г. Саранск*

В настоящее время в отечественной и зарубежной литературе имеется много примеров отрицательного влияния антропогенных воздействий на гидробиоценоз водотоков. Основным показателем при оценке антропогенных воздействий является разница в видовом составе и количественном развитии основных групп макрозообентоса на участках, подвергаемых последнему.

В связи с многогранным воздействием деятельности человека на водные объекты оценка качества поверхностных вод последних является особенно актуальной. Антропогенное воздействие на водоемы может привести к их эвтрофикации или загрязнению. Точно охарактеризовать санитарное состояние водоема по биологическим показателям можно лишь при наличии детальных фаунистических данных по основным группам гидробионтов. Большинство представителей макрозообентоса пресных вод характеризуется длительным жизненным циклом, продолжительность которого составляет от нескольких месяцев до нескольких лет, поэтому донные животные являются хорошими показателями изменения условий их существования, происходящих в том числе и под влиянием антропогенных воздействий [1].

Для оценки качества воды нашей реки мы воспользовались некоторыми биологическими индексами ( $i$ ,  $J$ ,  $D_1$ , БИВ), рекомендованными в этих целях для биоиндикации водотоков и водоемов европейской части России [2].

В нашей работе мы приводим материалы двухгодичного исследования (2007–2008 гг.) на трех участках: устье р. Левжа, ниже рыбхоза «Левжинский», выше с. Ключарево. Результаты расчетов приведены в табл.

На основании показателей индекса Гуднайта-Утлея ( $J$ ) и в соответствии с классификацией воды, приложенной в методике к этому индексу, можно сделать оценку вод реки Левжа. Показатели индекса  $J$  в исследованной реке на разных участках варьировали в широком диапазоне (39 – 72%). При этом самое высокое его значение отмечено на участке ниже рыбхоза (72%), характеризуя качественный статус вод как «загрязненные». В 2008 году на этом же

участке отмечалась та же тенденция значений этого показателя. Последнее обусловлено в определенной степени антропогенным воздействием на бентические сообщества – поступлением в водоток сельскохозяйственных и животноводческих стоков. На других участках функционирования бентических сообществ значения олигохетного индекса колебались в пределах 37 – 51% и оценивали их воды как «умеренно загрязненные» (табл.).

Показатель индекса Кинга и Балла –  $i$ , представляющий собой отношение веса насекомых к весу олигохет и не имеющий четкого оценочного критерия, отражает тенденцию состояния водных масс: чем меньше значения индекса, тем больше загрязнение.

**Таблица**

Биоиндикация воды р. Левжа по гидробиологическим показателям, 2007–2008 гг.

Район наблюдения	Индексы									
	$i$		$J, \%$		$D_1$		К		БИВ	
	2007	2008	2007	2008	2007	2008	2007	2008	2007	2008
Устье р. Левжа	0,63	0,72	51	44	0,46	0,44	Ort.net	Ort.net	4-5	5-6
Ниже рыбхоза	0,29	0,19	72	70	0,70	0,76	Ort.net	Ort.net	3-4	3-4
Выше с. Ключарево	0,70	0,77	39	37	0,41	0,38	Ort.net	Ort.net	5-6	5-6

Примечание.  $i$  – индекс Кинга и Балла,  $J$  – олигохетный индекс Гуднайта-Уитлея,  $D_1$  – индекс Э.А. Пареле, К – хирономидный индекс Е.В. Балушкиной, БИВ – биотический индекс Вудивисса, Ort. – виды личинок хирономид подсемейства Orthoclaadiinae

В отношении показателей этого индекса наблюдается аналогичная тенденция. Наименьшее значение индекса, соответствующее более выраженному загрязнению, отмечено на участке ниже рыбхоза «Левжинский» в оба года исследований: 0,29 – в 2007 году; 0,19 – в 2008 году. Наибольший показатель индекса зафиксирован на участке выше с. Ключарево в оба года исследования (0,70 – 2007 г.; 0,77 – 2008 г.). Немного меньшей величины значения индекса отмечены в устье р. Левжа, но в целом, на данных участках индекс –  $i$  отличался относительно стабильными показателями (~ 1,0) (см. табл. 1).

На особую загрязненность участка реки ниже рыбхоза указывают значения индекса  $D_1$ , которые оказались довольно высокими: 0,70 – 2007 г.; 0,76 – 2008 г., характеризуя качество вод как «грязные». Воды других участков относятся к категории «слабозагрязненных», о чем свидетельствуют значения индекса, изменяющиеся в пределах: 0,38 – 0,46 (см. табл. 1).

Индекс К оказался «неработающим» в исследованной реке из-за отсутствия личинок хирономид-ортокладиин (подсемейство Orthoclaadiinae), для функционирования которых необходимо высокое качество вод [2]. Последнее

является важным доказательством неблагополучия экологических условий данной реки.

Показатели индекса Вудивисса в исследованных районах реки изменялись от 3 до 5 – 6. На участке реки выше с. Ключарево показатель индекса зафиксирован на уровне 5 – 6 в оба года исследования, что указывает на принадлежность воды к категории «умеренно загрязненных» вод. В районе ниже рыбхоза показатели индекса имели значения от 3 до 4, свидетельствуя о переходе качества вод из класса «загрязненные» в класс «грязные» воды. Такую тенденцию мы наблюдаем в оба года исследования. На устьевом участке значения индекса изменялись в пределах от 4 до 5 – 6, соответствуя границе перехода качества вод от «загрязненных» в категорию «умеренно загрязненных». Оценка качества вод исследованных участков реки по этому показателю не противоречит оценкам, полученным по другим индексам (см. табл.).

Таким образом, рассчитанные биотические индексы дают нам право квалифицировать качество воды по участкам таким образом: устье – «умеренно загрязненные» воды; ниже рыбхоза – «загрязненные и грязные»; выше с. Ключарево – «умеренно загрязненные» в оба года исследования.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Алимов А.Ф. Введение в продукционную гидробиологию / А.Ф. Алимов. – Л. : Гидрометеиздат, 1989. – 152 с.

2. Винберг Г.Г. Опыт применения разных систем биоиндикации загрязнения / Г.Г. Винберг, А.Ф. Алимов, Е.В. Балущкина // Научные основы контроля качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям. – Л., 1977. – С. 108 – 123.

УДК 591.524.11(282.247.414.51)

### МАКРОЗООБЕНТОС И ЕГО ПРОДУКЦИЯ МАЛЫХ РЕК МОРДОВСКОГО ПРИСУРЬЯ (Р. ЛЕВЖА)

А.Н. Логинова, А.Г. Каменев

*ГОУВПО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева», г. Саранск*

Малые реки составляют более 90% общего числа рек России и 92–93% их общей протяженности. Они используются для питьевого, промышленного и сельскохозяйственного водоснабжения, рыбозаведения, в рекреационных целях [1]. Масштабы антропогенного воздействия на малые реки требуют постоянного системного контроля над состоянием их экосистем и проведения экологического мониторинга малых рек. Одной из таких рек в Мордовском Присурье является река Левжа.



Река Левжа – левый приток Инсара протяженностью 32 км, берет начало северо-западнее с. Перхляй Рузаевского района. Ширина водотока выше с. Ключарево 6–8 м, глубина около 1–1,5 м, прозрачность 10–15 см, скорость течения 0,35–0,42 м/с. Как один из крупных притоков играет определенную роль в воспроизводстве рыбных запасов этой реки, в плане сельскохозяйственной мелиорации и качества воды. В гидробиологическом отношении река Левжа исследована Каменевым А.Г. в 1995 г. В виду давности мы сочли целесообразным провести гидробиологические исследования летом 2007–2008 гг. с целью выявления видового разнообразия донного населения, его уровня развития и определения продукционных характеристик макрозообентокомплексов этого водотока. По продольному профилю реки было определено 3 створа, отбор проб проводился дважды в месяц (май, июль, август). Сбор материала, его обработка и все расчеты выполнены по общепринятой в гидробиологии методике [2]. Всего было получено 84 пробы.

В макрозообентосе р. Левжа за период наблюдений было выявлено 57 видов и форм донных беспозвоночных. Наиболее богатым по биоразнообразию оказался гетеротопный макрозообентос – 38 видов и форм (стрекозы – 7, поденки – 5, клопы – 5, жуки – 4, ручейники – 7, вислоккрылые – 1, двукрылые – 9). Заметно беднее в видовом отношении оказался гомотопный макрозообентос – 20 видов и форм (олигохеты – 2, пиявки – 3, моллюски – 14, ракообразные – 1). Комплекс доминирующих видов составляли: *Limnodrilus hoffmeisteri* Clap. (встречаемость до 57%), *Erpobdella octoculata* L. (57%), *Amesoda solida* Norm. (93%), *Sphaeriastrum rivicola* Lam. (78%), *Euglesa supina* A. Schmidt (78%), *Hydropsyche ornatula* McLachl. (57%) *Anabolia nervosa* Curt. (62%). Группировка видов-субдоминантов включала: *Tubifex tubifex* Müll. (36%), *Glossiphonia complanata* L. (36%), *Bithynia tentaculata* L. (28%), *Limnaea ovata* Drap. (21%), *Sphaerium corneum* L. (28%), *Platicnemis pennipes* Pall. (28%), *Baetis rhodani* Pict. (28%), *Cloeon dipterum* L. (21%), *Heptagenia coerulans* Rost. (28%), *H. sulfurea* Müll. (21%), *Aphelocheirus aestivalis* Fabr. (21%), *Platambus* sp. (21%), *Glyptotendipes gripekoveni* Kieff. (21%), *Atherix* sp. (21%). Все прочие виды встречались редко.

Среднелетние показатели численности и биомассы донных животных по продольному профилю водотока изменялись в пределах: 614–705 экз/м<sup>2</sup> и 50,56–112,56 г/м<sup>2</sup> (табл.1). При этом основу как численности, так и биомассы определяли немногие группы: моллюски, ручейники и олигохеты. Так, в устье реки (I створ) они суммарно по численности составляли 74,84%, ниже рыбхоза «Левжинский» (II створ) – 82,25%, выше с. Ключарево (III створ) – 84,96%. Что касается биомассы, то в обеспечении этого показателя, доля личинок ручейников и моллюсков (при ярко выраженном превалировании последних) оказалась еще более значительной: 86,87%; 89,34%; 85,30% на I, II, III створах соответственно. Из ручейников наибольший вклад в определение уровня развития макрозообентокомплексов водотока вносили *H. ornatula*, *A. nervosa*, из моллюсков – *A. solida*, *Sph. rivicola*, *E. supina*, а из олигохет – *L. hoffmeisteri*.

**Таблица 1**

Среднелетняя численность (экз./м<sup>2</sup>) и биомасса (г/м<sup>2</sup>)  
макрозообентоса р. Левжа

Группа животных	I створ		II створ		III створ	
	кол-во	масса	кол-во	масса	кол-во	масса
Олигохеты	56	1,21	137	0,9	340	2,06
Пиявки	87	4,13	50	4,38	13	0,86
Моллюски	322	48,8	311	92,03	182	40,12
Ракообразные	-	-	3	0,01	-	-
Стрекозы	7	1,8	19	5,13	9	1,56
Клопы	7	0,04	17	0,70	27	0,56
Жуки	3	0,11	2	0,20	10	0,23
Поденки	23	0,38	17	0,46	33	2,01
Ручейники	83	5,24	57	8,53	77	3,01
Вислокрылые	-	-	-	-	3	0,05
Двукрылые (хируномиды)	8	0,06	-	-	8	0,04
Двукрылые (прочие)	20	0,44	4	0,23	2	0,06
Всего	616	62,21	614	112,56	705	50,56

Результаты расчетов величин суточной продукции на разных трофических уровнях в макробентокомплексах р. Левжа приведены в табл.2.

Анализ продукционного процесса на разных трофических уровнях в сообществах бентонотов р. Левжа показывает, что он в разных районах водотока протекает неодинаково. Это, очевидно, обусловлено разной степенью антрополического влияния и, особенностями соотношения систематических групп бентонтов, а также биологией превалирующих видов.

**Таблица 2**

Среднелетняя продукция макрозообентоса р. Левжа

Район реки	КДж/м <sup>2</sup>				ППР, г/м <sup>2</sup>
	P <sub>f</sub>	P <sub>p</sub>	C <sub>p</sub>	P <sub>b</sub>	
2007 г.					
Устье	44,49	15,86	9,02	51,33	1,57
Ниже рыбхоза «Левжинский»	80,73	23,67	16,66	87,74	2,69
Выше с. Ключерево	44,98	8,47	5,34	48,11	1,48
2008 г.					
Устье	32,92	9,03	5,12	36,83	1,13
Ниже рыбхоза «Левжинский»	34,50	12,80	7,47	39,83	1,15
Выше с. Ключерево	41,03	22,60	15,60	48,03	1,57

Примечание: P<sub>f</sub>, P<sub>p</sub>, P<sub>b</sub> – продукция соответственно мирных, хищных и чистая – макрозообентоса; C<sub>p</sub> – рацион хищников; ППР – потенциальный прирост рыбопродукции рыб-бентофагов.

Из таблицы видно, что величины продукции, создаваемые донными животными второго трофического уровня изменялись в широких пределах: 32,92 – 80,73 кДж/м<sup>2</sup>. Основу ее обуславливали малощетинковые черви тубифидного комплекса (*L. hoffmeisteri*, *T. tubifex*), мягкотелые, среди которых преобладали *A. solida*, *Sph. rivicola*, *E. supina*, к которым присоединились личинки ручейников (*H. ornatula*, *A. nervosa*), обладающих высокой продукционной потенциальностью [3]. В то же время продукция хищников характеризовалась более выраженным динамизмом. Наиболее значительную ее величину (23,67 кДж/м<sup>2</sup>) обеспечивали пиявки, стрекозы и клопы. Фактическая продукция макрозообентоса (при анализе ее величин по створам водотока) характеризуется той же тенденцией, что и продукция, создаваемая донными животными второго трофического уровня (см. табл.2). Значения величин в разные годы имели довольно значительные не всегда закономерные колебания, которые могут быть, видимо, обусловлены температурным фактором, сезонными изменениями состава биоценоза.

Таким образом, донная фауна р. Левжа отличается высоким уровнем количественного развития (особенно биомассы) и характеризуется весьма значительными продукционными показателями.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Голубева Г.В. Использование хирономид в индикации качества воды малых рек нечерноземной зоны РСФСР // Биоценология рек и озер Волжского бассейна. – Ярославль, 1985. – С. 34 – 61.
2. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресных водоемах: Зообентос и его продукция. – Л.: ГосНИОРХ, 1984. – 52 с.
3. Алимов А.Ф. Введение в продукционную гидробиологию. – Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 152 с.

УДК 579.64

### ВЛИЯНИЕ БАКТЕРИЙ *PSEUDOMONAS AUREOFACIENS* 2006 НА ЭНЕРГИЮ ПРОРАСТАНИЯ И ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН ТОМАТА

А.А. Лукаткин, Ю.А. Бурова, С.А. Ибрагимова  
ГОУВПО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева», г.  
Саранск

К настоящему времени достигнуты значительные успехи в области использования бактерий рода *Pseudomonas* для стимуляции роста растений и в качестве средства биологической борьбы с бактериальными и грибными заболеваниями сельскохозяйственных культур. Это направление, обогатившееся

рядом новых подходов, активно развивается в последние годы. Среди бактерий этого рода имеются виды, способные продуцировать витамины и коферменты, органические кислоты и аминокислоты, полисахариды и поверхностно-активные вещества, антибиотики и другие биологически активные соединения.

При разработке технологии биопрепаратов важно подобрать питательные среды, обеспечивающие не только максимальный выход биомассы, но и способствующие снижению себестоимости готового продукта. Перспективным является использование промышленных отходов. Одним из таких отходов сахарного производства является меласса, содержащая белки, минеральные соли, остатки полисахаридов. Использование мелассы как основы питательной среды при выращивании *P. aureofaciens* позволит удешевить технологию получения биопрепарата для стимуляции роста и защиты растений от фитопатогенных микроорганизмов.

Исходным посевным материалом служили бактерии *Pseudomonas aureofaciens* штамм 2006, выращенные на скошенном питательном агаре. Культуру поддерживали на твердой среде следующего состава, г/л: глюкоза – 5; пептон – 5; дрожжевой экстракт – 3; агар – 18, рН 7,0.

Выращивание культуры *Pseudomonas aureofaciens* 2006 проводили на питательной среде, в основе содержащей мелассу. Посевным материалом служила суточная культура бактерий *Pseudomonas*, выращенная на среде следующего состава, г/л: глюкоза – 20; пептон – 5; дрожжевой экстракт – 10, рН 7,0. Полученным инокулятом в концентрации 10% засеивали колбы Эрленмейера объемом 250 мл со 100 мл мелассы. Культивирование проводили на термостатируемой качалке при 150 об/мин в течение 23 ч при температуре 28°C. Полученную культуральную жидкость (КЖ) разводили (1:200 и 1:500) и обрабатывали семена томата, изучая ее влияние на энергию прорастания и всхожесть.

Так, при изучении энергии прорастания лучший результат был выявлен при использовании КЖ в разведении 1:200, где на третьи сутки процент проросших семян достигал 90% (таблица). Использование КЖ в разведении 1:500 привело к снижению процента проросших семян по сравнению с предыдущим вариантом опыта на 9%. При использовании КЖ *P. aureofaciens* 2006 без разведения доля проросших семян была на 5% меньше, чем при разведении 1:200. Это может быть обусловлено большей разницей осмотических давлений, то есть при разведении КЖ, когда вязкость, как и осмотическое давление, становятся меньше, вода более доступна для активации процессов набухания и прорастания семян.

**Таблица**

Влияние обработки семян томата культуральной жидкостью *Pseudomonas aureofaciens* 2006 на энергию прорастания и всхожесть, %

Время проращивания, сут	Концентрация культуральной жидкости			кон-троль
	Без разведения	1:200	1:500	
3	85±2	90±4	81±3	77±5
7	89±4	100	85±4	79±3

Данные по влиянию КЖ бактерий на всхожесть семян томата сходны с результатами по энергии прорастания (см. табл.). Так, лучшая всхожесть наблюдалась при использовании культуральной жидкости *P. aureofaciens* 2006 с разведением 1:200, когда проросли все семена в опыте. Использование КЖ без разведения снижало всхожесть на 6% по сравнению с вариантом 1:200, что может быть связано с высокой вязкостью полученной нами КЖ. Однако во всех вариантах с обработкой семян томата наблюдалась положительная тенденция повышения всхожести относительно водного контроля.

Полученные данные показывают возможность предпосевной обработки томата культуральной жидкостью *P. aureofaciens* 2006 с целью увеличения количества проросших семян. При этом использование КЖ в любой концентрации увеличивало энергию прорастания и всхожесть семян томата по сравнению с контролем. Однако лучшие результаты были получены при использовании культуральной жидкости бактерий с разведением 1:200. Положительное действие бактерий рода *Pseudomonas* на прорастание семян основано на продуцировании сидерофоров, антибиотиков (типа фенозина) и витаминов.

УДК581.5

## **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ ПОДОРОЖНИКА БОЛЬШОГО И ЧИСТОТЕЛА БОЛЬШОГО ИЗ БИОТОПОВ С РАЗНОЙ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКОЙ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА САРОВА НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Т.А. Мартынова

Муниципальное образовательное учреждение дополнительного образования детей «Станция юных натуралистов», г. Саров

Исследование биологии видов, разнообразия их жизненных форм и экологических реакций в конкретных эколого-ценотических условиях представляет необходимую основу для понимания популяционной динамики видов, разработки мер охраны и воспроизводства растительных ресурсов.

Род *Plantago* L. нельзя назвать мало изученным – многие виды этого рода, особенно подорожник большой (*Plantago major* L.), подорожник средний (*Plantago media* L.) и подорожник ланцетолистный (*Plantago lanceolata* L.) являются чрезвычайно удобными объектами для биологических исследований. Однако изучение видов рода *Plantago* на популяционном уровне до сих пор является недостаточным.

Цель работы: описать разнообразие жизненных форм, структуру и динамику ценопопуляций подорожника большого и чистотела большого на урбанизированной территории города Саров, их стратегию и жизнеспособность для обеспечения длительного существования в составе ценозов.

Задачи исследования:

1. Провести сравнительный статистический морфометрический анализ метрических признаков ценопопуляций подорожника большого в биотопах с разной степенью техногенной нагрузки .

2. Провести сравнительный анализ качественных признаков (фенов) чистотела большого в биотопах с разной степенью техногенной нагрузки.

3. Вычислить индекс фитопластичности для подорожника большого.

4. Рассчитать показатели эксцесса морфометрических признаков для ценопопуляции подорожника большого, отличающихся друг от друга степенью антропогенной нагрузки, то есть условиями произрастания.

5. Выявление зависимости показателя эксцесса выбранного морфометрического признака от благоприятности условий произрастания тест-объекта.

6. Предложение возможных вариантов применения показателя эксцесса для характеристики состояния фитоценозов различных территорий.

Нами были выбраны следующие признаки: у подорожника – длина побега, длина колоска, длина листа, длина черешка, ширина левой половины листа, ширина правой половины листа, количество жилок, общее число колосков, общее число листьев, общее количество семенных коробочек; у чистотела – фенетическая структура листьев.

Для заложения пробных площадок нами были выбраны три территории с заведомо известной степенью антропогенной нагрузки, т.е. отличающиеся друг от друга уровнем благоприятности условий:

а) территории низкой антропогенной нагрузки (парк им. Зернова, газон у церковной лавки на пр. Мира, С/Т им. Гагарина, ул. Лесная, за ТЦ «Апельсин»);

б) территории средней антропогенной нагрузки (берег оз. Борового, Детский парк, берег р. Сатис в районе Кремешков);

в) территории высокой антропогенной нагрузки (придорожный газон парка им. Зернова, периметр городской водозаборной станции, территория лыжной базы).

Изучение морфометрических статистических признаков подорожника большого позволили выявить следующую закономерность: наиболее высокий индекс фитоценотической пластичности выявлен у вегетативного признака - длина побега, а также высокий уровень фитоценотической пластичности отмечен у всех генеративных признаков.

Сравнения данных морфометрических признаков подорожника большого в условиях наиболее благоприятных и неблагоприятных показали, что достоверно меньше становятся величины вегетативных органов, но вот данные репродуктивных органов этого однозначно показать не могут.

Наибольший коэффициент асимметрии ширины листовой пластины выявлен нами на территории Садового участка № 127А, несмотря на то, что показатели имеют положительные эксцессы, т.е. находятся в условиях наиболее благоприятных.

Максимальное количество положительных эксцессов по морфометрическим признакам нами было выявлено на территории Садового участка № 127А, хотя наряду с положительными величинами эксцесса, здесь присутствует и отрицательные (по количеству жилок, длине черешка, общему количеству колосков и общему количеству листьев в побеге.)

Анализируя кривые величины эксцесса, наилучшим условием обитания была признана территория с умеренной антропогенной нагрузкой. Это можно объяснить тем, что подорожник довольно легко переносит условия антропогенного ландшафта.

Выявлено, что вдоль берега р. Сатис на луговом сообществе величина отрицательных эксцессов достигает высокого уровня скорее всего потому, что подорожник большой – рудеральный вид, который не выдерживает конкуренции с типичными луговыми видами.

Среднее значение величин эксцесса на пробных площадках с разной степенью антропогенной нагрузки, отличается друг от друга мало, что ещё раз говорит о том, что среднее значение не является показателем степени благоприятности условий обитания.

Подорожник большой и чистотел являются эксплорентами растениями. В процессе эволюции у них выработались приспособления, позволяющие конкурировать с культурными растениями, а, именно, высокая семенная продуктивность, довольно длительные сроки способности к прорастанию.

Результаты исследования ценопопуляций чистотела позволили выявить, что при повышении антропогенной нагрузки в биотопе, изменяется фенетическая структура. Наибольшее количество фенов наблюдается в условиях сильной антропогенной нагрузки, при этом снижается частота фена Т и увеличивается частота встречаемости фенов: 2Т и ТП. Только на территории лыжной базы были выявлены фены ДП, ДЛ и 2Д. В условиях повышенной антропогенной нагрузки наблюдается генетическая разнородность, возникшая под действием движущей формы естественного отбора.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Алексеев Ю. Е. и др. Травянистые растения СССР. – М.: Мысль, 1971.
2. Барабаш Г. И., Камаева Г. М. Аномальные формы растений и их популяции в рудеральных фитоценозах. – Тезисы всесоюз. совещ. «Агрофитоценозы и экологические пути повышения их стабильности и продуктивности» – Ижевск, – 1988.
3. Марков М.В. Популяционная биология растений. Изд-во Каз. ун-та, 1986 – 105с.
4. Фисюнов А.В. Сорные растения. М.: Колос, 1984 г.
5. Экологический мониторинг. Методы биомониторинга. В двух частях. Часть I. Учебное пособие/ под ред. проф. Гелашвили Д.Б. – Н.Новгород: Изд-во ННГУ, 1995, 192с.

6. Экологический мониторинг. Методы биологического и физико-химического мониторинга. Часть II. Учебное пособие./ Под ред. проф. Гелашвили Д.Б. –Н.Новгород: Изд-во ННГУ, 1998, 464с.

7. Экологический мониторинг. Часть III. Учебное пособие. / Под ред. проф. Гелашвили Д.Б. – Н.Новгород: Изд-во ННГУ, 1998. 319с.

УДК 582.711.712:57.084.2

## **ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ САХАРОЗЫ В ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ НА АДАПТАЦИЮ РАСТЕНИЙ-РЕГЕНЕРАНТОВ ЗЕМЛЯНИКИ *EX VITRO* К НЕСТЕРИЛЬНЫМ УСЛОВИЯМ**

Е.В. Мокшин, А.С. Лукаткин

ГОУВПО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева», г. Саранск

Состав питательных сред и физические условия культивирования на последних этапах клонального микроразмножения, включая индукцию ризогенеза, могут существенным образом повлиять на процесс адаптации пробирочных растений к нестерильным условиям и их дальнейшее поведение в поле.

Изучали влияние концентраций сахарозы (3% и 6%) в среде для укоренения и обработки пониженными температурами на адаптацию растений земляники садовой (*Fragaria ananassa* Duch.) сортов Зенга-Зенгана и Холидей после стандартной процедуры клонального микроразмножения. Высадку пробирочных растений проводили после отмыва корневой системы от остатков питательной среды в термически обеззараженный торфяной субстрат. Учитывали приживаемость растений, темп роста и образование вегетативных органов размножения (усов).

Исследования показали, что приживаемость пробирочных растений, прошедших этап укоренения на средах с содержанием сахарозы 6% и подвергшихся охлаждению, для всех испытанных сортов была существенно выше по сравнению с контролем. Так, для сорта Холидей этот показатель превосходил контроль на 53,4%, а в случае сорта Зенга-Зенгана – на 21,3%. Растения из опытных вариантов также превосходили контрольные и по энергии роста. Особенно это было заметно на сорте Холидей. К концу первого вегетационного периода некоторые растения, укоренившиеся на средах с 6% сахарозы, образовали усы. У сорта Холидей это наблюдалось у 29% растений (в контроле – 0), у растений сорта Зенга-Зенгана в 25,1% случаев по сравнению с 3,8% в контрольном варианте.

Таким образом, культивирование на средах, обогащенных сахарозой на последних этапах размножения *in vitro*, приводит к существенному повышению приживаемости растений-регенерантов земляники на этапе адаптации к нестерильным условиям и ускоряет их дальнейшее развитие.



**ИЗМЕНЕНИЕ УЛЬТРАСТРУКТУРЫ ХЛОРОПЛАСТОВ  
КАРТОФЕЛЯ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ТРАНСФОРМАЦИИ ГЕНОМ *desA*  
 $\Delta$ 12-АЦИЛ-ЛИПИДНОЙ ДЕСАТУРАЗЫ *SYNECHOCYSTIS* SP.  
PCC 6803 В СВЯЗИ С УСТОЙЧИВОСТЬЮ К ГИПОТЕРМИИ**

Н.В. Нарайкина, И.Н. Демин, Н.В. Астахова, Т.И. Трунова  
Учреждение Российской академии наук Институт физиологии растений им.  
К.А. Тимирязева РАН, г. Москва

Проблема устойчивости растений к низким температурам имеет большое значение в физиологии и биохимии растений в связи с глобальным изменением климата на планете, выражающемся, в частности, в резких перепадах температуры в относительно короткие промежутки времени. По мнению ряда авторов, повреждения растений при гипотермии начинаются с нарушений в структуре мембран и мембранных органелл за счет снижения степени ненасыщенности входящих в их состав жирных кислот (ЖК) и повышения вязкости мембран. [1]. Важную роль в оптимизации текучести мембран при пониженной температуре играют десатуразы жирных кислот – ферменты, катализирующие превращение одинарной (С-С) связи между атомами углерода в ацильных цепях ЖК в двойные (С=С) связи. Образование определенного количества двойных связей в ЖК снижает температуру перехода мембран из жидкокристаллической фазы в фазу геля и придает им необходимую степень текучести, что являются определяющим для функционирования множества мембраносвязанных ферментных систем, в том числе и цепей переноса электронов хлоропластов и митохондрий, в условиях пониженных температур [2].

Известно, что у высших растений устойчивость к низким температурам коррелирует с наличием в мембранах хлоропластов полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК). Экспрессия гена *fad7* десатуразы *Arabidopsis thaliana* в *Nicotiana tabacum* приводила к повышению устойчивости табака к низким температурам [2]. В одной из наших предыдущих работ было показано, что у теплолюбивых растений табака, трансформированных геном  $\Delta$ 9-ацил-липидной десатуразы, наблюдалось увеличение доли ПНЖК в мембранных липидах, что приводило к изменениям в ультраструктуре хлоропластов и повышению устойчивости трансформантов. С другой стороны, мутанты *Arabidopsis thaliana*, дефектные по генам *fad5* и *fad6* хлоропластных sn-2-пальмитолеил- $\Delta$ 12- и sn-1-олеил- $\Delta$ 12-десатураз соответственно, выращенные при низких температурах, характеризовались хлорозом листьев, замедленным ростом и нарушением формы хлоропластов [2].

В данной работе была поставлена цель, изучить действие введенного гена *desA*  $\Delta$ 12-ацил-липидной десатуразы, участвующей в образовании второй двойной связи линолевой ЖК (18:2) и повышающей содержание ПНЖК мембранных липидов, на ультраструктуру хлоропластов растений картофеля в свя-

зи с исследованием механизмов устойчивости холодостойких растений к действию низких температур.

Объектом исследования служили растения картофеля (*Solanum tuberosum* L., сорт Десница), трансформированные геном *desA*  $\Delta$ 12-ацил-липидной десатуразы цианобактерии *Synechocystis* sp. PCC 6803 (*desA-licBM3* растения). Последовательность гена десатуразы была трансляционно слита с последовательностью репортерного гена *licBM3*, кодирующего термостабильную лихеназу. Конструкция гибридных генов находилась под контролем конститутивного промотора 35S CaMV. Контролем служили нетрансформированные растения того же сорта. В ходе работы у трансформантов было подтверждено наличие и определен уровень экспрессии гена *desA* с помощью ПЦР и ОТ-ПЦР соответственно. Кроме того, ранее было показано, что введение в растения картофеля гена *desA*, способствовало повышению содержания линолевой и линоленовой ЖК [3].

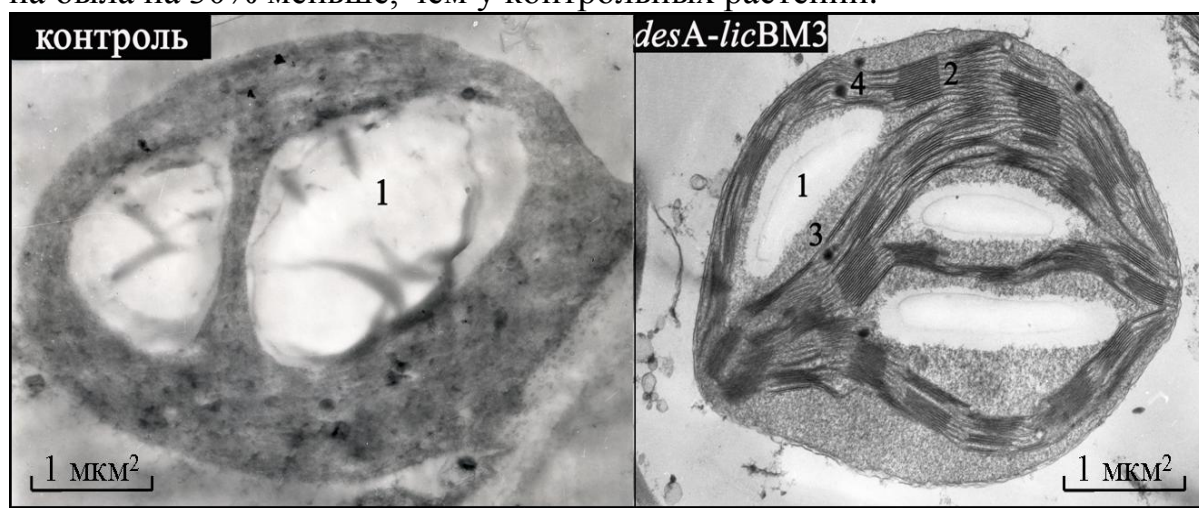
Растения выращивали *in vitro* при 24°C и 16 ч световом дне (100 мкмоль квантов/м<sup>2</sup>·с) в течение 5 недель на среде Мурасиге и Скуга в факторостатных условиях фитотрона. Для электронно-микроскопического и морфометрического исследования ультраструктуры хлоропластов листья фиксировали в течение 4 ч 2,5%-ным раствором глутарового альдегида в 0,1 М фосфатном буфере, pH 7,4. Затем после 4-кратной промывки тем же буфером рефиксировали 1%-ным раствором OsO<sub>4</sub> и заливали смолой Epon-812. Ультратонкие срезы палисадной паренхимы получали на ультрамикротоме LKB 3. Срезы просматривали в электронном микроскопе TEMSCAN 100CX2. Морфометрические исследования хлоропластов проводили на приборе MOP-VIDEOPLAN. Для электронно-микроскопических исследований брали пробы из пяти листьев четырех растений каждого варианта. Для морфометрических измерений просматривали 100 хлоропластов [4].

Для выявления различий в конститутивной устойчивости изучаемых генотипов к гипотермии проводили холодовую обработку растений. Поскольку картофель относится к группе холодостойких растений, то температуры выше 0°C, даже при длительном действии, не вызывали существенных повреждений. Отрицательные температуры, инициирующие льдообразование, сопровождались гибелью растений. Следовательно, необходимо было подобрать такой режим охлаждения, чтобы отрицательные температуры, не вызывая льдообразования, приводили к нарушениям мембраны клетки, которые можно было регистрировать по выходу электролитов. На основании предварительных опытов с различной температурой и длительностью воздействия была выбрана экспозиция при -9°C в течение 40 минут (растения в пробирках помещали в климатическую камеру при температуре 0°C, затем ее постепенно снижали до -9°C). Далее определяли устойчивость картофеля по выходу электролитов, рассчитывая ее как отношение выхода электролитов из образца после холодной обработки к полному выходу электролитов после его кипячения (в процентах) [4].

Статистическую обработку данных проводили с использованием t-критерия Стьюдента для независимых выборок (P=0,05). Представлены сред-

ние значения опыта, состоявшего из 3 биологических повторностей и их стандартные ошибки.

Электронно-микроскопические наблюдения ультраструктурной организации хлоропластов контрольных и трансгенных растений картофеля показали, что они имеют удлиненно-овальную или округлую форму и расположены вдоль стенок клеток. Хлоропласты контрольного варианта содержали более крупные, по сравнению с трансформантами, крахмальные зёрна, заполняющие большую часть их объёма (см. рисунок). При почти одинаковой площади хлоропластов (таблица) у обоих генотипов (9,10 мкм<sup>2</sup> в контроле, 9,46 мкм<sup>2</sup> у трансформанта), у трансформированных растений площадь крахмального зерна была на 30% меньше, чем у контрольных растений.



**Рисунок.** Хлоропласты контрольных и *desA-licBM3* растений картофеля. 1 – крахмальное зерно, 2 – грана, 3 – тилакоиды, 4 – пластоглобулы.

Несмотря на то, что число крахмальных зерен в одном хлоропласте у трансформанта было на 30% больше, по сравнению с контролем, общая площадь, занимаемая на срезе хлоропласта крахмальными зёрнами у этого варианта была меньше. Следует отметить, что уменьшение площади крахмальных зерен характерно и для растений томата, прошедших процесс низкотемпературного закаливания и повысивших устойчивость к гипотермии [5].

**Таблица**

Изменения ультраструктуры хлоропластов картофеля под влиянием трансформации геном *desA* Δ12-ацил-липидной десатуразы цианобактерии

объект	Площадь (мкм <sup>2</sup> )			число в одном хлоропласте				общее число тилакоидов
	хлоропласта	крахмального зерна	пластоглобулы	крахмальных зерен	гран	тилакоидов в гране	пластоглобул	
контроль	9,10 ±0,3	1,23 ±0,1	0,021 ±0,1	2,55 ±0,1	14,48 ±0,5	5,75 ±0,2	4,04 ±0,2	83
<i>desA-licBM3</i>	9,46 ±0,3	0,84 ±0,1	0,019 ±0,1	3,22 ±0,2	21,48 ±0,8	7,27 ±0,2	4,81 ±0,3	156

Под влиянием трансформации картофеля геном *desA* цианобактерии число гран в одном хлоропласте у *desA-lic*ВМЗ растений было выше почти на 50%, а количество тилакоидов в одной грани – более чем на четверть, по сравнению с контрольным вариантом. Общее же количество тилакоидов в хлоропластах трансформантов (рассчитанных на один хлоропласт путем умножения числа гран в одном хлоропласте на количество тилакоидов в грани) было почти в 2 раза больше, чем у контрольных растений. Если в контроле общее число тилакоидов равнялось 83, то у трансформированных растений оно составляло 156. Таким образом, анализ числа гран и тилакоидов в грани хлоропластов показал, что мембранная система трансформированных растений, по сравнению с контролем, более развита и упорядочена.

Изучая пластоглобулы, было показано, что генотипы картофеля не различались по их площади, однако число пластоглобул в хлоропластах трансформантов было почти на 20% выше, чем у контрольных растений, что может свидетельствовать о более интенсивном метаболизме липидов у *desA-lic*ВМЗ растений и возможной «консервации» в пластоглобулах части «липидного материала». Это подтверждает и выявленное морфометрией большее число гран, а, следовательно, и общего числа тилакоидов в одном хлоропласте (см. табл.).

По-видимому, выявленные изменения ультраструктуры хлоропластов трансформированных растений картофеля, мембраны которых обогащены ПНЖК, направлены на поддержание структуры и функций органелл и клеток в целом, что в конечном итоге приводит к повышению низкотемпературной устойчивости растений картофеля, экспрессирующих ген *desA* десатуразы цианобактерий. Это было подтверждено нами в опытах по определению устойчивости растений к гипотермии методом выхода электролитов. При оптимальной температуре выращивания (24°C) выход электролитов из листьев контрольных и трансгенных растений различался незначительно. Кратковременное охлаждение (40 минут при -9°C) увеличивало проницаемость мембран обоих вариантов, но выход электролитов из листьев контрольных растений был гораздо выше, чем у трансформантов (75 и 38% соответственно).

На основании полученных данных можно сделать вывод, что введение гена *desA*  $\Delta$ 12-ацил-липидной десатуразы, повышающей количество ПНЖК в мембранных липидах и способствующее стабилизации свойств мембран хлоропластов, позволяет структурам ЭТЦ работать более скоординировано при действии низкой температуры. В результате этого трансформированные растения приобретают повышенную устойчивость к гипотермии.

*Авторы выражают благодарность сотрудникам ИФР РАН и ИОГен РАН за предоставленный для исследований материал.*

Работа поддержана Российским фондом фундаментальных исследований (проект № 11-04-00719а и № 11-04-01509).

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Креславский В.Д., Карпентьер Р., Климов В.В., Мурата Н., Аллахвер-

диев С.И. Молекулярные механизмы устойчивости фотосинтетического аппарата к стрессу // Биол. мембраны. 2007. Т. 24. С. 195-217.

2. Лось Д.А. Десатуразы жирных кислот: адаптивная экспрессия и принципы регуляции // Физиология растений. 1997. Т. 44. С. 528-540.

3. Маали Амири Р., Голденкова-Павлова И.В., Юрьева Н.А., Пчёлкин В.П., Цыдендамбаев В.Д., Верещагин А.Г., Дерябин А.Н., Трунова Т.И., Лось Д.А., Носов А.М. Жирнокислотный состав липидов растений картофеля, трансформированных геном  $\Delta 12$ -десатуразы цианобактерии // Физиология растений. 2007. Т. 54. С. 678-685.

4. Астахова Н.В., Дёмин И.Н., Нарайкина Н.В., Трунова Т.И. Влияние гена *desA*  $\Delta 12$ -ацил-липидной десатуразы на структуру хлоропластов картофеля, в связи с устойчивостью к гипотермии. Физиология растений. Т. 58. 2011. № 1. с.21-27.

5. Трунова Т.И., Астахова Н.В. Адаптивные изменения ультраструктуры клеток томата под действием низкой температуры // Доклады АН. 1995. Т.343. №3. С.427-430.

УДК 581.526.325.2(470.345)

## К АЛЬГОФЛОРЕ ОЗЕРА МИТРЯШКИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «СМОЛЬНЫЙ» РЕСПУБЛИКИ МОРДОВИЯ

Ю.С. Орлова

ГОУВПО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева»,  
г. Саранск

Озеро Митряшки расположено в 108 квартале Барахмановского лесничества национального парка «Смольный». Его координаты по GPS 54°44' северной широты и 45°30' восточной долготы. Длина озера составляет 353 м, максимальная ширина – 55 м. Площадь озера составляет 1,8 га. Озеро располагается в типичном ольшанике с преобладанием ольхи черной. Доминирующим видом, покрывающим до 25 % водной поверхности, является телорез алоэвидный (*Stratiotes aloides* L.). На озере встречается вид, занесенный в Красную книгу Мордовии, – рогульник плавающий, или чилим (*Trapa natans* L. s. 1.).

Пробы фитопланктона собирали в 2006, 2007 и 2010 годах.

Всего за 3 года исследований в фитопланктоне озера Митряшки выявлено 76 видовых и внутривидовых таксонов пресноводных водорослей из 51 рода, 33 семейств, 33 порядков, 12 классов и 7 отделов. Список приводится ниже.

### Отдел Cyanophyta

Класс Cyanophyceae

Порядок Nostocales

Семейство Nostocaceae

1. *Anabaena spiroides* Kleb

2. *Anabaena flos - aquae* (Lyngb.)  
Breb

3. *Anabaena variabilis* Kützing

4. *Anabaena scheremetievii* Elenkin  
 5. *Anabaena constricta* (Szafer) Geitler  
 6. *Aphanizomenon flos - aquae* (L.) Ral  
 Порядок Oscillatoriales  
 Семейство Oscillatoriaceae (Kirchn.) Elenk. s. str.  
 7. *Oscillatoria limnetica* Lemm.  
 8. *Lyngbya limnetica* Lemmermann  
 Порядок Chroococcales  
 Семейство Microcystaceae Elenk  
 8. *Microcystis aeruginosa* Kutz. emend. Elenk.  
 9. *Microcystis pulvereae* var. *incerta* (Lemm.) Crow.  
 10. *Gloeocapsa limnetica* (Lemm.) Hollerb  
 11. *Gloeocapsa turgida* (Kutz.) Hollerb. emend.  
 Семейство Merismopediaceae Elenk  
 12. *Coelosphaerium Kuetzingianum* Nag.  
 13. *Merismopedia tenuissima* Lemm.  
**Отдел Bacillariophyta**  
 Класс Fragilariophyceae  
 Порядок Fragilariales  
 Семейство Fragilariaceae (Kutz.) D.T.  
 14. *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenberg  
 15. *Synedra acus* Kützing  
 16. *Fragilaria brevistriata* Grun  
 Порядок Tabellariales  
 Семейство Tabellariaceae Pant  
 17. *Tabellaria fenestrata* (Lyngb.) Kutz.  
 Класс Bacillariophyceae  
 Порядок Rhopalodiales  
 Семейство Rhopalodiaceae  
 18. *Rhopalodia gibba* (Ehrenberg) Otto Müller  
 Порядок Achnanthes  
 Семейство Cocconeidaceae

19. *Cocconeis placentula* Ehrenberg  
 Порядок Naviculales  
 Семейство Naviculaceae  
 20. *Navicula rhynchocephala* Kutz.  
 21. *Navicula cuspidata* Kutz  
 22. *Navicula radiosa* Kützing  
 Семейство Pinnulariaceae  
 23. *Pinnularia major* (Kutz.) Cl.  
 Порядок Bacillariales  
 Семейство Bacillariaceae  
 24. *Nitzschia paleacea* Grunow  
 Класс Coscinodiscophyceae  
 Порядок Biddulphioidales  
 Семейство Biddulphiaceae Schutt  
 25. *Attheya Zachariasii* Brun  
 Порядок Aulacoseirales  
 Семейство Aulacoseiraceae  
 26. *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Ralfs.  
 Порядок Thalassiosirales  
 Семейство Stephanodiscaceae  
 27. *Stephanodiscus Hantzschii* Grun  
 28. *Cyclotella radiosa* (Grunow in van Heurck) Lemmermann  
**Отдел Chlorophyta**  
 Класс Volvocineae  
 Порядок Volvocales  
 Семейство Volvocaceae  
 29. *Volvox aureus* Ehr.  
 30. *Volvox globator* Lemm.  
 31. *Eudorina elegans* Ehrenberg  
 32. *Pandorina morum* (O.F.Müller) Bory de Saint-Vincent  
 Порядок Chlamydomonadales  
 Семейство Chlamydomonadaceae  
 33. *Chlamydomonas simplex* Pascher  
 Класс Chlorophyceae  
 Порядок Chlorococcales  
 Семейство Scenedesmaceae  
 34. *Scenedesmus arcuatus* Lemmermann  
 35. *Scenedesmus bicaudatus* Dedusenko  
 36. *Scenedesmus quadricauda* (Turpin) Brébisson - Unchecked

37. *Crucigenia fenestrata* (Schmidle) Schmidle  
 38. *Crucigeniella rectangularis* (Nägeli) Komárek  
 39. *Dimorfococcus lunatus* A.Braun  
 40. *Schroedriela robusta* Korsch.  
 41. *Coelastrum microporum* Nägeli  
 42. *Coelastrum astroideum* De Notaris  
 Семейство Hydrodictyaceae  
 43. *Pediastrum tetras* (Ehrenberg) Ralfs  
 Семейство Sphaerocystidaceae  
 44. *Sphaerocystis planctonica* (Korsch.) Bourr.  
 Семейство Botryococcaceae  
 45. *Dictyosphaerium pulchellum* Wood  
 46. *Dictyosphaerium ehrenbergianum* Nägeli  
 47. *Dictyosphaerium granulatum* Hindák  
 Семейство Radiococcaceae  
 48. *Coenococcus planctonica* Korshikov  
 Семейство Chlorellaceae  
 49. *Tetraedron minimum* (A.Br.) Hansgirg  
 50. *Tetrastrum triangulare* (Chodat) Komárek  
 51. *Tetrastrum staurogemaeforme* (Schröder) Lemmermann  
 Семейство Oocystaceae  
 52. *Oocystis borgei* J.Snow  
 53. *Lagerheimia genevensis* (Chodat) Chodat  
 54. *Nephrochlamys subsolitaria* (G.S.West) Korshikov  
 Семейство Selenastraceae  
 55. *Monoraphidium arcuatum* (Korshikov) Hindák  
 56. *Monoraphidium irregulare* (G.M.Smith) Komárková-Legnerová  
 57. *Selenastrum bibrayanum* Rein- sch

58. *Selenastrum gracile* Reinsch  
 Класс Conjugatophyceae  
 Порядок Zygnematales G.M. Smith  
 Семейство Desmidiaceae Ralfs  
 59. *Staurastrum uniseriatum* G. Nygaard  
 Семейство Peniaceae  
 60. *Closterium acutum* Brébisson ex Ralfs  
 61. *Closterium acerosum* (Schrank) Ehrenberg ex Ralfs  
 62. *Closterium limneticum* Lemm.  
 63. *Closterium macilentum* Brébisson  
**Отдел Chrysophyta**  
 Класс Chrysomonadineae  
 Порядок Ochromonadales  
 Семейство Euochromonadaceae  
 64. *Dinobryon elegans* A.A.Korshikov  
**Отдел Dinophyta**  
 Класс Dinophyceae  
 Порядок Peridinales  
 Семейство Peridiniaceae Pauls  
 65. *Peridinium bipes* Stein  
 Семейство Glenodiniaceae  
 66. *Glenodinium quadridens* (Stein) Schiller  
 67. *Glenodinium oculatum* Stein  
 Порядок Gonyaulacales  
 Семейство Ceratiaceae  
 68. *Ceratium hirundinella* (O.F.M.) Bergh.  
**Отдел Euglenophyta**  
 Класс Euglenophyceae  
 Порядок Euglenales  
 Семейство Euglenaceae Klebs  
 69. *Euglena minima* France  
 70. *Euglena viridis* (O.F.Müller) Ehrenberg  
 71. *Euglena spiroides* Lemmermann  
 72. *Trachelomonas planctonica* Svirnenko  
 73. *Trachelomonas volvocina* (Ehrenberg) Ehrenberg

## **Отдел Xantophyta**

Класс Heterococophyceae

Порядок Heterococcales

Семейство Centritractaceae

74. *Centritractus belonophorus*  
(W.Schmidel) E.Lemmermann

75. *Bumilleriopsis peterseniana*  
Vischer & Pascher

Класс Heterotrichophyceae

Порядок Tribonematales

Семейство Tribonemataceae

76. *Tribonema viride* Pascher

УДК 574.21:581.112.4:574.41

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ БИОИНДИКАЦИОННОЙ ОЦЕНКИ АТМОСФЕРНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРОДА СЕМЕЙ**

М.С. Панин, А.Ж. Есенжолова, Г.М. Есильканов, А.С. Торопов  
*Семипалатинский государственный педагогический институт, Республика Казахстан, г. Семей*

В современных городах существует необходимость оценки экологического состояния атмосферного воздуха городских агломерации, в пределах которых имеет место интегральное воздействие большого числа негативных факторов, приводящее к значительному ухудшению условий жизни населения.

Оценку состояния городской среды можно проводить биоиндикационным методом, т.е. с использованием живых организмов, в частности, растений. Данный метод является весьма точным и удобным. С помощью растений можно различать степень загрязнения воздуха, почв, выделять источники загрязнения и т.д. [1].

Выделяют различные подходы для интегральной характеристики качества среды с помощью дендрофлоры. К ним относятся: оценка состояния стабильности развития растительного организма, которая характеризуется уровнем флуктуирующей асимметрии листовой пластинки [2], морфометрические показатели ассимиляционных органов хвойных деревьев [3], зольность и накопление различных видов загрязнителей, в первую очередь тяжелых металлов (ТМ) [4].

Несмотря на значительный прогресс развития инструментальных методов определения загрязняющих веществ в абиотических компонентах окружающей среды (атмосферный воздух, вода, снег, почва), реакция растительного организма позволяет оценить антропогенное воздействие на среду обитания в показателях, имеющих биологический смысл, а зачастую и таких, которые можно перенести и на человека [1].

Целью исследования было изучение возможности комплексного исследования по аккумуляции ТМ и морфометрических изменений дендрофлоры для биоиндикации атмосферного загрязнения города Семей.



Были исследованы площадки города Семей с различной антропогенной нагрузкой. В соответствии с инфраструктурными особенностями и характером озеленения города условно были выделены четыре зоны: рекреационная (скверы, парки), селитебная (жилые дворы), транспортная (вдоль дорог) и промышленная зоны (непосредственно вблизи заводов). В качестве биоиндикаторов для оценки загрязнения атмосферного воздуха города Семей использована хвоя ели сибирской (*Picea obovata* L.) и сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), листья березы повислой (*Betula pendula* Roth.). Эти древесные растения, согласно литературным данным, являются чувствительными индикаторами; так же эти виды широко распространены в городе.

Оценка флуктуирующей асимметрии билатеральных организмов хорошо зарекомендовала себя при определении общего уровня антропогенного воздействия. Уровень флуктуирующей асимметрии у *B. pendula* Roth. в большей степени зависел от места отбора пробы. В транспортной зоне он составил – 0,064, в промышленной – 0,055, рекреационной и жилой зоне – 0,047. Согласно пятибалльной шкале отклонения от нормы [2], асимметричность *B. pendula* Roth в транспортной зоне соответствует 3 баллам (средний уровень загрязнения), в промышленной – 2 баллам (выше нормы), в жилой и рекреационной – 1 баллу (норма).

Биоиндикация загрязнения атмосферы по совокупности морфометрических показателей хвои *P. obovata* L. включала в себя измерение таких параметров, как длина и ширина хвои, продолжительность ее жизни, число хвоинок на 10 см побега и масса 1000 штук; также были измерены длина и ширина осевых побегов и их ветвление, а у хвои *P. sylvestris* L. внимательно осматривали хвою второго сверху участка центрального побега и по шкале определяли класс повреждения и продолжительность жизни хвои [5].

Данные морфометрического анализа, свидетельствуют о том, что длина хвои и линейный прирост побега напрямую зависят от техногенной нагрузки точек отбора проб хвои. Наиболее информативными признаками по отношению к антропогенному влиянию являются изменение веса хвои и количество хвоинок на 10 см побега. Так, масса 1000 хвоинок пробы *P. obovata* L., отобранной возле Силикатного завода (промышленная зона), составила 3,04 г, а с острова Полковничьевого (рекреационная зона) – 5,12 г. Подтверждают угнетение жизнедеятельности хвои возле завода большая скученность хвоинок на 10 см.

Зольность представляет собой важный биогеохимический показатель. Зольность растений позволяет получить представление о степени загрязнения атмосферного воздуха, характеризуя газопоглотительную способность растений [1].

Средняя зольность листьев *B. pendula* Roth. составила 6,6%, а хвои *P. obovata* L. – 6,9% и *P. sylvestris* L. – 7,1%. Выявлено, что зольность изучаемых древесных растений, отобранных на участках с различной техногенной нагрузкой, значительно различалась. Максимальное значение зольно-

сти растений приурочено к транспортной и промышленной зонам, а минимальное – к жилой зоне.

Одними из приоритетных загрязнителей города Семей являются ТМ, это связано с деятельностью крупных предприятий строительного и тепло-энергетического комплексов, а также с автомобильным транспортом. Содержание ТМ в листьях *B. pendula* Roth. и хвое *P. obovata* L., *P. sylvestris* L. колебалось в широких пределах и зависело от зоны города. Наибольшему загрязнению ТМ подвержены деревья, произрастающие в промышленной и транспортной зоне, а наименьшему – в жилой зоне.

Средняя концентрация ТМ в листьях *B. pendula* Roth. составила следующий убывающий ряд (мг/кг воздушно-сухой массы): Zn (80,7) > Cu (4,4) > Pb (0,8) > Cd (0,2)

Концентрация металлов в хвое *P. obovata* L. и *P. sylvestris* L. возрастала пропорционально возрасту хвои (от хвои 1 года к хвое 4 года). По величине среднего содержания в хвое *P. obovata* L. исследуемые ТМ располагались в следующем убывающем порядке (мг/кг воздушно-сухой массы): Zn (53,7) > Cu (17,8) > Pb (2,1) > Cd (0,3); для *P. sylvestris* L.: Zn (64,1) > Cu (12,5) > Pb (2,6) > Cd (0,4).

Выраженные различия в показателях флуктуирующей асимметрии листьев *B. pendula* Roth. и накоплении ТМ листьями *B. pendula* Roth. и хвоей *P. obovata* L. и *P. sylvestris* L., отобранных в разных районах города, говорит о большом биоиндикационном потенциале изученных видов и параметров их оценки, так как они достоверно отражают уровень техногенной нагрузки в зависимости от функциональной зоны города Семей.

С помощью различных способов биоиндикации была проведена комплексная оценка состояния воздушной среды города Семей. Специфика загрязняющих веществ городской среды определяет реакцию растений, которая проявляется как в угнетении жизненных процессов и изменении функций, так и в аккумулятивной стратегии растения в отношении поллютантов. Сочетание изучения морфометрических и экологических показателей растений с количественным определением приоритетной группы токсикантов позволит сформировать комплекс мер биологического мониторинга городской среды.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Уфимцева М.Д., Скарлыгина Н.В. Фитоиндикация экологического состояния урбоэкосистем Санкт-Петербурга. – СПб.: Наука. – 2005 г. – 339 с.

2. Захаров В.М., Чубинишвили А.Т.. Мониторинг здоровья среды на охраняемых природных территориях.– М.: Центр экологической политики России, 2001. – 78 с.

3. Биоиндикация наземных экосистем: Пер. с нем./ Под ред. Р. Шуберта. – М.: Мир, 1988. – 350с.

4. Башмаков Д.И., Лукаткин А.С. Эколого-физиологические аспекты аккумуляции и распределения тяжелых металлов у высших растений. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2009. – 236 с.

5. Федорова А.И., Никольская А.И. Практикум по экологии и охране окружающей среды: Учеб. пособие для студ. ВУЗов – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2003. – 250 с.

УДК 581.1

## **ВЛИЯНИЕ ДЕСАТУРАЗ ЖИРНЫХ КИСЛОТ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФОТОСИНТЕЗА В РАСТЕНИЯХ ТАБАКА В УСЛОВИЯХ ГИПОТЕРМИИ**

В.Н. Попов, О.В. Антипина

*Учреждение Российской академии наук Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН, Москва*

Среди важнейших физиологических процессов растений фотосинтез является одним из наиболее чувствительных к низким температурам. Сохранение фотосинтеза при низких положительных температурах является важным фактором холодового закаливания [1]. Известно, что способность клеток растений к закаливанию в значительной степени определяется возможностью синтезировать ненасыщенные жирные кислоты и, в результате этого, поддерживать необходимую текучесть мембран в ответ на снижение температуры окружающей среды. Снижение степени ненасыщенности жирных кислот при гипотермии вызывает фазовый переход липидов, что приводит к нарушению работы ферментов, локализованных на мембранах хлоропластов и ингибированию фотосинтеза [2].

В связи с этим было необходимо изучить влияние десатураз, вызывающих увеличение содержания ненасыщенных жирных кислот, на  $\text{CO}_2$ -газообмен теплолюбивых растений табака в условиях действия низких положительных температур. Объектом исследования служили теплолюбивые растения табака (*Nicotiana tabacum* L., сортотип Samsun). Растения размножали черенкованием и культивировали на минеральном субстрате (перлит) в камере фитотрона ИФР РАН при температуре 22–24°C, 16-часовом фотопериоде и освещенности 5 клк. Для опытов использовали растения в возрасте шести недель. Закаливание растений проводили в климатической камере Binder KBW-240 (Германия), в условиях 16-часового фотопериода и освещенности 5 клк в течение шести суток при температуре 8°C. Данная температура относится к диапазону закаливающих температур для теплолюбивых растений и была подобрана в ходе предварительных опытов. Определение содержания липидов и их жирнокислотного состава осуществляли методом газожидкостной хроматографии [3]. Исследования

CO<sub>2</sub>-газообмена включали измерение скоростей видимой ассимиляции CO<sub>2</sub> и темнового дыхания [4].

Исследования показали, что липиды листьев табака при 22°C включали основные жирные кислоты с длинной цепи 13–20 атомов углерода. Главными жирными кислотами липидов были пальмитиновая (16:0) – 19,5%, линолевая (18:2) – 12,5% и линоленовая (18:3) – 42,5%, в значительном количестве содержались также гексадекатриеновая (16:3) – 6%, пальмитолеиновая (16:1) – 3,8%, и стеариновая (18:0) – 2,6%. В растениях, подвергшихся закаливанию (8°C, 6 суток), происходили изменения в содержании главных жирных кислот. Состав жирных кислот отличался от контроля пониженным содержанием пальмитиновой (16:0) – 14,8 %, пальмитолеиновой (16:1) – 2,0%, стеариновой (18:0) – 2,0%, и повышенным уровнем гексадекатриеновой (16:3) – 6,1%, линолевой (18:2) – 14,8% и линоленовой (18:3) – 56,5%.

Таким образом, в листьях при закаливании снижалось содержание 16:0, 18:0 (насыщенные ЖК) и 18:1 (мононенасыщенные ЖК), и в то же время, повышалось содержание 18:2 и 18:3 (ди- и триеновые ЖК). Похожие изменения наблюдали в листьях растений озимой пшеницы в ходе закаливания к морозу, в которых возрастало содержание линоленовой кислоты в суммарных липидах с 68,7% до 74,9%, а концентрация пальмитиновой и линолевой кислот несколько снижалась [5]. Способность клеток растений к увеличению количества ненасыщенных жирных кислот в мембранных липидах связывают с работой ферментов десатураз, которые отвечают за образование двойных связей в их цепях [6]. Поскольку соотношение насыщенных и ненасыщенных кислот смещалось за время закаливания в сторону преобладания ненасыщенных жирных кислот, главным образом за счет увеличения количества линоленовой кислоты с 42,5 до 56,5 %, которая в значительном количестве содержится в мембранах хлоропластов, то мы должны были определить эффективность работы фотосинтетического аппарата растений табака при гипотермии.

Нами было отмечено, что показатели интенсивности фотосинтеза и дыхания во время закаливания снижались, но в разной степени. При температуре 22°C фотосинтез растений табака, не подвергшихся закаливанию, достигал значения 8,6 мг CO<sub>2</sub>/г сухой массы в ч. В закаленных растениях этот показатель снижен более чем в 2 раза и составляет 3,9 мг CO<sub>2</sub>/г сухой массы в ч. Интенсивность дыхания растений при 22°C составляла 4,0 мг CO<sub>2</sub>/г сухой массы в ч, а в результате закаливания, данная величина снижалась в два с половиной раза (до 1,5 мг CO<sub>2</sub>/г сухой массы в ч).

Снижение фотосинтеза в меньшей мере, чем дыхания отмечали также при закаливании растений озимой пшеницы и озимой ржи [7]. Например, наблюдающееся при низких температурах более интенсивное накопление биомассы озимой рожью по сравнению с озимой пшеницей авторы работы [7] связывают с более высоким отношением фотосинтез/дыхание у этого вида. Увеличение этого отношения (видимого фотосинтеза к темновому дыханию) рассматривается как положительное свойство, позволяю-

щее более экономно расходовать усваиваемый углерод в условиях низкотемпературного стресса [8], в то время как рост растений практически прекращается.

При закаливании исследуемых растений табака происходило увеличение отношения фотосинтез/дыхание, указывающего, в какой степени фотосинтез преобладает над дыханием. Если в контрольных растениях табака оно было равно 2,1 то в закаленных растениях, данное отношение возросло на 23% и составляло уже 2,6.

Итак, отношение видимого фотосинтеза к темновому дыханию, служащее количественной мерой способности растений к закаливанию, у контрольных растений табака оказалось меньше, чем у закаленных растений. Очевидно, это связано с сильным ингибированием одной из компонент дыхания – дыхания роста. Изменения  $\text{CO}_2$ -газообмена такого рода, как известно, служат предпосылкой накопления большего числа продуктов фотосинтеза, обеспечивающих комплекс адаптационных перестроек метаболизма, позволяющих выживать растениям при низких температурах [4].

Таким образом, полученные результаты позволяют предположить, что за время закаливания в мембранах хлоропластов, за счет работы десатураз жирных кислот, происходит значительное накопление линоленовой кислоты. Благодаря этому растения табака при пониженных температурах способны сохранять фотосинтетическую активность, хотя она и снижается в 2 раза. При этом за счет повышения отношения фотосинтез/дыхание, должно накапливаться больше продуктов фотосинтеза, которые обеспечивают пластические и энергетические затраты клеток в процессе закаливания, что в конечном итоге, приводит к повышению устойчивости растений табака к гипотермии.

Работа поддержана грантом РФФИ 09-04-00355а.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Трунова Т.И. Растение и низкотемпературный стресс. 64-е Тимирязевское чтение. М.: Наука, 2007. 54 с.
2. Тарчевский И.А. Метаболизм растений при стрессе. Казань, 2001. 448 с.
3. Цыдендамбаев В.Д., Верещагин А.Г. Исследование липидов корня сахарной свеклы в связи с функцией сахаронакопления // Физиология растений. 1980. Т.27. С. 778-784.
4. Klimov S.V., Astakhova N.V., Trunova T.I. Changes in photosynthesis dark respiration rates and photosynthetic carbon partitioning in winter rye and wheat seedlings during cold hardening // J. Plant. Physiol. 1999. V.155. P. 734-739.
5. Шаяхметова И.Ш., Трунова Т.И., Цыдендамбаев В.Д., Верещагин А.Г. Роль липидов клеточных мембран в криокаливании листьев и узлов кущения озимой пшеницы // Физиология растений. 1990. Т.37. С. 1186-1995.

6. Лось Д.А. Молекулярные механизмы холодоустойчивости растений // Вестник РАН. 2005. Т.75. С. 338-345.
7. Winzeler M., McCullough D.E., Hunt L.A. Leaf gas exchange and plant growth of winter rye, triticale, and wheat under contrasting temperature regimes // Crop Science. 1989. V 29, № 5. P. 1256-1260.
8. Кириченко Е.Б., Кудрэ А., Вейссейр Ф., Аддад С., Чернядьев И.М. Действие низкой температуры на CO<sub>2</sub>-газообмен растений хлебных злаков // Доклады АН СССР. 1991. Т.317, (1), 246-250.

УДК 581.1

**НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ МЕТАБОЛИЗМА РАСТЕНИЙ  
КАРТОФЕЛЯ, ТРАНСФОРМИРОВАННЫХ ГЕНОМ  
Δ12-АЦИЛ-ЛИПИДНОЙ ДЕСАТУРАЗЫ ЦИАНОБАКТЕРИИ  
*SYNECHOCYSTIS SP.***

Е.В. Прядехина, П.В. Лапшин, Н.О. Юрьева, Н.В. Загоскина  
*Учреждение Российской академии наук Институт физиологии растений  
им.К.А. Тимирязева РАН, Москва*

Одной из важнейших сельскохозяйственных культур, используемых человеком в пищу, является картофель. В его клубнях содержится крахмал, витамины, минеральные вещества и другие соединения. Картофель при оптимальных условиях произрастания даёт в 2–3 раза больше сухого вещества с гектара посевных площадей, чем зерновые культуры. Более 50% его мирового производства идет для питания человека, 30% – на корм животным, 3–4% – для получения крахмала и спирта, и около 10% – на посадочный материал. Однако ежегодно свыше 20–25% общего валового сбора урожая картофеля теряется от различных болезней, а также других воздействий, к которым можно отнести и действие низких температур (особенно на ранних стадиях онтогенеза).

Для повышения продуктивности и устойчивости растений используются новые технологии, к числу которых относится метод генетической трансформации. Картофель, наряду с другими представителями семейства Solanaceae, был в числе первых объектов, в которые были введены агробактерии *Agrobacterium tumefaciens* и *Agrobacterium rhizogenes* [5, 6]. Использование *A. tumefaciens* для введения «нужных» генов позволило получить растения с повышенной пищевой ценностью, устойчивостью к абиотическим стрессам (холоду, засолению, действию гербицидов).

Способность клеток растений к низкотемпературной адаптации связывают с изменением состояния мембран за счет увеличения количества ненасыщенных жирных кислот (ЖК) в составе липидов. Эту роль могут выполнять десатуразы – ферменты, отвечающие за образование двойных связей в цепях ЖК. Они обладают высокой специфичностью по отноше-

нию как к длине углеводородной цепи, так и к месту возникновения двойной связи. Мембранные липиды клеток, как правило, содержат ЖК из 16 или 18 атомов углерода. При этом первая двойная связь всегда формируется после 9-го атома углерода (положение  $\Delta 9$ ), вторая – в положении  $\Delta 12$ , далее – в положениях  $\Delta 15$  и  $\Delta 6$ . У цианобактерии *Synechocystis* за это ответственны ацил-липидные десатуразы –  $\Delta 9$ -десатураза (ген *desC*),  $\Delta 12$ -десатураза (ген *desA*),  $\Delta 15$ -десатураза (ген *desB*),  $\Delta 6$ -десатураза (ген *desD*). Судя по литературным данным, активность  $\Delta 12$ -десатуразы может служить критерием устойчивости организма к воздействию стрессоров.

Благодаря успехам современной молекулярной биологии и биотехнологии можно создавать генетически модифицированные растения с повышенной устойчивостью к действию неблагоприятных факторов, в том числе и путем экспрессии генов различных десатураз цианобактерий в клетки высших растений. Было показано, что введение в растения картофеля гена *desA*, кодирующего ацил-липидную  $\Delta 12$ -десатуразу ЖК цианобактерии *Synechocystis* sp., способствовало повышению содержания ненасыщенных ЖК в листьях трансгенных растений. В частности, в тканях трансформантов существенно изменилось содержание линолевой ( $\Delta 9,12 - 18:2$ ) и линоленовой ( $\Delta 9,12,15 - 18:3$ ) кислот. В большинстве линий содержание  $18:2$  увеличивалось от 35 до 72% от общего количества ЖК.

Важным моментом является изучение не только изменений в составе ЖК мембран растительных клеток, но и других физиолого-биохимических характеристик трансгенных культур. В связи с этим целью нашего исследования являлось изучение трансгенных растений картофеля (*Solanum tuberosum* L., раннеспелый сорт Скороплодный) со средним (Л1) и высоким (Л2) уровнем экспрессии гена *desA* из термофильной цианобактерии *Synechocystis* sp.

Трансгенные растения были получены в Институте общей генетики РАН и культивировались в коллекции Института физиологии растений РАН на агаризованной питательной среде МС, содержащей 2% сахарозы, при 22°C и 16-часовом фотопериоде. Последовательность генов десатураз была трансляционно слита с последовательностью репортерного гена *LicVM3*, кодирующего термостабильную лихеназу. Экспрессия данных генов была подтверждена с помощью метода ПЦР и определения активности репортерного белка лихеназы. Контролем служили нетрансформированные растения того же сорта. Определяли высоту растений (возраст 60 дней), число междоузлий, сырой и сухой вес. В листьях, срезанных со срединной части растений, анализировали содержание фотосинтетических пигментов (хлорофилла *a* и *b*), фенольных соединений и флавоноидов. Все определения проводили в трехкратной биологической повторности.

Установили, что линии растений картофеля, трансформированные геном *desA*, были выше, чем контроль, имели большее число междоузлий и вес. Для них характерно и более высокое содержание хлорофилла *a*, *b* и каротиноидов в листьях. Наибольшие различия отмечены для хлорофилла *a* (в 2,2 и 3,7 раза для растений с высоким и средним уровнем экспрессии

гена *desA*, соответственно). У трансгенных растений также выше содержание фенольных соединений, в том числе и флавоноидов, наиболее характерных для зеленых тканей растений.

Таким образом, растения картофеля, трансформированные геном  $\Delta 12$ -ацил-липидной десатуразы из цианобактерии *Synechocystis* sp., характеризуются более интенсивным ростом, повышенным содержанием фотосинтетических пигментов и фенольных соединений по сравнению с контрольными растениями.

УДК 582.933(470.345)

### О НАХОДКЕ *PLANTAGO ARENARIA* WALDST. ET KIT. В ЧАМЗИНСКОМ РАЙОНЕ РЕСПУБЛИКИ МОРДОВИЯ

Е.Ю. Пустакина

ГОУВПО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева»,  
г. Саранск

Подорожник песчаный (*Plantago arenaria* Waldst. et Kit. [*P. indica* L., *P. scabra* Moench; *Psillium arenarium* (Waldst. et Kit.) Mirb. ] – однолетнее травянистое растение семейства *Plantaginaceae* высотой 15–30 см, шерстисто-опушенное, с ветвистым густолиственным стеблем. Листья 2–5 см длиной, до 5 мм шириной, сидячие, супротивные, линейные или узколинейные. Соцветия – густые, яйцевидные или продолговатые колосья, на длинных ножках, верхние собраны зонтиком. Прицветники нижних цветков соцветия – яйцевидные, с длинным заостренным травянистым кончиком. Венчик беловатый, трубочка венчика пушистая, с острыми дольками. Плод – овальная одно-двусеменная коробочка. В Средней полосе Европейской части России *Plantago arenaria* известен во всех областях [1, 2].

Встречается по сосновым лесам, по песчаным дорогам, в карьерах, в населенных пунктах, по железнодорожным путям. Впервые в Мордовии был отмечен в Темниковском районе у с. Пурдошки, 27.06.1965, Кухальская (GMU). Позднее собирался в окрестностях пос. Зубова Поляна, колхоз «Красный Октябрь», у дороги 22.07.1977, Селезнева, Зарубина, Ивашкина (GMU); на правом берегу реки Мокши у Санаксарского монастыря, 25.07.1978, Григорова (ГМГЗ). Встречался также в Ковылкинском районе в поселке Силикатный, по железной дороге, 24.08.1979, Т.Б. Силаева; в Краснослободском районе село Песочная Лосевка, у дороги на песке, 15.07.1980, Т.Б. Силаева, К. Волчанский, А. Девятов; в Саранске на станции Саранск – 2, железная дорога, 16.09.1982, Т.Б. Силаева (все – MW) [3].

Примечательно, что в 80-е годы XX века произрастал в большом количестве на разбитых песках в сосняках в Симкинском лесничестве Большеберезниковского района [4]. В последние годы его здесь обнаружить не удается, несмотря на специальные поиски во время регулярных студенче-



ских практик на расположенной рядом биостанции Мордовского государственного университета. Вероятно, поэтому в последней сводке по флоре Республики Мордовия для Большеберезниковского района он не отмечен [2]. Создается впечатление, что растение исчезло и в некоторых других пунктах.

В ходе специальных полевых исследований синантропной флоры Чамзинского района *Plantago arenaria* был обнаружен нами в пос. Чамзинка на железнодорожной насыпи у платформы возле железнодорожной станции, 20.07.2009, Е. Пустакина, Т.Б. Силаева (GMU). Отмечены немногочисленные особи. Получается, что это первая находка подорожника песчаного на территории Республики Мордовия в XXI веке. Впервые вид приводится для территории Чамзинского района.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Маевский П.Ф. Флора средней полосы Европейской части России / П.Ф. Маевский. – 10-е изд. – М.: КМК, 2006. – 600 с.
2. Агаев М.Г. Расселение растений и его эволюционная роль / М.Г. Агаев // Проблемы изучения адвентивной флоры СССР (Материалы совещания, 1-3 февраля 1989 г.). – М.: Наука. – С. 13 – 15.
3. Сосудистые растения Республики Мордовия (конспект флоры) : монография / Т.Б. Силаева, И.В. Кирюхин, Г.Г. Чугунов и др.; – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2010. – 352 с.
4. Тихомиров В. Н. Конспект флоры Мордовского Присурья. Сосудистые растения / В. Н. Тихомиров, Т. Б. Силаева – М. : Изд-во Москов. ун-та., 1990. – 82 с.

УДК 581.2.02

#### **ВЛИЯНИЕ ГЕРБИЦИДА ПАРАКВАТ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ПЕРЕКИСНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ И АКТИВНОСТЬ КАТАЛАЗЫ В ПРОРОСТКАХ ПШЕНИЦЫ**

М.М. Русяева, О.В. Нуштаева, А.С. Безбородова, А.Н. Гарькова  
ГОУВПО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева»,  
биологический факультет, г. Саранск

В настоящее время широкое развитие химической борьбы с сорняками объясняется тем, что гербициды в достаточной степени безопасны для культурных растений и высокоэффективны в борьбе с сорняками. В литературе есть много сведений о том, как влияют гербициды на биохимические и физиологические процессы в растениях. В основном это негативное влияние: угнетение фотосинтеза [1, 2], дыхания, синтеза необходимых для растения веществ [3]. Токсическое действие гербицидов может проявляться в ингибировании антиокислительных ферментов [4, 5] и усилении перекисного окис-

ления липидов (ПОЛ). При этом в растениях может наблюдаться окислительный стресс, характеризующейся повышением содержания активированных форм кислорода с одновременным снижением активности антиоксидантных ферментов. Для лучшего понимания механизмов действия гербицидов изучали влияние параквата на активность каталазы и интенсивность ПОЛ в листьях пшеницы.

Паракват (N,N'-диметил-4,4'-бипиридина дихлорид) – производное виологена, широко используется как сильный гербицид неспецифического действия. Объектом для работы служили растения озимой пшеницы (*Triticum vulgare* L., сорт Мироновская 808), которые выращивали в сосудах с почвой при температуре 23–25°C, плотности потока фотонов около 80 мкМ·м<sup>-2</sup>·с<sup>-1</sup>, фотопериоде 12/12 ч до возраста 7 д. Растения обрабатывали растворами гербицида в концентрациях 0,1 мкМ; 1 мкМ; 10 мкМ (контрольные – водой). Спустя 1, 2 и 3 сут после обработки в листьях растений определяли активность каталазы (по методике, приведенной в [6]) и интенсивность ПОЛ (по накоплению продукта окисления малонового диальдегида (МДА) по цветной реакции с тиобарбитуровой кислотой (ТБК) [7]).

В листьях озимой пшеницы в результате воздействия различных концентраций гербицида паракват уровень МДА возрастал (таблица 1). В течение трех суток измерений интенсивность ПОЛ была выше контроля при всех концентрациях (кроме 0,1 мкМ на 1 сутки), максимум ПОЛ (на 49-66% выше контроля) в листьях озимой пшеницы наблюдался на 3-й день измерения, особенно при концентрации препарата 10 мкМ.

**Таблица 1**

Влияние различных концентраций гербицида паракват на интенсивность ПОЛ в листьях пшеницы, мкМ МДА/г сырой массы

Объект	Дни после обработки	Концентрация гербицида, мкМ			
		0 (вода)	0,1	1	10
Пшеница	1	2,4±0,1	2,0±0,1	2,8±0,1	3,4±0,1
	2	2,4±0,1	3,4±0,2	2,5±0,2	2,7±0,1
	3	2,2±0,1	4,3±0,3	4,4±0,2	6,5±0,3

При обработке пшеницы гербицидом паракват для всех концентраций было выявлено снижение активности фермента каталазы (на 10–60% к контролю) на 1-е сутки (таблица 2). На 2-е сутки активность ка-

**Таблица 2**

Влияние разной концентрации гербицида паракват на активность каталазы в листьях пшеницы, мМ/г ткани·мин

Объект	Дни после обработки	Концентрация гербицида, мкМ			
		0 (вода)	0,1	1	10
Пшеница	1	115,0±10,8	104,2±9,6	46,0±8,4	51,8±9,2
	2	111,2±10,0	122,8±10,7	117,0±10,0	148,0±10,4
	3	110,4±8,2	111,0±9,8	111,0±9,7	104,1±10,7

талазы была выше контроля на 5–25%, причем с увеличением концентрации активность фермента возрастала. На следующий день эксперимента активности каталазы не различалась в разных вариантах опыта.

Таким образом, активность каталазы была достаточно низкой и превысила контроль лишь на вторые сутки исследования; интенсивность ПОЛ в течение 3 дней исследования была высокой, с максимумом на 3 сутки.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ (АВЦП «Развитие научного потенциала высшей школы», проект 2.1.1/624).

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Lambrev P., Ivanov S., Goltsev V. Effect of prolonged action of subherbicide concentration of atrazine on the protosynthetic function of pea plants // Докл. Българ. АН. – 2003. – V. 56, №3. – P. 59–62.

2. Kummerova M., Kmentova M., Koptikovi J. Effect of fluoranthene on growth and primary processes of photosynthesis in faba bean and sunflower // Rostl. Vyroba. – 2001. – V. 77, №8. – P. 344–351.

3. Владимиров Ю.А. Свободные радикалы в первичных фотобиологических процессах // Биол. мембраны. – 1998. – Т. 15, вып. 5. – С. 517–529.

4. Miteva L., Ivanov S., Alexieva V., Karanov E. Effect of herbicide glyphosate on glutathione-S-transferase and glutathione reductase activities in two plants species // Докл. Българ. – 2003. – V. 56, №1. – P. 79–84.

5. Мартинова В. В., Більчук В. С. Вплив оброблення гербіцидами кукурудзі і пшениці на вуглеводний обмін у зерні // Укр. біохім. ж. – 2001. – Т. 74, № 4. – С. 130.

6. Лукаткин А.С. Вклад окислительного стресса в развитие холодового повреждения в листьях теплолюбивых растений. 2. Активность антиоксидантных ферментов в динамике охлаждения // Физиология растений. – 2002. – Т. 49. – С. 878–885.

7. Лукаткин А.С. Вклад окислительного стресса в развитие холодового повреждения в листьях теплолюбивых растений. 1. Образование активированных форм кислорода при охлаждении растений // Физиология растений. – 2002. – Т. 49. – С. 697–702.

УДК 581.2

#### ДЕЙСТВИЕ ИОНОВ $Pb^{2+}$ И РИБАВ-ЭКСТРА НА УРОВЕНЬ СУПЕРОКСИДНОГО АНИОН-РАДИКАЛА В РАСТЕНИЯХ ФАСОЛИ

К.А. Сазанова, Д.И. Башмаков, А.С. Лукаткин  
ГОУВПО «МГУ им. Н.П. Огарева», г. Саранск

Одной из самых актуальных проблем современности является загрязнение природной среды тяжелыми металлами (ТМ). Свинец –

широко распространенный во внешней среде и один из наиболее опасных загрязнителей. В небольших количествах повышает содержание крахмала, ускоряет прорастание семян. Но в больших концентрациях способен ингибировать активность фотосистемы II, дыхание, также влияет на поглощение воды, биосинтез хлорофилла и минеральное питание.

Также тяжелые металлы индуцируют окислительный стресс избыточным образованием активных форм кислорода (АФК), что приводит к увеличению перекисного окисления липидов, проницаемости мембран и соответственно выхода электролитов из клетки. Однако закономерности индукции окислительного стресса в клетках растений при действии ТМ не выяснены. Также очень мало данных по возможности воздействовать на степень токсичности ТМ для растений посредством обработки регуляторами роста. Поэтому в работе изучали влияние природного регулятора роста Рибав-Экстра на скорость генерации супероксидного анион-радикала в молодых растениях фасоли (*Phaseolus vulgaris* L.) сорта Сакса на фоне ионов  $Pb^{2+}$ .

В предварительных опытах было выяснено, что наиболее эффективной концентрацией Рибав-Экстра была 10 ppm, а вариант обработки – 1 час замачивания. Во всех сериях опытов часть семян замачивали один час в препарате Рибав-Экстра в концентрации 10 ppm, а часть – в дистиллированной воде. Затем их переносили на растворы, содержащие 1 мМ, 0,1 мМ, 10 мкМ и 1 мкМ ионов свинца. На 10-е сутки опыта определяли уровень стрессового воздействия по скорости генерации супероксидного анион-радикала (спектрофотометрическим методом, основанным на цветной реакции супероксидного анион-радикала с адреналином, в результате которой образуется адренохром).

Показано, что максимальную скорость генерации супероксидного анион-радикала индуцировали ионы  $Pb^{2+}$  в концентрации 1 мМ. По мере уменьшения концентрации ионов свинца в растворе снижался и уровень супероксидного анион-радикала. Регулятор роста Рибав-Экстра существенно снижал скорость генерации  $O_2^{\cdot-}$  на фоне всех изученных концентраций ионов свинца. Так, при концентрации  $Pb^{2+}$  1 мМ стационарный уровень  $O_2^{\cdot-}$  был ниже водного контроля на 49%, при 0,1 мМ – на 56%, при 10 мкМ – на 54%, при 1 мкМ – на 53%. У растений, обработанных регулятором роста (без воздействия ионов  $Pb^{2+}$ ), уровень  $O_2^{\cdot-}$  был на 40% ниже, чем у контрольных растений.

Проанализировав полученные результаты, можно сделать заключение, что при действии ионов свинца на растения фасоли повышается генерация супероксидного анион радикала. Регулятор роста Рибав-Экстра способствует значительному снижению скорости генерации супероксидного анион-радикала при всех изученных концентрациях  $Pb^{2+}$ .

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ (АВЦП «Развитие научного потенциала высшей школы», проект 2.1.1/624).

## К АДВЕНТИВНОЙ ФЛОРЕ РОМОДАНОВСКОГО РАЙОНА

М.С. Самошкина, А.А. Хапугин

Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева, г. Саранск

Ромодановский район расположен на северо-западных склонах Приволжской возвышенности в бассейне р. Инсар. Протяженность района с севера на юг порядка 35 км, с запада на восток – 33 км, площадь – 77730 га, из них на сельскохозяйственные угодья приходится 60259 га, в том числе, 49569 га – на пашни. Ромодановский район расположен в лесостепной зоне, но леса занимают всего лишь 3% от его территории. Они представлены небольшими массивами [1, 2].

Флора Ромодановского административного района на данный момент насчитывает 736 видов, в том числе 156 адвентивных и 580 аборигенных видов [3]. Большая доля (21,1%) заносных объясняется тем, что флора района исторически формировалась под влиянием хозяйственной деятельности человека, о чем свидетельствует то, что 77,5 % площади района занято сельскохозяйственными угодьями. Наиболее динамичным и нестабильным компонентом любой флоры являются адвентивные виды растений. Они не свойственны естественной флоре и, внедряясь в ценозы, иногда могут вытеснять аборигенные виды растений. Наиболее агрессивные инвазионные виды заносят в Черные книги [4].

Нами проанализирован адвентивный компонент флоры Ромодановского района с целью выявить таксономическую структуру и группы адвентивных видов по способу иммиграции и степени натурализации.

Адвентивный компонент флоры Ромодановского района насчитывает 156 видов, которые относятся к 35 семействам и 121 роду. Первую десятку семейств по количеству видов составляют *Compositae* (23 вида), *Gramineae* (22 вида), *Cruciferae* (19 видов), *Chenopodiaceae* (13 видов), *Rosaceae* (10 видов), *Leguminosae* (8 видов), *Labiatae* (5 видов), *Polygonaceae* (4 вида), *Caryophyllaceae* (4 вида), *Umbelliferae* (4 вида). Также 6 семейств содержат по 3 вида, 7 семейств – по 2 вида и 12 семейств содержат по 1 виду адвентивной фракции флоры. Как отсюда видно, в первой триаде лидирующее положение сохраняется, как и во флоре региона, за *Compositae* и *Gramineae*, а на третье место выходит *Cruciferae*, представители которого свойственны для Средиземноморья. В первой десятке преобладают семейства, свойственные аридным областям. А семейство *Superaceae*, находящееся во флоре Республики Мордовия на третьем месте по количеству видов, не содержит чужеродных видов и поэтому отсутствует в составе адвентивной фракции.

По степени натурализации адвентивные растения делятся на 4 группы: эфемерофиты – виды, существующие в месте заноса не более 1–2 лет и затем исчезающие; колонофиты – виды, способные удерживаться и возобновляться на месте заноса без дальнейшего распространения; эпекофиты –

растения, способные распространяться по различным типам антропогенных местообитаний; агриофиты – виды, способные проникать в состав естественных ценозов. Численное соотношение групп адвентивных растений таково: эфемерофиты – 35 видов, колонофиты – 28, эпектофиты – 74, агриофиты – 16 видов. Отсюда видно преобладание видов стабильного компонента адвентивной флоры (эпектофиты и агриофиты), что говорит о высокой приспособленности чужеродных видов к естественным условиям среды. Группа эфемерофитов – наиболее нестабильный компонент адвентивной фракции флоры, и число видов в ней может меняться в зависимости от наличия или отсутствия путей заноса их диаспор. Особенно актуально это для Ромодановского района, так как станция «Красный Узел», находящаяся в пос. Ромоданово, является одной из крупных железнодорожных станций Республики Мордовия.

По способу заноса среди адвентивных видов выделяются 3 группы: ксенофиты – занесенные непреднамеренно, эргазиофиты – преднамеренно занесенные растения, ксено-эргазиофиты – виды, заносимые человеком во флору как преднамеренно, так и случайно. Численное соотношение групп адвентивных видов по этому показателю в Ромодановском районе таково: ксенофиты – 91 вид, эргазиофиты – 46, ксено-эргазиофиты – 18 видов. Значительное преобладание по числу видов первой группы (583 % от общего количества видов адвентивной фракции флоры) говорит о преимущественно непреднамеренном заносе чужеродных видов на территорию района.

В составе адвентивной фракции флоры Ромодановского района выделяется группа видов, достоверно зарегистрированных только отсюда. Ее составляют 6 видов: *Agropyron desertorum* (Link.) Schult. (вдоль дороги в с. Чуфарово – MW), *Bassia sedoides* (Pall.) Aschers. (в окрестностях с. Кочуново, верхняя часть склонов южной экспозиции – GMU), *Mercurialis annua* L. (по обочине ж.-д. полотна ст. Красный Узел – GMU), *Orobanche cumanana* Wallr. (в окрестностях с. Алтары, в посеве подсолнечника колхоза «Шефная звезда» – GMU), *Ambrosia psilostachya* DC. (на территории Ромодановского хлебокомбината), *Artemisia santonica* L. (станция «Красный Узел», вдоль путей сообщения – MW, GMU) [5–7]. Все они являются по степени натурализации эфемерофитами, то есть самым нестабильным компонентом адвентивной флоры. Эти виды могут легко исчезнуть из флоры.

Таким образом, в составе адвентивной флоры Ромодановского района преобладающее положение занимают виды, непреднамеренно заносимые человеком. Одновременно с этим в составе адвентивной флоры большое количество видов содержит ее стабильный компонент – агриофиты и эпектофиты (в сумме 90 видов – 57,7% всех заносных видов), которые способны проникать в естественные ценозы и при наличии благоприятных условий вытеснять аборигенные виды. Поэтому изучение их биологии и экологии, выявление новых их местонахождений становится актуальным, особенно в природоохранной деятельности.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. География Мордовской АССР: учеб. пособие / С.П. Евдокимов, М.М. Голубчик и др. ; отв. ред. С.П. Евдокимов. – Саранск : изд. Мордов. ун-та, 1983. – 304 с.
2. Общая характеристика муниципального района [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.romodanovo-rm.ru/2011/02/06/generalnyj-plan-salminskogo-selskogo-poseleniya/> – Заглавие с экрана.
3. Сосудистые растения Республики Мордовия (конспект флоры) / Под ред. Т.Б. Силаевой. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2010. – 352 с.
4. Виноградова Ю.К. Черная книга флоры Средней России: чужеродные виды растений в экосистемах Средней России / Ю.К. Виноградова, С.Р. Майоров, Л.В. Хорун. – М. : ГЕОС, 2010. – 512с.
5. Бармин Н.А. Новые заносные виды в Мордовии. / Н.А. Бармин // Бюл. МОИП. Отд. биол. – 1998. – Т. 103. – Вып. 6. – С. 59–60.
6. Бармин Н.А. Адвентивная флора Республики Мордовия: дис. ... канд. биол. наук / Н.А. Бармин. – М., 2000. – 302 с.
7. Бармин Н.А. Направленность процесса синантропизации адвентивной флоры Мордовии / Н.А. Бармин // Роль ботанического сада в интродукции, сохранении редких видов растений и экологическом воспитании: Материалы регион. науч. конф., посвящ. 40-летию ботанического сада МГУ им. Н.П. Огарева (Саранск, 18–20 сентября 2000 г.). – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2001. – С. 37–41.

УДК 630\*581 524 34

### СОСТОЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ВЕРХОВЫХ И ПЕРЕХОДНЫХ БОЛОТАХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ ПРИ НЕФТЯНОМ ЗАГРЯЗНЕНИИ

Е.С. Серикова, М.Н. Казанцева

*Тюменский государственный университет, г. Тюмень*

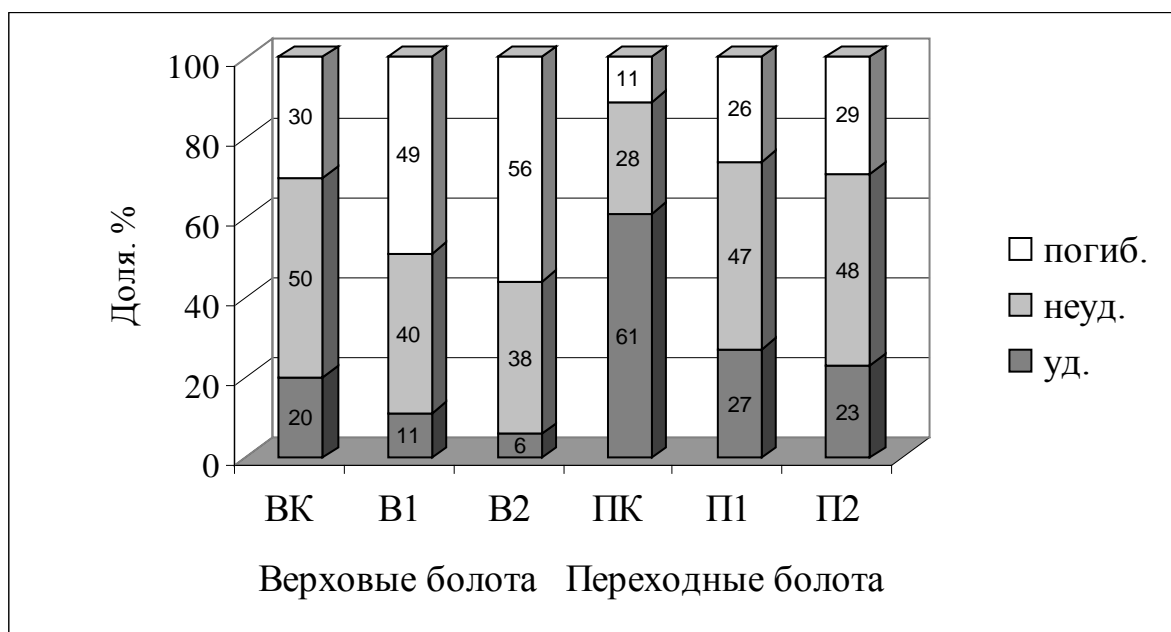
Западная Сибирь является главной нефтедобывающей базой России. Здесь добывается почти 70% российской нефти. С добычей нефти связан целый комплекс острых экологических проблем, важнейшей из которых является проблема углеводородного загрязнения.

Одна из актуальных экологических проблема региона – нефтяное загрязнение болот. Это связано с высокой заболоченностью Западно-Сибирской равнины, достигающей местами 80%. Зональным типом болот в районе исследования являются верховые олиготрофные болота. Низинные и переходные болота имеют меньшее распространение и в значительно меньшей степени изучены последствия их загрязнения нефтью.

Цель настоящего исследования – изучить состояние растительности при нефтяном загрязнении верховых и переходных болот.

Работы проводились в 2009 и 2010 годах на нефтяных месторождениях Среднего Приобья. Материалом послужили данные шести пробных площадей, две из них заложены на загрязненных нефтью верховых болотах (В1 и В2), две – на переходных (П1 и П2). Объем вылитой нефти на В1 и П1 составил около 4 тонн, на В2, П2 – около 10 тонн. Дата разливов на всех участках – 2008 год. Контрольные площади заложены соответственно на чистых верховом (ВК) и переходном (ПК) болотах. Размер каждого участка 2500 м<sup>2</sup> (50х50м).

Древесная растительность на пробных площадях представлена болотной формой сосны обыкновенной и березой пушистой, не образующих сомкнутых насаждений. Проведенные учеты показали увеличение общего количества угнетенных и погибших деревьев на загрязненных участках прямо пропорционально степени загрязнения (рис.1). На участках с сильной степенью загрязнения суммарное количество деревьев этих категорий составляет на верховых болотах 94%, на переходных – 77%. Учитывая относительно небольшой срок, прошедший с момента загрязнения, можно ожидать, что со временем доля погибших деревьев на всех опытных участках будет увеличиваться за счет экземпляров находящихся в настоящее время в неудовлетворительном состоянии.



**Рисунок 1.** Распределение деревьев по категориям состояния

Общее состояние древесной растительности на верховых болотах существенно хуже даже на контрольной площади. Мы объясняем это худшими условиями минерального питания растений на болотах этого типа.

На всех пробных площадях были проведены учеты естественного возобновления древесных пород, на 25 учетных площадках размером 1х1 м. На верховых болотах преобладающим является подрост сосны, на переходных возрастает присутствие лиственных пород (табл.1). Распределение подроста по площади участков крайне неравномерное. Если в контроле в



основе такой неравномерности лежат естественные причины (количество и характер размещения мочагин, плотность моховой подушки и травяно-кустарничкового яруса), то на опытных участках добавляются факторы, связанные с количеством вылитой нефти и особенностями ее распространения по площади

Жизненное состояние подроста на нефтяных разливах снижалось пропорционально степени загрязнения, особенно существенно на переходных болотах. Количество благонадежного подроста на В1 составило 62% от контрольного уровня, на П1 – 30%; на В2 и П2 – 24% и 19% соответственно.

**Таблица 1**

Численность подроста разных пород на пробных площадях, шт./м<sup>2</sup>

Пробные площади	Сосна		Береза		Осина	
	X±m	CV	X±m	CV	X±m	CV
ВК	1,6±0,2	92,0	0,4±0,1	161,7	-	-
В1	0,8±0,1	81,9	0,4±0,1	147,8	-	-
В2	0,8±0,2	95,4	0,4±0,1	157,9		
ПК	1,6±0,3	47,7	0,7±0,2	144,3	-	-
П1	0,7±0,4	219,3	0,6±0,2	305,6	0,5±0,2	312,3
П2	0,3±0,2	288,6	0,5±0,2	400,2	-	-

Примечание: X±m–среднее значение с ошибкой, CV–коэффициент вариации, %

Нефтяное загрязнение вызвало изменения в структуре и продуктивности нижних ярусов болотного фитоценоза. Загрязненные участки имели достоверно меньшие значения всех основных показателей живого напочвенного покрова: проективного покрытия, видовой насыщенности, надземной фитомассы (табл. 2). Достоверность различий с контролем почти во всех случаях подтверждается на уровне 0,1%, кроме фитомассы на П2 (1%). Лучше сохранялась растительность на свободных от нефти вершинах кочек.

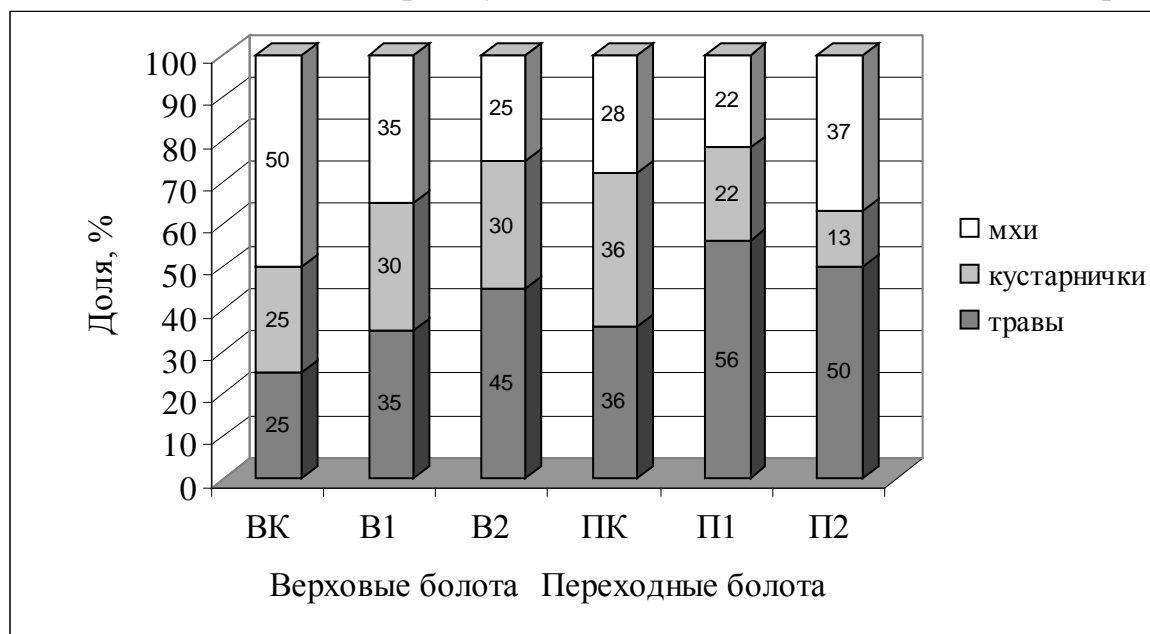
На загрязненных участках обоих типов болот отмечаены существенные перестройки в структуре живого напочвенного покрова, происходило перераспределение в нем роли различных групп растений (рис.2).

**Таблица 2**

Характеристика живого напочвенного покрова на пробных площадях

Пробные площади	Проективное покрытие, %		Насыщенность, вид./м <sup>2</sup>		Фитомасса, г/кв.м	
	X±m	CV	X±m	CV	X±m	CV
ВК	90,5±0,3	3,2	3,5±0,2	10,8	73,6±0,3	13,7
В1	70,5±0,5	14,6	2,7±0,3	9,8	61,3±0,6	22,4
В2	60,0±0,2	18,3	2,0±0,2	24,7	53,2±0,4	33,6
ПК	93,2±2,3	9,2	3,8±0,2	9,8	86,5±4,8	12,4
П1	77,3±1,5	46,7	2,3±0,3	33,4	52,7±5,6	23,9
П2	63,2±2,4	67,4	2,0±0,2	53,5	47,5±16,2	76,2

Доля трав при загрязнении возростала, что может свидетельствовать об их большей устойчивости к нефти. Эта группа растений представлена в основном осоками и пушицей, на устойчивость которых к нефтяному загрязнению указывают и другие исследования. Наименьшую устойчивость к нефти на верховых болотах показали мхи, на переходных – вересковые кустарнички. На участках с наиболее высоким содержанием нефти их доля в живом напочвенном покрове уменьшилась соответственно в 2 и 2,8 раза.



**Рисунок 2.** Соотношение разных групп растений на пробных площадях

Таким образом, нефтяное загрязнение верховых и переходных болот оказывает негативное влияние на состояние всех структурных компонентов фитоценоза: приводит к угнетению и гибели древесной растительности, снижению продуктивности живого напочвенного покрова, перераспределению в нем роли отдельных групп растений.

УДК 581.142/.143:631.524.86:631.53.027.2

## **ВЛИЯНИЕ ЗАЩИТНО-СТИМУЛИРУЮЩИХ СОСТАВОВ НА РОСТ ПРОРОСТКОВ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА (*LINUM USITATISSIMUM* L.) В УСЛОВИЯХ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО СТРЕССА**

**А.Ф. Судник, Н.А. Ламан, Л.Б. Куканего**

*ГНУ «Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф.Купревича НАН Беларуси», г.Минск, Беларусь*

В последнее время для предпосевной обработки семян широкое распространение получают композиции с включением регуляторов роста, что позволяет снизить дозы химических средств защиты без существенной по-

тери их биологической эффективности, снять стрессорное влияние на растения пестицидов и неблагоприятных погодных условий.

Ранее нами были изучены особенности действия на посевные качества семян и физиолого-биохимические особенности проростков разработанных защитно-стимулирующих составов для инкрустации семян льна-долгунца, включающих аналоги зарегистрированного фирменного протравителя фунгицидного действия с торговой маркой Раксил Т (тебуконазол, 15 г/л + тирам, 500 г/л; норма расхода – 2 л/т семян) (Байер КропСайенс ГмбХ, Германия), инсектицид имидаклоприд и смесь брассиностероидов (БС) – эпи- и гомобрассинолида (ЭБ + ГБ, 1, 10 и 20 мг/т семян) в пленкообразователе на основе полимера поливинилацетата. Выявлен наиболее эффективный состав – тебуконазол (доза 75% от рекомендуемой) + тирам (доза 75% от рекомендуемой) + имидаклоприд + ЭБ + ГБ (10 мг/т). При его применении по сравнению с Раксилом Т всхожесть семян не изменялась, но увеличивались длина и масса корней на 24,6 и 34,1%, длина гипокотилей и масса семядолей – на 20,6 и 21,6% соответственно, количество в них сахаров – на 21,2% за счет как углеводных мономеров, так и сахарозы.

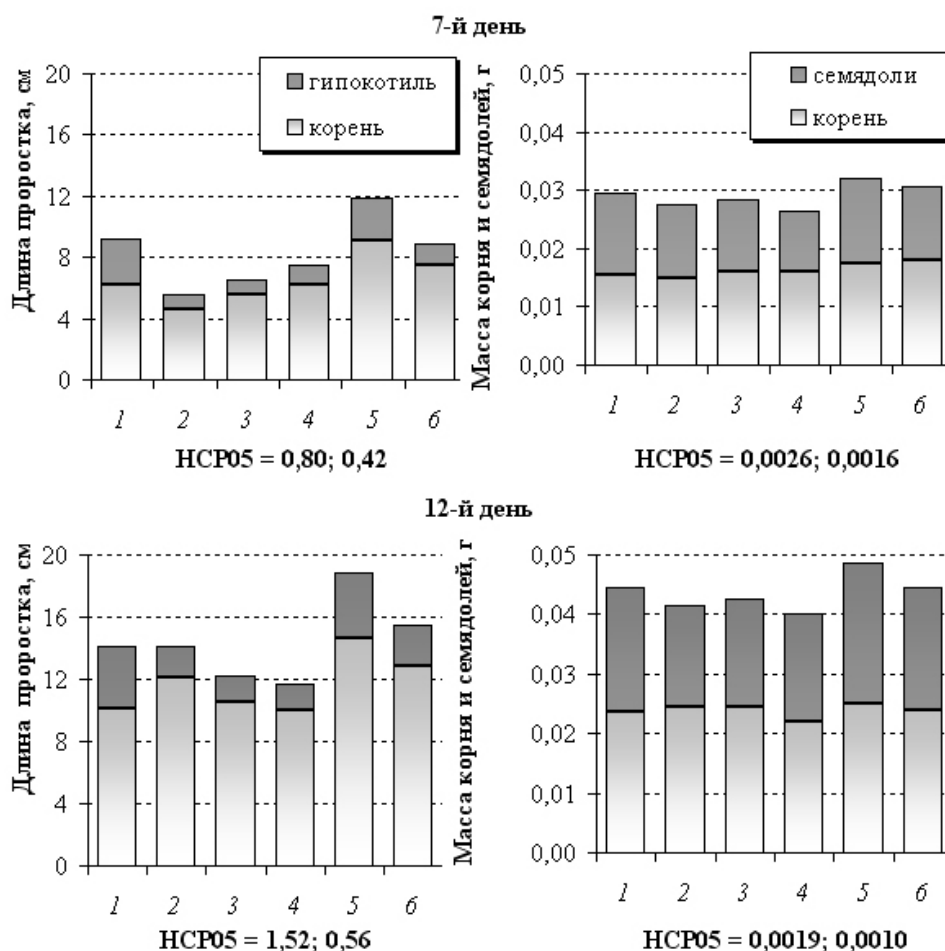
В продолжение указанных исследований изучены особенности действия разработанного состава на выживаемость и рост проростков льна-долгунца в условиях низкотемпературного стресса. Проращивание семян в рулонах осуществляли по ГОСТ 12038-84 [1] и методике проращивания плоских и мелких семян, описанной в [2] с некоторой модификацией, оценку физиологического состояния проростков – по [3]. Определение относительной морозостойкости проростков осуществляли по методике [4] с некоторой модификацией. Рулоны с 3-дневными проростками из термостата ТПС помещали в морозильный ларь GTL 3005 на 24 ч: 4 ч – закаливание при +4°C, 6 ч – промораживание при температурах -3, -4, -5°C, и 14 ч – адаптация при +4°C. На 5-е сутки рулоны выставляли в условия искусственного освещения интенсивностью 7,5 тыс. люкс (16/8 ч свет/темнота). На 7-й день производили подсчет выживших проростков. Повреждающей оказалась температура -3°C – после 6-часового промораживания проростки не выживали. Далее проростки промораживали от 1 до 4 ч с интервалом 15 мин при температурах -3, -4, -5°C с целью определения оптимального времени нахождения проростков в условиях стресса под действием подобранных температур. Установлено, что после 3-часового промораживания при температуре -5°C выживаемость контрольных проростков, формирующихся из необработанных семян, составляла 83,0%. В дальнейших исследованиях для создания низкотемпературного стресса 3-дневные проростки льна-долгунца закаливали 7 ч при +4°C, далее промораживали 3 ч при температуре -5°C и затем адаптировали 14 ч при +4°C.

Установлено, что в низкотемпературном контроле и вариантах, обработанных Раксилом Т и разработанными фунгицидными аналогами, выжило около 80% проростков. При добавлении в состав с тебуконазолом и тирамом в 75%-ной дозе имидаклоприда выживаемость проростков снижалась до 65%. Однако при включении в такую композицию смеси БС в дозе

10 мг/т семян исследуемый показатель увеличился примерно до 80%, т.е. не отличался от контроля и варианта с Раксилон Т.

В низкотемпературном контроле выжившие проростки характеризовались некоторым снижением относительно оптимального контроля линейных размеров гипокотыля при существенном снижении длины корня на 7-12-й день (67,2-70,1%) и его массы на 7-й день (81,6%).

В условиях холодогового стресса (рисунок) в вариантах, обработанных Раксилон Т и всеми разработанными композициями, включающими соединения фунгицидного или, особенно, фунгицидного и инсектицидного действия, по сравнению с низкотемпературным контролем наблюдалось к тому же очень сильное торможение роста надземной части проростков. Так после использования для инкрустации семян состава с тебуконазолом, тирамом в 75%-ной дозе и имидаклопридом на 7-12-й день линейные размеры гипокотыля снизились до 44,1-41,3%, а масса семядолей – до 75,0-85,7% соответственно относительно контроля.



**Рисунок.** Влияние обработки семян защитно-стимулирующими составами на длину проростков, массу корней и семядолей льна-долгунца сорта «Пралеска» в условиях низкотемпературного стресса:

1 – контроль; 2 – Раксил Т; 3 – тирам + тебуконазол (100%-ная доза);  
 4 – тирам + тебуконазол (75%-ная доза) + имидаклоприд; 5 – ЭБ + ГБ (10 мг/т);  
 6 – тирам + тебуконазол (75%-ная доза) + имидаклоприд + ЭБ + ГБ (10 мг/т)

При добавлении смеси БС в состав с тебуконазолом, тирамом в 75%-ной дозе и имидаклопридом отмечено достоверное увеличение длины гипокоты на 12-й день на 23,3%, массы семядолей, а также длины и массы корня на 7–12-й дни на 14,3–11,9%, 21,3–28,4%, 12,9–8,5% соответственно. По сравнению с низкотемпературным контролем разработанный защитно-стимулирующий комплекс вызывал увеличение длины корня на 7–12-й день на 21,3–27,4%, а его массы преимущественно на 7-й день на 16,1%, по сравнению с эталоном Раксил Т длина и масса корня на 7-й день увеличивалась на 47,2% и 19,3% соответственно, что связано, вероятно, в том числе и с накоплением сахаров, выполняющих полифункциональную роль при низкотемпературной адаптации растений [5].

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. – Введ. 19.12.84. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 57 с.
2. Ламан Н.А., Будаев С.И., Барнатович О.Э. Проращивание мелких, плоских и долго прорастающих семян рулонным методом с использованием синтетической вентиляционной сетки // Весці Акадэміі аграрных навук РБ. – 2000, № 4. – С. 57–61.
3. Алексейчук Г.Н. Сила роста семян зерновых культур и ее оценка методом ускоренного старения // Под ред. Н.А.Ламана / Ин-т экспериментальной ботаники НАН Беларуси. – Минск: ИООО «Право и экономика», 2009. – 44 с.
4. Самыгин Г.А. Быстрое определение относительной морозостойкости образцов пшеницы путем промораживания проросших семян // В кн.: Методы определения морозостойкости растений / Отв. ред. И.И.Туманов. – М.: Наука, 1967. – С. 77–84.
5. Трунова Т.И. Растение и низкотемпературный стресс / Отв. ред. В.В.Кузнецов. – М.: Наука, 2007. – 54 с.

УДК 595.768.12(470.345)

### ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЛИСТОЕДОВ (COLEOPTERA, CHRYSOMELIDAE) МОРДОВИИ

Тимралеев З.А., Бардин О.Д., Сусарев С.В.

*ГОУВПО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва», Саранск*

В основу настоящей работы положены результаты сборов и обработка материала, собранного авторами в 1995–2009 гг. на территории Мордовии. В результате исследований в пределах республики нами зарегистрировано 116 видов жуков-листоедов.

Листоеды характеризуются очень тесными связями с растительностью. Приуроченность их к определенным биотопам зависит от распределения кормовых растений, условий микроклимата и типа растительных ассоциаций. Исходя из данных соображений, нами проведен анализ соотношения отдельных видов Chrysomelidae по экологическим группировкам. К одной экологической группе, выделенной на основании биотопического преферендума, мы отнесли виды, встречающиеся только в определенной группе биотопов и единично в других (табл.). В тех случаях, когда вид был редким, принимались во внимание литературные данные [1, 2]. На основании полученных данных всех выявленных видов листоедов мы отнесли к 7 экологическим группам.

**Таблица**

Биотопическое распределение видов жуков-листоедов различных экологических групп

Экологическая группа	Биотопы										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Околоводная	+	+	+		•••	•••					•••
Луговая			+		+						•••
Лугово-лесная			+	+	+	•••	+				•••
Лугово-степная			•••					+	+	•••	
Лесная			•••	+	+	•••	+	•••			+
Лесо-степная				+	+			+		•••	•••
Степная			•••		•••						

Биотопы: 1 – стоячие водоемы и заводы рек; 2 – побережья водоемов; 3 – пойменные луга; 4 – лиственные леса; 5 – мезофиты опушки лиственного леса; 6 – антропогенные биотопы; 7 – ксерофитные опушки лиственного леса; 8 – луговая степь; 9 – разнотравно-злаковые степные участки; 10 – степные склоны на известняках; 11 – хвойные леса. (+) – вид встречается; (•••) – вид редок.

Анализ данных показал, что в фауне листоедов исследуемого региона самой многочисленной по количеству видов является степная экологическая группа, включающая 56 видов (41,2 %). Среди них наиболее обычны *Crioceris duodecimpunctata*, *Oulema melanopus*, *Lema cyanella*, *Clytra laeviuscula*, *Cryptocephalus aureolus*, *Cr. biguttatus*, *Cr. laetus*, *Cr. anticus*, *Cr. virens*, *Pachnephorus tessellatus*, *Chrysolina hyperici*, *Ch. staphylaea*, *Galeruca tanacetii*, *G. pomonae*, *Phyllotreta vittula*, *Hispa atrra*, *Chaetocema concinna*, *Cassida nebulosa*, *C. lineola* и др.

Околоводная группа представлена 52 видами (38,2 %), среди которых наиболее широко распространены *Danacia fennica*, *D. aquatica*, *D. dentata*, *D. impressa*, *D. vulgaris*, *D. bicolor*, *Plateumaris sericea*, *P. braccata*, *Smaragdina aurita*, *Chrysolina staphylaea*, *Chrysomela populi*, *Ch. saliceti*, *Ch. vigintipunctata*, *Gonioctena viminalis*, *Lochmaea caprea*, *Psylliodes affinis*.

К луговой экологической группе приурочен 41 вид (30,1 %). Это такие виды как *Cryptocephalus sericeus*, *Gastrophysa polygoni*, *Smaragdina af-*

*finis*, *S. aurita*, 4 вида из подсемейства Galerucinae, 12 видов из подсемейства Alticinae и 5 видов из подсемейства Cassidinae.

Лесная экологическая группа в фауне исследуемого региона насчитывает 36 видов (26,5 %). Среди них наиболее обычными являются такие виды как *Liliocerus merdigera*, *Labidostomis humeralis*, *L. longimana*, *Cryptocephalus chrysopus*, *Ch. bipunctatus*, *Ch. biguttatus*, *Ch. cordiger*, *Chrysolina fastuosa*, *Chrysomela tremula*, *Ch. collaris*, *Ch. saliceti*, *Gonioctena decemnotata*.

К лугово-степной экологической группе отнесено 14 видов (10,37): *Crioceris duodecimpunctata*, *Labidostomis longimana*, *Cryptocephalus biguttatus*, *Chrysolina hyperici*, *Gastrophysa polygoni*, *G. viridula*, *Crepidodera aurata*, *C. fulvicornis*, *C. plutus*, *Altica tamaricis*, *Longitarsus jacobae*.

Наименьшим видовым разнообразием представлена лесо-степная экологическая группа, насчитывающая 7 видов (5,1 %): *Labidostomis longimana*, *Cryptocephalus moraci*, *Ch. biguttatus*, *Chrysolina fastuosa*, *Ch. hyperici*, *Galeruca tanacetii*, *Longitarsus jacobae*.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Дубешко Л.Н., Медведев Л.Н. Экология листоедов Сибири и Дальнего Востока. – Иркутск: Изд-во Иркутск. ун-та., 1989. – 224 с.
2. Палий В.Ф. Распространение, экология и биология земляных блошек фауны СССР. – Фрунзе., 1962. – 118 с.

УДК 632.937.15: 632.4

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГРИБОВ РОДА *FUSARIUM* В БИОЛОГИЧЕСКОМ КОНТРОЛЕ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Л.В. Трефилова, Л.И. Домрачева, А.Л. Ковина  
*Вятская государственная сельскохозяйственная академия, г. Киров*

Среди фитопатогенов грибам рода *Fusarium* принадлежит особое место как наиболее вредоносным и токсикогенным. Фузариозные инфекции занимают лидирующее положение среди других болезней сельскохозяйственных и декоративных культур [1–3]. Поэтому изучение биологии, экологии, распространения, биотехнологических возможностей грибов этого рода представляет большой интерес. К числу аспектов, позволяющих судить о роли фузариев в биологическом контроле состояния окружающей среды, можно отнести следующие.

1. Количественный учёт микромицетов стандартными методами путём посева на соответствующие плотные питательные среды позволяет сравнительно быстро дифференцировать фузариев по характеру роста колоний от представителей другой микобиоты, подсчитать численность грибов рода *Fusarium* в исследуемых средах (почве, воде, воздухе, раститель-

ных объектах) и провести их выделение в чистую культуру с последующим определением до вида. Подобный приём даёт возможность провести предварительную оценку фузариозного загрязнения и предполагаемой фитотоксичности среды.

2. Очень часто массовое размножение фузариев (до 200 тыс. макроконидий/см<sup>2</sup>) сопровождается повышенной активностью нематод (до 200 экземпляров/см<sup>2</sup>). Фузариозно-нематодный комплекс обладает большой потенциальной опасностью для высших растений, создавая угрозу их двойного поражения [4]. Исследования, проведённые в 2003–2010 гг., показывают, что фузариозная контаминация почвы характерна не только для агроценозов, но и для ксеноценозов, к примеру, почв с повышенным содержанием таких поллютантов, как мышьяк и свинец. Проверка подобных почв на фитотоксичность с использованием в качестве тест-объектов семян различных сельскохозяйственных культур показывает, что гибель проростков может составлять от 13 до 50%. При микроскопировании невсхожих семян и погибших проростков можно обнаружить, что они полностью покрыты мощным сетчатым чехлом, состоящим из мицелия и макроконидий фузариума и многочисленных нематод. Таким образом, наличие фузариозно-нематодных комплексов – явный индикационный признак патогенности почв.

3. Скрининг выделенных видов фузариев на уровень патогенности с использованием семян тест-растений позволяет сравнительно быстро выявлять слабо- и сильно патогенные штаммы и, отбирая штаммы с высокой степенью вирулентности по отношению к высшим растениям, проводить поиск наиболее эффективных антагонистов.

4. Поиск микробов-антагонистов по отношению к фузариам проводится по классической схеме, включающей взаимодействия на уровне чистых культур и определению активности антагониста по диаметру зоны лизиса на колонии гриба. Выявленные наиболее активные антагонисты или их комплексы используются для обработки искусственно инфицированных семян. В дальнейшем классифицируют антагонисты по степени защиты растений от инфекции. Последующие испытания проводят в полевых условиях [5, 6]. Среди наиболее активных антифузариозных микроорганизмов мы выделили различные штаммы почвенных цианобактерий из музея фототрофных микроорганизмов кафедры ботаники, физиологии растений и микробиологии им. Э.А. Штиной Вятской ГСХА. При цианобактериальной обработке семян сельскохозяйственных, декоративных культур, а также семян, сеянцев и саженцев хвойных пород уровень фузариозной инфекции снижается на 13-80%. Более того, экзометаболиты цианобактерий стимулируют рост надземной части и корневой системы проростков, ускоряют прохождение вегетативной стадии, приближая сроки цветения и плодоношения [7].

5. Помимо вредоносной роли, грибы рода *Fusarium* представляют существенный биотехнологический интерес. Так, для *Fusarium oxysporum*, выделенного из урбанозёма г. Кирова, доказан высокий уровень извлече-



ния тяжёлых металлов из растворов. Например, биосорбция свинца достигает 100% [8]. Следовательно, отдельные штаммы фузариев перспективны в смысле разработки биоремедиационных мероприятий, направленных на снижение загрязнения окружающей среды.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Монастырский О.А. Факторы эволюции высокотоксикогенных штаммов рода *Fusarium* в агроценозе // С.-х. биология. Сер. Биология растений. 1998. №1. С. 28-34.
2. Домрачева Л.И. «Цветение» почвы и закономерности его развития. Сыктывкар, 2005. 336 с.
3. Широких И.Г., Шешегова Т.К. Комплекс почвенных микромицетов озимой ржи и его изменение под воздействием фузариозной инфекции // Почвоведение. 2005. №8. С.988-993.
4. Домрачева Л.И., Кондакова Л.В., Фокина А.И., Огородникова С.Ю., Кантор Г.Я. Биомониторинг и биотестирование почв // Биоиндикаторы и биотестсистемы в оценке окружающей среды техногенных территорий. Киров: О-Краткое, 2008. С. 68-105.
5. Трефилова Л.В. Использование цианобактерий в агробиотехнологии: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Саратов, 2008. 25 с.
6. Domracheva L.I., Shirokikh I.G., Fokina A.I. Anti-Fusarium activity of cyanobacteria and actinomycetes in soil and rhizosphere // Microbiology. 2010. V. 79, №6. P. 871-876.
7. Ковина А.Л., Домрачева Л.И., Попов Л.Б., Ковин Д.А. Биопрепараты при выращивании цинний (рассада и открытый грунт) // Проблемы региональной экологии в условиях устойчивого развития. Матер. Всеросс. научно-практ. конф. Выпуск 7. Киров. 2009. Ч.2. С.48-51.
8. Фокина А.И. Влияние свинца на структуру фототрофных микробных комплексов почвы: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Сыктывкар, 2008. 23 с.

УДК 582.711.712(470.345)

### О НОВЫХ ДАННЫХ ПО РАСПРОСТРАНЕНИЮ ВИДОВ РОДА *ROSA* L. В РЕСПУБЛИКЕ МОРДОВИЯ

А.А. Хапугин, Т.Б. Силаева

ГОУВПО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева»,  
г. Саранск

Виды рода *Rosa* L. представляют собой сложную в систематическом отношении группу. Основной практически важной проблемой в ней является надежное разграничение видов. При флористических исследованиях шиповники собираются мало, а среди материала, хранящегося в гербариях,

нередко значительную его часть представляют неопределенные сборы и сборы наиболее распространенного вида – *Rosa cinnamomea* L. (*R. majalis* Herm.). В связи с этим чрезвычайно важно не только сбор видов рода *Rosa* в гербарий при полевых флористических исследованиях, но и изучение материала по этой группе, хранящегося в гербариях [1, 2].

В Средней России видовой состав и распространение видов шиповников изучены недостаточно. Так, во «Флоре...» П.Ф. Маевского (2006) для Пензенской области указывается всего 3 вида, для Нижегородской – 4, для Рязанской и Ульяновской областей – по 5 видов, для Чувашской Республики приводится лишь наиболее распространенный вид – *Rosa cinnamomea* L. (sub nom. *R. majalis* Herrm.) [3]. Во флоре Республики Мордовия, с учетом последних номенклатурных перестроек, насчитывается 20 видов рода *Rosa* [4].

В ходе флористических исследований и изучения сборов, хранящихся в Гербариях МГУ им. Н.П. Огарева (GMU), Мордовского государственного природного заповедника им. П.Г. Смидовича (МГПЗ), Гербарии им. И.И. Спрыгина (РКМ) в г. Пензе, Нижегородского государственного университета им. Н.А. Лобачевского (NNSU), нами для некоторых районов Республики Мордовия выявлены виды рода *Rosa*, не указанные в обобщающей сводке «Сосудистые растения Республики Мордовия...», вышедшей в 2010 г. [5]. Ниже приводим список видов с указанием административных районов и местонахождений.

1. *Rosa canina* L. – **Шиповник собачий**. Кочкуровский: склон юго-западной экспозиции в 0,5 км юго-западнее-западнее с. Булгаково, 24.08.2009, А. Хапугин; Лямбирский: обочина шоссе Саранск-Ульяновск в 0,6 км юго-западнее с. Аксеново, 16.08.2009, А. Хапугин; Ромодановский: берег Старого пруда, на западной окраине с. Салма, 13.08.2009, А. Хапугин; в 2 км восточнее с. Красный Узел, обочина шоссе, 12.08.2009, А. Хапугин; Чамзинский: по краю карьера юго-западнее пос. Чамзинка, 14.08.2009, Е. Варгот (все – GMU).

2. *R. corymbifera* Wokh. – **Ш. щитконосный**. Зубово-Полянский: с. Ширингуши, близ родника у церкви, 30.07.2009, Е. Варгот, А. Хапугин; Ичалковский: урочище Ендова, 11.06.2009, Е. Варгот, Г. Чугунов; Кочкуровский: юго-восточная окраина с. Булгаково, в овраге, 24.08.2009, А. Хапугин; Лямбирский: обочина шоссе Саранск-Ульяновск в 1,1 км юго-западнее с. Аксеново, 16.08.2009, А. Хапугин; Ромодановский: окрестности с. Курмачкасы, на склоне к р. Курь, 12.08.2007, Н. Бармин, Е. Письмаркина, Е. Варгот; обочина шоссе между селами Салма и Липки, около леса, 25.06.2009, А. Хапугин; Рузаевский: в 1 км севернее с. Палаевка, обочина шоссе, 18.08.2009, А. Хапугин, Д. Курмаева, А. Карпухина; Саранский: ул. Полежаева, против кинотеатра «Мордовия», 29.07.2009, Е. Варгот, А. Хапугин; Чамзинский: пастбищный луг в 1 км восточнее с. Большое Маресево, 29.06.2009, А. Хапугин (все – GMU).

3. *R. glabrifolia* C. A. Mey. ex Rupr. [incl. *R. pratorum* Sukacz.] – **Ш. гололистный**. Ардатовский: в 3 км северо-западнее с. Спасские Мурзы,

опушка широколиственного леса по берегу оврага, 17.08.2006, И. Кирюхин, Г. Чугунов, Е. Варгот, det. А. Хапугин; Инсарский: г. Инсар, широколиственный лес около пос. Заря, 11.06.2005, Е. Письмаркина, И. Кирюхин; Игнатовский: с. Новая Александровка, ул. Советская, 8.08.2009, А. Хапугин, Г. Чугунов, С. Большаков, А. Ботов; Ичалковский: обочина грунтовой дороги в окрестностях с. Обрезки, 8.08.2009, А. Хапугин, Г. Чугунов, С. Большаков, А. Ботов; НП «Смольный», пойма левого берега р. Алатырь в 0,9 км северо-восточнее с. Ташкино, 13.08.2010, А. Хапугин; Лямбирский: близ границы с Ромодановским районом, залежь в 0,7 км северо-восточнее с. Еремеево, 8.08.2010, А. Хапугин; Ромодановский: в 2,3 км западнее-северо-западнее с. Салма, крутой склон, 25.06.2009, А. Хапугин; обочина шоссе между селами Салма и Вырыпаево, 26.06.2009, А. Хапугин; обочина шоссе в 1,5 км западнее с. Красный Узел, 12.08.2009, А. Хапугин; с. Салма, близ развалин старой школы, 13.08.2009, А. Хапугин; восточный склон оврага в 2,2 км восточнее-северо-восточнее с. Салма, 5.08.2010, А. Хапугин; Старошайговский: окрестности с. Старое Шайгово, на крутом открытом склоне, 6.06.2007, Т.Силаева, А. Лапшин (все – GMU).

4. *R. glauca* Pourr. – **Ш. сизый**. Ромодановский: остепненный склон на опушке близ леса между селами Салма и Липки, 10.06.2010, А. Хапугин; Саранский: г. Саранск, дачный участок у телецентра, у общей изгороди, 7.06.2005, В. Левин (все – GMU). Впервые зарегистрирован на территории Республики Мордовия.

5. *R. rugosa* Thunb. – **Ш. морщинистый**. Темниковский: МГЗ, кв. 449, у конторы, разводится и дичает в пос. Пушта, 22.VI.2004. Л. Терешкина (ГМППЗ).

6. *R. spinosissima* L. (*R. pimpinellifolia* L.) – **Ш. колючейший**. Кочкуровский: склон юго-западной экспозиции в 0,5 км юго-восточнее с. Булгаково, 24.08.2009, А. Хапугин (GMU).

7. *R. subcanina* (Christ.) Dalla Torre et Sarnth. – **Ш. почти-собачий**. Атюрьевский: остепненный склон в 1,4 км севернее с. Татарское Тенишево, 29.07.2010, А. Хапугин, А. Агеева; Ромодановский: обочина шоссе в 2,2 км западнее с. Красный Узел, 12.08.2009, А. Хапугин, И. Хапугин; обочина шоссе между селами Салма и Липки, 25.06.2009, А. Хапугин; Чамзинский: около здания школы с. Большое Маресево, 10.07.2010, А. Хапугин. (все – GMU).

Таким образом, *Rosa canina* известен из 11 районов Республики Мордовия, *R. corymbifera* – из 11, *R. glabrifolia* – из 16, *R. glauca* – из 2; *R. pimpinellifolia* (вне культуры) – из 4; *R. rugosa* (вне культуры) – из 5, *R. subcanina* – из 9 районов.

Необходимы дальнейшие флористические исследования по выявлению новых местонахождений видов рода *Rosa*. Прежде всего, это касается лесостепной части Мордовии, так как в лесных районах в естественных условиях возможны находки преимущественно 4 видов рода (в том числе адвентивных – *Rosa pimpinellifolia* и *R. rugosa*, способных уходить из культуры и встречаться по нарушенным местообитаниям).

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Шанцер И. А.. Гибридизация и сетчатая эволюция в роде *Rosa* / И. А. Шанцер // Материалы XII съезда Русского Ботанического общества. 2008. – С. 146 – 147.
2. Шанцер И. А. Сколько видов, родственных *Rosa majalis*, растет в Европейской части России? / И. А. Шанцер, В. Н. Войлокова // Бот. журнал. 2008. – Т. 93., № 11. – С. 1690 – 1703.
3. Бузунова И. О. *Rosa* L. – Шиповник, или роза / И. О. Бузунова // П. Ф. Маевский. Флора средней полосы европейской части России. – Москва: Товарищество научных изданий КМК. 10-е изд. – 2006. – С. 292 – 320.
4. Бузунова И. О. Виды рода *Rosa* L. (*Rosaceae*) секции *Cinnamomeae* DC. во флоре Кавказа / И. О. Бузунова, Р. В. Камелин // Новости систематики высших растений. – СПб., 2004. – Т. 36. – С. 112 – 122.
5. Сосудистые растения Республики Мордовия (конспект флоры) / Под ред. Т. Б. Силаевой. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2010. – 352 с.

УДК 582.477.6:577.175.1

### ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА ВЫСОТУ И ДИАМЕТР РАСТЕНИЙ МОЖЖЕВЕЛЬНИКА КАЗАЦКОГО (*JUNIPERUS SABINA* L.) ПРИ ИСКУССТВЕННОМ РАЗМНОЖЕНИИ

Э.Ш. Шаркаева, С.В. Апарин, О.А. Машкова

ГОУВПО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева»,  
г. Саранск

Применение регуляторов роста становится с каждым годом все более разнообразным. Они применяются для ускорения роста растений или его торможения, укоренения черенков, при пересадке деревьев, для повышения урожайности ряда культур, выведения семян из состояния покоя, получения бессемянных плодов, сбрасывания листьев и плодов, подсушивания растений перед уборкой [1].

Совершенствование способов ускоренного размножения растений является одной из важных задач современного растениеводства, и в частности питомниководства [2].

В технологии зеленого черенкования, которому отводится ведущее место в размножении кустарников, большое значение придается подготовительному этапу: созданию оптимальных условий и предварительной подготовке зеленых черенков к укоренению.

Было показано, что дополнительные внекорневые обработки черенков в начале корнеобразования физиологически активными веществами, в том числе в комплексе с элементами минерального питания, могут сыграть по-

ложительную роль в ускорении корнеобразования, повышения устойчивости укорененных черенков к неблагоприятным внешним факторам, увеличении выхода товарных саженцев [3]. В связи с этим актуальной является проблема изучения действия регуляторов роста на искусственное размножение хвойных пород.

Объектом для работы служили растения можжевельника казацкого, произрастающие на территории ботанического сада МГУ им. Н. П. Огарёва. Материалом исследования служили регуляторы роста – гетероауксин и индолилмасляная кислота (ИМК), взятые в концентрациях  $10^{-5}$ ,  $10^{-6}$ ,  $10^{-7}$  %.

Подготовку и обработку черенков можжевельника казацкого регуляторами роста, а также посадку и уход за ними проводили по методике, предложенной М.Т. Тарасенко (1991).

Посадку черенков проводили весной 2009 года. Во всех вариантах опыта определяли приживаемость черенков. В течение периода вегетации каждые две недели проводили измерение высоты и диаметра черенков. Было посажено 700 черенков (в каждом варианте опыта по 100 штук), обработанных регуляторами роста в разных концентрациях.

Определения высоты растений можжевельника казацкого показали, что величина данного параметра зависела от исследуемых препаратов и их концентраций (табл. 1).

**Таблица 1**

Высота растений можжевельника казацкого (*Juniperus sabina* L.), обработанных различными регуляторами роста, см.

Вариант обработки, %		июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	За весь период наблюдения
Контроль (вода)		9,65 ± 0,35	10,13±0,37	10,51±0,36	10,82±0,39	11,22±0,40	10,46±0,37
Гетероауксин	$10^{-5}$	19,02±0,51	21,36±0,47	23,17±0,49	26,53±0,54	25,07±0,50	23,03±0,50
	$10^{-6}$	15,26±0,28	16,64±0,30	17,82±0,31	19,64±0,32	18,92±0,32	17,65±0,30
	$10^{-7}$	12,07±0,17	12,97±0,18	13,62±0,21	14,95±0,21	14,35±0,21	13,59±0,19
ИМК	$10^{-5}$	16,24±0,21	16,63±0,24	17,16±0,27	17,93±0,28	17,57±0,28	17,10±0,25
	$10^{-6}$	12,52±0,32	13,25±0,30	13,95±0,29	15,00±0,32	14,35±0,32	13,81±0,31
	$10^{-7}$	12,00±0,25	12,30±0,31	12,85±0,25	13,45±0,31	13,25±0,30	12,77±0,28

Так, черенки, обработанные гетероауксином в концентрации  $10^{-5}$  %, в июне, июле и августе были в 2 раза выше по сравнению с контролем. В сентябре и октябре высота черенков была в 2,5 раза выше по сравнению с контрольными растениями.

После обработки черенков гетероауксином в концентрации  $10^{-6}$  % их высота более чем в 1,5 раза превышала этот показатель у контрольных растений. Самый низкий прирост дали черенки можжевельника казацкого в варианте с гетероауксином в концентрации  $10^{-7}$  %, в этом варианте высота черенков была выше на 30% относительно необработанного контроля.

Наблюдения за черенками можжевельника казацкого, обработанными ИМК, показали, что концентрация препарата  $10^{-5}$  % оказала более сти-

мулирующее действие на рост растений, чем более низкие концентрации. Растения, обработанные самой высокой концентрацией ИМК, оказались выше контрольных примерно на 63 %, а в варианте с концентрацией  $10^{-6}$  % высота растений была на 32% больше, чем в контроле. Самая низкая концентрация  $10^{-7}$  % не оказала существенного влияния на данный показатель. Здесь высота черенков была выше на 22 % по отношению к необработанному контролю.

Величина диаметра растений можжевельника казацкого, как и высота зависела от концентрации исследуемых регуляторов роста (табл. 2).

**Таблица 2**

Диаметр растений можжевельника казацкого (*Juniperus sabina L.*), обработанных различными регуляторами роста, мм.

Вариант обработки, %		июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	За весь период наблюдения
Контроль (вода)		1,05±0,05	1,12±0,07	1,15±0,08	1,15±0,08	1,25±0,09	1,14±0,07
Гетероауксин	$10^{-5}$	2,56±0,10	2,80±0,12	2,92±0,09	3,22±0,07	3,38±0,08	2,97±0,09
	$10^{-6}$	2,11±0,05	2,20±0,06	2,31±0,07	2,39±0,08	2,48±0,08	2,29±0,06
	$10^{-7}$	1,65±0,10	1,72±0,06	1,90±0,05	2,10±0,06	2,20±0,06	2,06±0,06
ИМК	$10^{-5}$	2,45±0,08	2,50±0,10	2,56±0,09	2,64±0,10	2,67±0,11	2,56±0,09
	$10^{-6}$	2,19±0,06	2,26±0,06	2,29±0,08	2,30±0,08	2,30±0,08	2,26±0,07
	$10^{-7}$	1,70±0,10	1,76±0,10	1,77±0,12	1,77±0,12	1,81±0,13	1,75±0,11

Черенки, обработанные гетероауксином в концентрации  $10^{-5}$  %, имели диаметр в 2,5 раза больше по сравнению с контрольными растениями. Обработка растений можжевельника более низкой концентрацией препарата ( $10^{-6}$  %) приводила к увеличению диаметра в 2 раза по отношению к необработанному контролю. В варианте с самой низкой концентрацией ( $10^{-7}$  %) диаметр растений был на 80% больше относительно контроля.

Обработка черенков можжевельника казацкого ИМК также приводила к увеличению диаметра растений, которое зависело от концентрации препарата. Так, диаметр черенков можжевельника казацкого, обработанных ИМК в концентрации  $10^{-5}$  %, оказался выше контроля примерно в 2,3 раза, а в концентрации  $10^{-6}$  % – в 2 раза относительно контрольных растений. Самая низкая концентрация ИМК –  $10^{-7}$  % увеличивала диаметр черенков в 1,5 раза по отношению к необработанному контролю.

Таким образом, исследуемые регуляторы роста оказали существенное влияние на рост растений можжевельника казацкого при черенковании.

В результате исследования действия двух регуляторов роста на ростовые процессы черенков можжевельника казацкого можно отметить, что

более стимулирующей оказалась концентрация  $10^{-5}$  %, как для гетероауксина, так и для ИМК. Более низкие концентрации препаратов ( $10^{-6}$  и  $10^{-7}$ %) не оказали столь значительного эффекта на прирост растений.

При сравнении влияния исследуемых регуляторов роста на высоту и диаметр растений можжевельника казацкого наиболее эффективным оказался гетероауксин в концентрации  $10^{-5}$  %, чем ИМК в той же концентрации.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Юскевич Н. Н. Озеленение городов России / Н. Н. Юскевич, Л. Б. Луни – М.; 1986. 156
2. Ямашкин А.А. Культурный ландшафт города Саранска (геоэкологические проблемы и ландшафтное планирование) / Под ред. А.А. Ямашкина. - Саранск: Изд-во Морд. ун-та, 2002. – 160 с.
3. Якушкина Н.И. Роль фитогормонов в адаптации растений к условиям среды / Н.И. Якушкина. – М.: МОПИ, 1985. – 411 с.
4. Тарасенко М.Т. Зеленое черенкование садовых и лесных культур / М.Т. Тарасенко. – М.: ТСХА, 1991. – 393 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Автономов А.Н.</i> Особенности фитоценозов склоновых экологических систем экзогенного происхождения.....	4
<i>Аросланкина Ю.Н., Овечкина О.А.</i> Влияние гербицида паракват на проницаемость мембран в проростках пшеницы и кукурузы.....	6
<i>Башмаков Д.И., Бабина Е.А., Сазанова К.А.</i> Влияние $Zn^{2+}$ на окислительный статус проростков <i>Arcticum tomentosum</i> Mill. из разных экотопов города Саранска.....	9
<i>Большаков С.Ю.</i> Дереворазрушающие афиллофороидные грибы Ромодановского района Республики Мордовия.....	10
<i>Вавилова Т.В., Ламан Н.А., Судник А.Ф.</i> Особенности продукционных процессов растений редиса ( <i>Raphanus sativus</i> L. convar. <i>Radicula</i> ) на структурированных субстратах органо-минерального состава.....	13
<i>Гончарук Е.А., Алявина А.К., Загоскина Н.В.</i> Сравнение действия абиотических стрессовых факторов на локализацию лигнина в клетках каллусных культур льна.....	16
<i>Горчакова А.Ю.</i> Динамика накопления злаками сухого вещества.....	18
<i>Жидкин В.И., Сёмушев А.М.</i> Пути загрязнения продовольствия.....	20
<i>Ибрагимова Н.Н., Мокшина Н.Е., Агеева М.В., Горшкова Т.А.</i> Роль $\beta$ -галактозидазы при формировании вторичной клеточной стенки флоэмных волокон льна.....	23
<i>Ивашина А.А., Силаева Т.Б.</i> Ичалковский бор как объект государственной охраны в бассейне реки Пьяны.....	27
<i>Истомина Е.Ю.</i> Распространение некоторых эндемичных видов центральной части Приволжской возвышенности.....	29
<i>Каноркина О.С., Чугунов Г.Г., Ханугин А.А.</i> Редкие виды флоры Львовского лесничества национального парка «Смольный».....	33
<i>Колмыкова Т.С., Клокова Е.В.</i> Влияние пониженных температур на скорость окислительных процессов у растений томата разных сортов.....	36
<i>Кузьмичева М.В., Колмыкова Т.С.</i> Действие препарата Рибав-Экстра в условиях пониженных температур на физиологические характеристики мембран растений огурца.....	38
<i>Лабутина М.В., Дермичева М.В.</i> Биологические особенности семян <i>Acer negundo</i> (сем. <i>Aceraceae</i> ) в условиях антропогенного загрязнения.....	41
<i>Лайдинен Г.Ф., Груздева Л.И., Титов А.Ф., Казнина Н.М., Батова Ю.В., Суцук А.А.</i> Влияние промышленного загрязнения почвы на состояние травянистой растительности и сообществ почвенных нематод.....	44
<i>Ларская И.А., Трофимова О.И., Барышева Т.С.</i> Характеристика адаптивного ответа клеток на закалывающую температуру в зависимости от стадии развития.....	48
<i>Лобачёв Е.А., Баймеева М.Р., Илюкова А.И., Шестакова С.С.</i> Современное состояние и проблемы изучения малакофауны Республики Мордовия	51
<i>Логинова А.Н., Каменев А.Г.</i> Оценка качества воды р. Левжа по состоянию макрозообентоса.....	53
<i>Логинова А.Н., Каменев А.Г.</i> Макрозообентос и его продукция малых рек Мордовского Присурья (р. Левжа).....	55



Лукаткин А.А., Бурова Ю.А., Ибрагимова С.А. Влияние бактерий <i>Pseudomonas aureofaciens</i> 2006 на энергию прорастания и всхожесть семян томта.....	58
Мартынова Т.А. Экологическая оценка состояния ценопопуляций Подорожника большого и Чистотела большого из биотопов с разной техногенной нагрузкой на территории города Сарова Нижегородской области.....	60
Мокишин Е.В., Лукаткин А.С. Влияние концентрации сахарозы в питательной среде на адаптацию растений-регенерантов земляники <i>ex vitro</i> к нестерильным условиям.....	63
Нарайкина Н.В., Демин И.Н., Астахова Н.В., Трунова Т.И. Изменение ультраструктуры хлоропластов картофеля под действием трансформации геном <i>desA</i> $\Delta$ 12-ацил-липидной десатуразы <i>Synecocystis</i> sp. РСС 6803 в связи с устойчивостью к гипотермии.....	64
Орлова Ю.С. К альгофлоре озера Митряшки национального парка «Смольный» Республики Мордовия.....	68
Панин М.С., Есенжолова А.Ж., Есильканова Г.М., Торопов А.С. Использование комплексной биоиндикационной оценки атмосферного загрязнения города Семей.....	71
Попов В.Н., Антипина О.В. Влияние десатураз жирных кислот на эффективность фотосинтеза в растениях табака в условиях гипотермии.....	74
Прядехина Е.В., Лапшин П.В., Юрьева Н.О., Загоскина Н.В. Некоторые аспекты метаболизма растений картофеля, трансформированных геном $\Delta$ 12-ацил-липидной десатуразы цианобактерии <i>Synechocystis</i> sp.....	77
Пустакина Е.Ю. О находке <i>Plantago arenaria</i> Waldst. et Kit в Чамзинском районе Республики Мордовия.....	79
Русяева М.М., Нуштаева О.В., Безбородова А.С., Гарькова А.Н. Влияние гербицида паракват на интенсивность перекисного окисления липидов и активность каталазы в проростках пшеницы.....	80
Сазанова К.А., Башмаков Д.И., Лукаткин А.С. Действие ионов $Pb^{2+}$ и Рибав-Экстра на уровень супероксидного анион-радикала в растениях фасоли.....	82
Самошкина М.С., Хапугин А.А. К адвентивной флоре Ромодановского района.....	84
Серикова Е.С., Казанцева М.Н. Состояние растительности на верховых и переходных болотах Западной Сибири при нефтяном загрязнении.....	86
Судник А.Ф., Ламан Н.А., Куканенко Л.Б. Влияние защитно-стимулирующих составов на рост проростков льна-долгунца ( <i>Linum usitatissimum</i> L.) в условиях низкотемпературного стресса.....	89
Тимралеев З.А., Бардин О.Д., Сусарев С.В. Экологический состав листоедов (Coleoptera, Chrysomelidae) Мордовии.....	92
Трефилова Л.В., Домрачева Л.И., Ковина А.Л. Использование грибов рода <i>Fusarium</i> в биологическом контроле состояния окружающей среды.....	94
Хапугин А.А., Силаева Т.Б. О новых данных по распространению видов рода роза <i>Rosa</i> L. в Республике Мордовия.....	96
Шаркаева Э.Ш., Апарин С.В., Машкова О.А. Влияние регуляторов роста на высоту и диаметр растений можжевельника казацкого ( <i>Juniperus sabina</i> L.) при искусственном размножении.....	99