

ISSN 2713-1572

2021

Том 11. № 3

ПРИРОДНЫЕ СИСТЕМЫ И РЕСУРСЫ



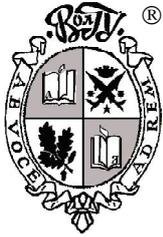
NATURAL SYSTEMS AND RESOURCES

Volume 11. No. 3

ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

VOLGOGRAD STATE UNIVERSITY

ISSN 2713-1572



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ПРИРОДНЫЕ СИСТЕМЫ
И РЕСУРСЫ**

2021

Том 11. № 3

**MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION
OF THE RUSSIAN FEDERATION**

**NATURAL SYSTEMS
AND RESOURCES**

2021

Volume 11. No. 3



NATURAL SYSTEMS AND RESOURCES

2021. Vol. 11. No. 3

Academic Periodical

First published in 2011

4 issues a year

Founder:

Federal State Autonomous
Educational Institution
of Higher Education
“Volgograd State University”

The journal is registered in the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass Media (Registration Number **ПН № ФС77-74483** of November 30, 2018)

The journal is included into the **Russian Science Citation Index**

The journal is also included into the following Russian and international databases: **DOAJ** (Sweden), **Google Scholar** (USA), **Open Academic Journals Index** (Russia), **ProQuest** (USA), **VINITI Database RAS** (Russia), **“CyberLeninka” Scientific Electronic Library** (Russia), **“Socionet” Information Resources** (Russia), **IPRbooks E-Library System** (Russia), **E-Library System “University Online Library”** (Russia)

Editorial Staff:

Prof., Dr., Acad. of RAS *A.S. Rulev* – Chief Editor (Volgograd)

Prof., Dr. *V.V. Novochadov* – Deputy Chief Editor (Volgograd)

Assoc. Prof., Cand. *P.A. Krylov* – Executive Secretary and Copy Editor (Volgograd)

Editorial Board:

Prof., Dr. *L.A. Anisimov* (Volgograd); Prof., Dr. *S.A. Bartalev* (Moscow); Prof., Dr. *Yu.K. Vinogradova* (Moscow); Prof., Acad. of RAS *I.F. Gorlov* (Volgograd); Assoc. Prof., Dr. *E.A. Ivantsova* (Volgograd); Prof., Dr. *V.M. Klimenko* (Saint Petersburg); Prof., Acad. of RAS *K.N. Kulik* (Volgograd); Prof., Dr. *A.B. Mulik* (Saint Petersburg); Assoc. Prof., Dr., Acad. of RANH *M.G. Mustafaev* (Baku, Azerbaijan); Prof., Dr. *A.A. Okolelova* (Volgograd); Dr., Senior Researcher *M.V. Postnova* (Volgograd); Cand. *A.M. Pugacheva* (Volgograd); Assoc. Prof., Dr. *V.A. Sagalaev* (Volgograd); Prof., Dr., Corr. Member of RAS *M.I. Slozhenkina* (Volgograd); Prof., Dr. *V.V. Tanyukevich* (Novocherkassk); Prof., Dr. *A.V. Khoperskov* (Volgograd); Prof., Dr. *F.A. Shukurov* (Pishkek, Tajikistan)

Editors, Proofreaders: *N.M. Vishnyakova*,
N.V. Goreva, *I.V. Smetanina*

Editor of English texts *E.A. Agarkova*

Making up and technical editing:

E.S. Reshetnikova

Passed for printing: Sept. 13, 2021.

Date of publication: Oct. 7, 2021.

Format 60×84/8. Offset paper. Typeface Times.

Conventional printed sheets 5.4. Published pages 5.8.

Number of copies 500 (1st duplicate 1–28).

Order 135. «C» 22.

Open price

Address of the Editorial Office and the Publisher:

Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd.

Volgograd State University.

Tel.: (8442) 46-16-39. Fax: (8442) 46-18-48

E-mail: vestnik11@volsu.ru

Journal website: <https://ns.jvolsu.com>

English version of the website:

<https://ns.jvolsu.com/index.php/en/>

Address of the Printing House:
Bogdanova St, 32, 400062 Volgograd.

Postal Address:

Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd.

Publishing House of Volgograd State University.

E-mail: izvolgu@volsu.ru

ПРИРОДНЫЕ СИСТЕМЫ И РЕСУРСЫ

2021. Т. 11. № 3

Научно-теоретический журнал

Основан в 2011 году

Выходит 4 раза в год

Учредитель:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный университет»

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (регистрационный номер **ПИ № ФС77-74483** от 30 ноября 2018 г.)

Журнал включен в базу **Российского индекса научного цитирования (РИНЦ)**

Журнал также включен в следующие российские и международные базы данных: **DOAJ** (Швеция), **Google Scholar** (США), **Open Academic Journals Index** (Россия), **ProQuest** (США), **ВИНИТИ** (Россия), **Научная электронная библиотека «КиберЛенинка»** (Россия), **Соционет** (Россия), **Электронно-библиотечная система IPRbooks** (Россия), **Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»** (Россия)

Редакционная коллегия:

д-р с.-х. наук, проф., академик РАН **А.С. Рулев** – главный редактор (г. Волгоград)
д-р мед. наук, проф. **В.В. Новочадов** – зам. главного редактора (г. Волгоград)
канд. биол. наук, доц. **П.А. Крылов** – ответственный и технический секретарь (г. Волгоград)

Редакционный совет:

д-р геол.-минер. наук, проф. **Л.А. Анисимов** (г. Волгоград); д-р техн. наук, проф. **С.А. Барталев** (г. Москва); д-р биол. наук, проф. **Ю.К. Виноградова** (г. Москва); проф., академик РАН **И.Ф. Горлов** (г. Волгоград); д-р с.-х. наук, доц. **Е.А. Иванцова** (г. Волгоград); д-р мед. наук, проф. **В.М. Клименко** (г. Санкт-Петербург); проф., академик РАН **К.Н. Кулик** (г. Волгоград); д-р биол. наук, проф. **А.Б. Мулик** (г. Санкт-Петербург); д-р с.-х. наук, доц., академик РАН **М.Г. Мустафаев** (г. Баку, Азербайджан); д-р биол. наук, проф. **А.А. Околелова** (г. Волгоград); д-р биол. наук, ст. науч. сотр. **М.В. Постнова** (г. Волгоград); канд. с.-х. наук **А.М. Пугачева** (г. Волгоград); д-р биол. наук, доц. **В.А. Сагалаев** (г. Волгоград); д-р биол. наук, проф., чл.-кор. РАН **М.И. Сложеникина** (г. Волгоград); д-р с.-х. наук, проф. **В.В. Таниокевич** (г. Новочеркасск); д-р физ.-мат. наук, проф. **А.В. Хоперсков** (г. Волгоград); д-р мед. наук, проф. **Ф.А. Шукуров** (г. Пишкент, Таджикистан)

Редакторы, корректоры: **Н.М. Вишнякова**,
Н.В. Горева, **И.В. Сметанина**
Редактор английских текстов **Е.А. Агаркова**
Верстка и техническое редактирование
Е.С. Решетниковой

Подписано в печать 13.09 2021 г.
Дата выхода в свет: 07.10 2021 г.
Формат 60×84/8. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Усл. печ. л. 5,4. Уч.-изд. л. 5,8.
Тираж 500 экз. (1-й завод 1–28 экз.).
Заказ 135. «С» 22.
Свободная цена

Адрес редакции и издателя:
400062 г. Волгоград, просп. Университетский, 100.
Волгоградский государственный университет.
Тел.: (8442) 46-16-39. Факс: (8442) 46-18-48
E-mail: vestnik11@volsu.ru

Сайт журнала: <https://ns.jvolsu.com>
Англояз. сайт журнала: <https://ns.jvolsu.com/index.php/en/>

Адрес типографии:
400062 г. Волгоград, ул. Богданова, 32.
Почтовый адрес:
400062 г. Волгоград, просп. Университетский, 100.
Издательство
Волгоградского государственного университета.
E-mail: izvolgu@volsu.ru

СОДЕРЖАНИЕ

ЭКОЛОГИЯ И БИОЛОГИЯ

- Тихонова А.А., Холоденко А.В.* Регулярный мониторинг состояния почв и зеленых насаждений как направление оценки качества городской среды 5
- Онистратенко Н.В., Рубанова К.И.* Одуванчик лекарственный *Taraxacum officinale* L. как перспективный инструмент биодиагностики состояния городской среды 14
- Самокиш В.С., Сагалаев В.А.* Флора цеметериальных территорий г. Волгограда и с. Арзгир Ставропольского края 22

РЕСУРСОВЕДЕНИЕ

- Истомин С.А., Холоденко А.В.* Изменение территориальной организации природного парка «Волго-Ахтубинская пойма» с ростом антропогенной нагрузки в период с начала 2000-х годов до 2020 года 26
- Мамедзаде В.Т. кызы.* Микробиологические показатели лугово-коричневых почв естественных ценозов 34

НОВЫЕ БИОТЕХНОЛОГИИ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

- Пугачева А.М., Бикметова К.Р., Смирнова Ю.С.* Сорбенты фенолов как компоненты питательной среды в микроклональном размножении растений ... 39
- Алдамбергенова Г.Т. кызы, Шомантаев А.А., Мустафаев М.Г. оглы.* Технология возделывания риса при низконапорном капельном способе полива в условиях Кызылординской области 49

CONTENTS

ECOLOGY AND BIOLOGY

- Tikhonova A.A., Kholodenko A.V.* Regular Monitoring of the Condition of Soils and Green Plants As a Direction for Assessing the Quality of the Urban Environment 5
- Onistratenko N.V., Roubanova K.I.* Dandelion *Taraxacum officinale* L. As a Promising Tool for Bio-Diagnostics of the State of the Urban Environment 14
- Samokish V.S., Sagalaev V.A.* Flora of the Cemeterial Territories of Volgograd and the Village of Arzgir of Stavropol Territory 22

RESOURCE STUDIES

- Istomin S.A., Kholodenko A.V.* Changes in the Territorial Organization of the “Volga-Akhtuba Floodplain” Natural Park with an Increase in Anthropogenic Load in the Period from the Beginning of the 2000s to 2020 ... 26
- Mamedzade V.T. kzy.* Microbiological Indicators of Meadow-Brown Soils of Natural Cenoses 34

NEW BIOTECHNOLOGIES IN THE AGROINDUSTRIAL COMPLEX

- Pugacheva A.M., Bikmetova K.R., Smirnova Yu.S.* Sorbents of Phenols As a Components of the Nutritional Medium in Microclonal Reproduction of Plants 39
- Aldambergenova G.T. kzy, Shomantaev A.A., Mustafayev M.G. ogly.* Rice Cultivation Technology at Low-Pressure Drop Irrigation in the Conditions of Kyzylorda Region 49



DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2021.3.1>

UDC 504.064

LBC 20.18



REGULAR MONITORING OF THE CONDITION OF SOILS AND GREEN PLANTS AS A DIRECTION FOR ASSESSING THE QUALITY OF THE URBAN ENVIRONMENT¹

Anna A. Tikhonova

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Anna V. Kholodenko

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Abstract. This paper examines the existing in the Russian Federation approaches to assessing the quality of the urban environment, the concept of the quality index of the urban environment; the analysis of indicators for calculating the quality index of the urban environment and the factors that form the ecological well-being of the urban environment for the local population has been carried out. The territory of the northern industrial hub of Volgograd was chosen as the object of research, in particular, the zone of influence of the ferrous metallurgy enterprise AO “VMK ‘Krasny Oktyabr’”, which has a historically specific location relative to the functional zones of the city. The analysis of the results of monitoring the content of mobile forms of heavy metals in the soil cover, carried out by the method of atomic absorption spectrometry, and the assessment of the general life state of tree green plantations in the territory of the sanitary protection zone of the enterprise based on the enumeration of trees is presented. The identified zone of influence of the enterprise, taking into account the presence of additional sources of pollution of the soil cover and MPC of metals, instead of their background concentrations, extends for 3.5–3.7 km from the border of the enterprise in the form of elongated areas of increased concentrations. Cartographic visualization reveals the presence of two clearly pronounced foci of pollution located to the west of the existing SOC of the enterprise. When assessing the general condition of trees, it is also possible to recognize the worst territory of the test plots located to the west of the operating TWCs in accordance with the directions of the prevailing winds. The data obtained confirm the feasibility of organizing regular monitoring of the soil cover and the state of green forests in the city as one of the directions for assessing the quality of the environment and taking these indicators into account when calculating the quality index of the urban environment.

Key words: Volgograd, environmental monitoring, assessment of the quality of the urban environment, soil cover, triangulation network, green forest plantations, assessment of the vital state.

Citation. Tikhonova A.A., Kholodenko A.V. Regular Monitoring of the Condition of Soils and Green Plants As a Direction for Assessing the Quality of the Urban Environment. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2021, vol. 11, no. 3, pp. 5-13. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2021.3.1>

РЕГУЛЯРНЫЙ МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ПОЧВ И ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ КАК НАПРАВЛЕНИЕ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ¹

Анна Афанасьевна Тихонова

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Анна Викторовна Холоденко

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация. В настоящей работе рассмотрены существующие в РФ подходы к оценке качества городской среды, понятие индекса качества городской среды; проведен анализ индикаторов для расчета индекса качества городской среды и факторов, формирующих экологическое благополучие городской среды для местного населения. В качестве объекта исследования была выбрана территория северного промышленного узла г. Волгограда, в частности зона влияния предприятия черной металлургии АО «ВМК «Красный октябрь»», имеющая исторически сложившееся специфичное расположение относительно функциональных зон города. Представлен анализ результатов мониторинга содержания подвижных форм тяжелых металлов в почвенном покрове, выполненного методом атомно-абсорбционной спектроскопии, дана оценка общего жизненного состояния древесных зеленых насаждений на территории санитарно-защитной зоны предприятия, основанной на перечете деревьев. Выявленная зона влияния предприятия с учетом наличия дополнительных источников загрязнения почвенного покрова и ПДК металлов, вместо их фоновых концентраций, простирается на 3,5–3,7 км от границы предприятия в виде вытянутых ареалов повышенных концентраций. При картографической визуализации отмечается наличие двух явно выраженных очагов загрязнения, расположенных к западу от действующих СПЦ предприятия. При оценке общего состояния деревьев также можно признать наихудшей территорию пробных площадок, расположенных в к западу от действующих СПЦ в соответствии с направлениями движения господствующих ветров. Полученные данные подтверждают целесообразность организации регулярного мониторинга почвенного покрова и состояния зеленых лесных насаждений на территории города как одного из направлений оценки качества окружающей среды и учета данных показателей при расчете индекса качества городской среды.

Ключевые слова: Волгоград, экологический мониторинг, оценка качества городской среды, почвенный покров, триангуляционная сеть, зеленые лесные насаждения, оценка жизненного состояния.

Цитирование. Тихонова А. А., Холоденко А. В. Регулярный мониторинг состояния почв и зеленых насаждений как направление оценки качества городской среды // Природные системы и ресурсы. – 2021. – Т. 11, № 3. – С. 5–13. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2021.3.1>

В настоящее время вопрос объективной и достоверной оценки фактического состояния и качества городской среды с учетом локального техногенного загрязнения наземных экосистем имеет особую актуальность. В РФ с 2019 г. разработан и применяется такой инструмент для оценки качества городской среды и условий ее формирования, как «индекс качества городской среды», который позволяет использовать результаты оценки текущей ситуации для создания рекомендаций по улучшению среды.

Одними из целей формирования индекса города и индекса субъекта Российской Федерации являются [5]:

- определение текущего состояния городской среды, в том числе конкурентных преимуществ города и ограничений, препятствующих его развитию, актуальных проблем и перспективных направлений развития;
- формирование системы мониторинга процессов в сфере развития городской среды с использованием набора индикаторов, направленной на обеспечение обоснованности при-

нимаемых на федеральном, региональном и муниципальном уровнях власти решений в сфере развития городской среды, в том числе на поддержку и вовлечение в принятие этих решений граждан;

– повышение открытости для граждан и общественности результатов работы органов власти в сфере развития городской среды и создание основы для оценки эффективности их работы в этой сфере, в том числе в рамках реализации национального проекта;

– стимулирование граждан и представителей бизнеса к их вовлечению в реализацию мероприятий по благоустройству городов.

К концу 2024 г. федеральным проектом «Формирование комфортной городской среды» национального проекта «Жилье и городская среда» предусмотрено повышение индекса качества городской среды на 30 % и сокращение в соответствии с этим индексом количества городов с неблагоприятной средой в два раза [8]. К 2030 г., в соответствии с Указом Президента РФ «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» планируется «...улучшение качества городской среды в полтора раза... снижение выбросов опасных загрязняющих веществ, оказывающих наибольшее негативное воздействие на окружающую среду и здоровье человека, в два раза» [9].

В 2019 г. Распоряжением Правительства РФ № 510-р была утверждена методика формирования индекса качества городской среды, в соответствии с которой на основе совокупности значений индикаторов определяются уровни качества городской среды [5].

Значения индикаторов рассчитываются ежегодно Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ на основе данных за отчетный период по состоянию на 1 января года расчета значений индикаторов (за исключением данных о численности населения города, которые учитываются при определении значений индикаторов на 1 января года, предшествующего году проведения оценки).

В перечень индикаторов для расчета индекса качества городской среды (в отношении состояния природной среды) входят [5]:

– загруженность дорог (исходя из которого возможна оценка уровня загрязнения ат-

мосферного воздуха передвижными источниками и разработка направлений управленческих решений по снижению данного уровня);

– доля озелененных территорий общего пользования в общей площади зеленых насаждений (%);

– уровень озеленения (%), характеризующий озеленение города с точки зрения выполнения санитарно-гигиенических и ландшафтных функций;

– состояние зеленых насаждений, оцениваемое по отношению суммарного вегетационного индекса NDVI (ед.) для участков территории с зелеными насаждениями повышенной плотности биомассы к площади территории города, покрытой зелеными насаждениями (кв. км) на основе данных дистанционного зондирования Земли.

Помимо перечисленных индикаторов, стоит отметить, что к критериям, отражающим качество среды и уровень ее экологического благополучия для проживающего в данной местности населения, можно также отнести оценку текущего состояния почвенного покрова, в частности определение степени его химического загрязнения (в том числе содержание тяжелых металлов), а также оценку состояния зеленых насаждений не только на основе суммарного вегетационного индекса NDVI, но и анализа общего жизненного состояния зеленых насаждений общего пользования, в частности древесной растительности.

Важное значение оценки текущего состояния почвенного покрова городов обусловлено тем, что почва, как известно, является самой инертной из депонирующих сред, характеризуется медленным естественным вымыванием накапливаемых элементов, что обеспечивает эффект многолетней аккумуляции [10; 12].

При этом в городских почвах, в связи с измененными условиями их формирования и функционирования, отмечаются повышенное содержание и подвижность тяжелых металлов, что, в свою очередь, вызывает увеличение содержания этих элементов в произрастающих на данной территории растениях [6; 13]. Данный фактор необходимо принимать во внимание, поскольку на территории городов часть населения (иногда значительная) проживает в частных домовладениях и, как правило, име-

ет подсобные хозяйства. Таким образом, культурные растения, произрастающие, например, в зоне влияния металлургических комбинатов и крупных объектов транспортной инфраструктуры, могут накапливать микроэлементы до токсических уровней. С учетом перемещения элементов в рамках биогеохимических циклов загрязнение почв тяжелыми металлами (особенно подвижными их формами), помимо экологических последствий, опосредованно (через растения) может повлиять и на здоровье людей, проживающих на загрязненной территории, что подтверждает целесообразность учета фактического состояния почвенного покрова при оценке качества городской среды.

Растительный покров является важнейшим компонентом не только природных ландшафтов, но и городской среды, обеспечивая реализацию средообразующей и защитной экосистемных функций. На территории городов роль зеленых насаждений в очистке атмосферного воздуха особенно значительна, при этом состав самих растений изменяется как за счет оседания пыли на листовых пластинках, так и за счет поглощения питательных веществ, макро- и микроэлементов (в том числе тяжелых металлов) из почв. Соответственно, растения являются естественными биологическими фильтрами и индикаторами качества окружающей среды [7; 13].

При этом оценку качества среды только на основе отношения суммарного вегетационного индекса NDVI (ед.) для участков территории с зелеными насаждениями повышенной плотности биомассы к площади территории города, покрытой зелеными насаждениями (кв. км) на основе данных дистанционного зондирования Земли нельзя считать полной и комплексной, так как в данном случае учитываются скорее количественные характеристики насаждений, тогда как жизненное состояние самих растений, в частности древостоя, остается неучтенным и может исказить итоговый результат. Более целесообразным является сочетание количественной и качественной оценки городских зеленых насаждений, то есть и учет индекса NDVI, и анализ общего жизненного состояния зеленых насаждений общего пользования, в частности древесной растительности.

Материал, объект и методы

В рамках настоящего исследования был проанализирован применяемый подход к оценке качества городской среды в РФ, рассмотрены результаты локального мониторинга содержания тяжелых металлов в городских почвах в зоне влияния предприятия черной металлургии и оценки жизненного состояния древостоя зеленых насаждений заводской санитарно-защитной зоны с учетом специфики ее расположения. Подбор информации осуществлялся методом анализа нормативных и библиографических источников, открытых материалов профильных государственных органов, в том числе официальной статистики, научных периодических изданий, материалов конференций, диссертационных исследований.

В качестве исследуемого локального объекта воздействия на окружающую среду был выбран АО «ВМК «Красный Октябрь»» г. Волгограда. Данное предприятие относится ко II классу опасности, входит в состав северного промышленного узла г. Волгограда, является одним из крупнейших производителей качественного металлопроката специальных марок стали для предприятий автомобилестроения и авиационной промышленности, химического, нефтяного и энергетического машиностроения, нефтегазодобывающей промышленности в РФ и, следовательно, помимо транспортной сети, относится к одним из основных источников поступления тяжелых металлов в окружающую среду г. Волгограда, внося существенный вклад в формирование качества среды, ее отдельных компонентов (в частности почвы и растительного покрова) и общего экологического благополучия [6; 13].

Оценка загрязнения почвенного покрова в зоне влияния предприятия базировалась на изучении содержания подвижных форм трех типичных представителей выбросов данного предприятия (цинк, медь и марганец), относящихся к I, II и III классам опасности и имеющих разработанные нормативы ПДК [1], то есть нормируемых по содержанию в почве и подлежащих контролю в рамках системы экологического мониторинга. Измерение содержания подвижных форм указанных элементов в образцах исследуемой почвы проводилось

одним из наиболее приоритетных методов определения содержания тяжелых металлов в различных средах – методом атомно-абсорбционной спектроскопии [2].

Анализ экологического состояния зеленых насаждений базировался на определении видового, возрастного и количественного состава и оценке фактического состояния (жизнеспособности) древесных насаждений, основанной на перечеете деревьев [3; 4].

Исследование древостоя проводилось в пределах территории санитарно-защитной зоны выбранного предприятия натурным методом в конце вегетационного периода [3; 4]. Для исследования, учитывая рельеф местности, особенности расположения санитарно-защитных насаждений и их конфигурацию, были выделены 7 площадок площадью 400 м² на расстоянии 200–300 м друг от друга.

Результаты и обсуждение

По результатам анализа отобранных почвенных образцов методом атомно-абсорбционной спектроскопии были получены дан-

ные о концентрациях подвижных форм Cu, Mn и Zn в каждой точке пробоотбора с учетом допустимого отклонения и сравнение со значениями ПДК для каждого из исследуемых элементов [1; 2]. Картографическая визуализация соотношения полученных концентраций и установленных нормативов ПДК на примере содержания меди в почвенном покрове зоны влияния АО «ВМК «Красный октябрь»» представлена на рисунке 1 [6].

На основе полученных данных можно отметить, что зона влияния АО «ВМК «Красный октябрь»» в отношении загрязнения почв медью в северо-западном направлении составляет 3 000–3 400 м от границы предприятия. Для марганца зона влияния предприятия ограничивается расстоянием 3 500–3 700 метров. Для цинка зона влияния ограничивается расстоянием 1 700–1 800 метров. Общая фактическая зона влияния с учетом фоновых концентраций металлов для северной части Волгограда, а также с учетом господствующих ветров ограничивается расстоянием 4,5–5,0 км к северо-западу от предприятия. Зона влияния с учетом ПДК металлов, вместо их фоновых

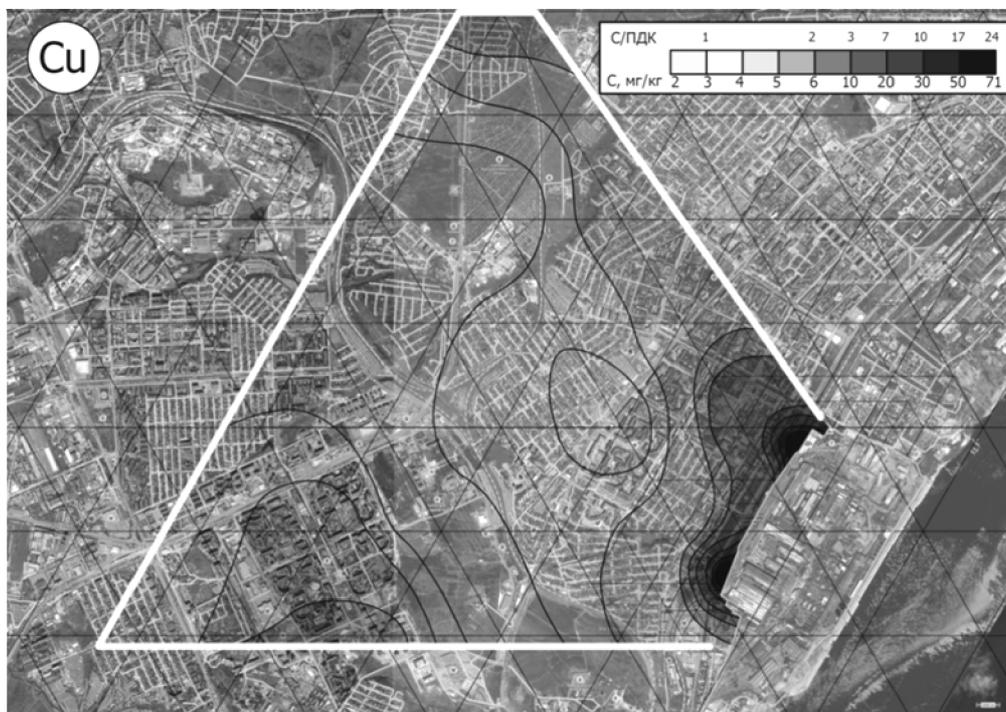


Рис. 1. Картограмма загрязнения медью почвенного покрова территории северного промышленного узла г. Волгограда (на примере АО «ВМК «Красный Октябрь»»), масштаб 1:50 000

Примечание. Источник: [6].

концентраций, несколько меньше, простирается на 3,5–3,7 км (первое значение отражает абсолютную зону влияния предприятия, где наблюдаются любые изменения параметров окружающей среды; второе значение определяет зону влияния, где заметны превышения нормативов содержания металлов в почве и могут наблюдаться негативные тенденции в состоянии природных сообществ, особенно растительного покрова, и косвенно отражаться на показателях здоровья и благополучия проживающего в этой зоне населения) [6; 13].

Кроме того, в пределах выявленной зоны влияния предприятий обнаружено несколько очагов загрязнения, предположительно связанных с деятельностью других источников промышленного воздействия либо неблагоприятным экологическим состоянием природных объектов. Также стоит отметить, что в пределах указанной территории расположены объекты транспортной инфраструктуры разного уровня, которые также вносят вклад в химическое загрязнение почв, дополняют воздействие промышленных предприятий и, соответственно, влияют на качество городской среды.

Результаты натурных исследований жизненного состояния древесной растительности, произрастающей на территории СЗЗ АО «ВМК «Красный Октябрь»», с учетом специфики ее расположения в непосредственной близости к промышленной, селитебной, рекреационной и

транспортной зонам также косвенно отражают как состояние почвенного покрова исследуемой территории, так и общее состояние окружающей среды на данном участке [7].

Кроме того, стоит отметить значительную роль локальной циркуляции воздушных масс при поступлении загрязнителей из атмосферы на почвенный покров. Например, распределение элементов в почвенном покрове происходит в виде вытянутых ареалов высоких концентраций, совпадающих по направлению с направлением движения господствующих ветров, что свидетельствует об определяющем влиянии атмосферных выбросов антропогенных источников на почвенный и растительный покров города [11].

Так, полученные данные говорят о том, что большая часть деревьев характеризуется категориями состояния «ослабленные» (2 балла) и «сильно ослабленные» (3 балла) (рис. 2) [7], что, с одной стороны, свидетельствует о выполнении насаждениями своих основных, защитных функций, с другой – в связи со спецификой функционального зонирования данной части города отражает эффект суммации техногенного воздействия как значимый фактор, нередко определяющий качество среды в крупных промышленных центрах.

Наихудшей по общему состоянию деревьев можно признать территорию пробных площадок, расположенных к западу от дей-

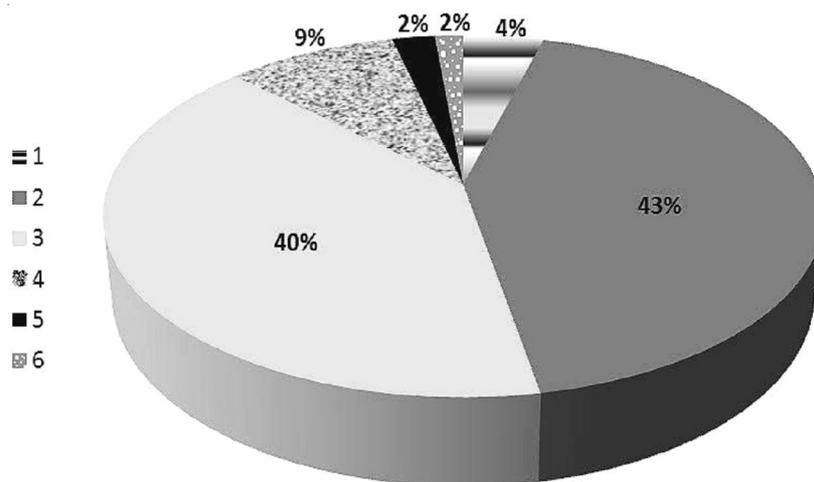


Рис. 2. Распределение общего состава насаждений в пределах фактической СЗЗ АО «ВМК «Красный октябрь»» по категориям жизненного состояния:

1 – без признаков ослабления; 2 – ослабленные; 3 – сильно ослабленные; 4 – усыхающие; 5 – сухостой текущего года; 6 – сухостой прошлых лет

Примечание. Источник: [7].

ствующих СПЦ предприятия и находящихся в области потенциального риска загрязнения выбросами.

Таким образом, можно отметить, что полученные результаты о загрязнении почвенного покрова тяжелыми металлами и оценки общего жизненного состояния древостоя, произрастающего на территории СЗЗ выбранного промышленного предприятия, коррелируются между собой и отражают текущую ситуацию в отношении отдельных компонентов окружающей среды, что подтверждает целесообразность проведения регулярных мониторинговых исследований как одного из направлений комплексной оценки качества городской среды и необходимость учета состояния почвенного покрова и общего жизненного состояния городских зеленых насаждений при расчете индекса качества городской среды.

Заключение

Качество окружающей среды является результатом совместного воздействия целого спектра факторов, включая особенности географического и природно-климатических условий, положения, функционального зонирования и планировочных решений городского пространства, характера и уровня техногенной нагрузки и ее распределения по территории города. В связи с этим вопросы оценки качества окружающей среды, отслеживания динамики ее состояния и организации мониторинга наиболее значимых компонентов, остаются актуальными для крупных городов и промышленных центров. Целесообразным решением выступает организация системы регулярного мониторинга почвенного покрова и состояния зеленых лесных насаждений на территории города. Важной задачей при организации такой системы выступает ее универсальность и адаптивность, чему способствует применение уровневых систем точек пробоотбора.

ПРИМЕЧАНИЕ

¹ Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Администрации Волгоградской области в рамках научного проекта № 19-45-343004.

The reported study was funded by RFBR and the government of Volgograd region according to the research project № 19-45-343004.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГН 2.1.7.2041-06. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве (введены в действие постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 23 января 2006 г. № 2 с 1 апреля 2006 г.) // Информационная система МЕГА-НОРМ. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <https://meganorm.ru/Index2/1/4293850/4293850511.htm> (дата обращения: 15.05.2019). – Загл. с экрана.

2. М-МВИ-80-2008 Методика выполнения измерений массовой доли элементов в пробах почв, грунтов и донных отложениях методами атомно-эмиссионной и атомно-абсорбционной спектроскопии (утв. и введен в действие 02.06.2008 ООО «Мониторинг») // Информационная система МЕГА-НОРМ. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://meganorm.ru/Index2/1/4293824/4293824289.htm> (дата обращения: 18.04.2019). – Загл. с экрана.

3. Методика оценки экологического состояния зеленых насаждений общего пользования Санкт-Петербурга: распоряжение Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Правительства СПб от 30 августа 2007 г. № 90-р // Законодательное Собрание СПб. – 2007. – 9 с.

4. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами / Институт экспериментальной метеорологии, МГУ им. М. В. Ломоносова; под ред. Н. Г. Зырина, С. Г. Малахова. – М.: Гидрометеоиздат Моск. отд-ние, 1981. – 109 с.

5. Распоряжение Правительства РФ № 510-р от 23 марта 2019 г. «Об утверждении методики формирования индекса качества городской среды» (с изменениями на 30 декабря 2020 года) // АО «Кодекс». – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/553937399> (дата обращения: 12.07.2021). – Загл. с экрана.

6. Тихонова, А. А. Значимость данных о фактической зоне влияния локального промышленного объекта при оценке качества городской среды (на примере ВМК «Красный октябрь») / А. А. Тихонова, И. А. Болгов // Современная экология: образование, наука, практика: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Воронеж: Науч. кн., 2017. – Т. 2. – С. 108–114.

7. Тихонова, А. А. Оценка фактического состояния зеленых насаждений санитарно-защитной зоны

АО ВМК «Красный октябрь» г. Волгограда / А. А. Тихонова, Д. А. Школьных // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 11, Естественные науки. – 2017. – Т. 7, № 4. – С. 39–45. – DOI: <https://doi.org/10.15688/jvolsu11.2017.4.6>.

8. Указ Президента Российской Федерации «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» // Официальный интернет-портал правовой информации. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody&firstDoc=1&lastDoc=1&nd=102468157> (дата обращения: 13.07.2021). – Загл. с экрана.

9. Указ о национальных целях развития России до 2030 года // Администрация Президента России. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/63728> (дата обращения: 13.07.2021). – Загл. с экрана.

10. Экологическая оценка городских агломераций на основе индикаторов устойчивого развития / Е. А. Иванцова [и др.] // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 3, Экономика. Экология. – 2019. – Т. 21, № 2. – С. 143–156. – DOI: <https://doi.org/10.15688/jvolsu3.2019.2.13>.

11. Diatta, J. B. Assessment of Heavy Metal Contamination of Soils Impacted by a Zinc Smelter Activity / J. B. Diatta, E. Chudzinska, S. Wirth // J. Elementol. – 2008. – Vol. 13 (1). – P. 5–16.

12. Heavy Metals in Suburban Ecosystems of Industrial Centres and Ways of Their Reduction / N. V. Onistratenko [et al.] // Ekologia Bratislava. – 2016. – Vol. 35, no. 3. – P. 205–212. – DOI: <https://doi.org/10.1515/eko-2016-0016>.

13. Tihonova, A. A. Determination of the Actual Zone of Influence of an Industrial Enterprise on the Basis of the Quality Assessment of the Environmental Components / A. A. Tihonova, V. V. Yanina, E. A. Eltanskaya // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – 2019. – Vol. 483. – Art. 012030. – DOI: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/483/1/012030>.

REFERENCES

1. GN 2.1.7.2041-06. Predelno dopustimye koncentracii (PDK) himicheskikh veshestv v pochve (vvedeny v dejstvie postanovleniem Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha Rossijskoj Federacii ot 23 yanvarya 2006 g. № 2 s 1 aprelya 2006 g.) [GN 2.1.7.2041-06. Maximum Permissible Concentrations (MPC) of Chemicals in the Soil (Enacted by the Decree of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation No. 2 Dated January 23, 2006 from April 1, 2006)]. *Informacionnaya sistema MEGA-NORM* [Information System MEGA-

NORM]. URL: <https://meganorm.ru/Index2/1/4293850/4293850511.htm> (accessed 15 May 2019).

2. M-MVI-80-2008 Metodika vypolneniya izmerenij massovoj doli elementov v probah pochv, gruntov i donnyh otlozheniyah metodami atomno-emissionnoj i atomno-absorbicijnoj spektrometrii (utv. i vveden v dejstvie 02.06.2008 ООО «Monitoring») [M-MVI-80-2008 Methods for Measuring the Mass Fraction of Elements in Samples of Soils, Grounds and Bottom Sediments by Atomic Emission and Atomic Absorption Spectrometry (Approved and Put into Effect on June 2, 2008 LLC Monitoring)]. *Informacionnaya sistema MEGA-NORM* [Information System MEGA-NORM]. URL: <http://meganorm.ru/Index2/1/4293824/4293824289.htm> (accessed 18 April 2019).

3. Metodika ocenki ekologicheskogo sostoyaniya zelenyh nasazhdenij obshogo polzovaniya Sankt-Peterburga: rasporyazhenie Komiteta po prirodopolzovaniyu, ohrane okruzhayushej sredy i obespecheniyu ekologicheskoy bezopasnosti Pravitelstva SPb ot 30 avgusta 2007 g. № 90-r. [Methodology for Assessing the Ecological State of Public Green Spaces in Saint Petersburg. Order of the Committee for Nature Management, Environmental Protection and Environmental Safety of the Government of Saint Petersburg No. 90-r Dated August 30, 2007]. *Zakonodatelnoe Sobranie SPb* [Legislative Assembly of Saint Petersburg], 2007. 9 p.

4. Zyrin N.G., Malahov S.G., eds. Metodicheskie rekomendacii po provedeniyu polevyh i laboratornyh issledovanij pochv i rastenij pri kontrole zagryazneniya okruzhayushej sredy metallami [Guidelines for Conducting Field and Laboratory Studies on Soils and Plants When Controlling Environmental Pollution by Metals]. Moscow, Gidrometeoizdat Moskovskoe otdelenie, 1981. 109 p.

5. Rasporyazhenie Pravitelstva RF № 510-r ot 23 marta 2019 g. «Ob utverzhdenii metodiki formirovaniya indeksa kachestva gorodskoj sredy» (s izmeneniyami na 30 dekabrya 2020 goda) [Order of the Government of the Russian Federation No. 510-r Dated March 23, 2019 “On Approval of the Methodology for the Formation of the Urban Environment Quality Index” (As Amended on December 30, 2020)]. *AO «Kodeks»* [JSC Codex]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/553937399> (accessed 12 July 2021).

6. Tihonova A.A., Bolgov I.A. Znachimost dannyh o fakticheskoj zone vliyaniya lokalnogo promyshlennogo obekta pri ocenke kachestva gorodskoj sredy (na primere VMK «Krasnyj oktyabr») [Significance of Data on the Actual Zone of Influence of a Local Industrial Facility in Assessing the Quality of the Urban Environment (For Example, the VMK “Krasnyj oktyabr”)]. *Sovremennaya ekologiya:*

obrazovanie, nauka, praktika: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. [Modern Ecology: Education, Science, Practice. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference]. Voronezh, Nauchnaya kniga Publ., 2017, vol. 2, pp. 108-114.

7. Tihonova A.A., Shkolnyh D.A. Ocenka fakticheskogo sostoyaniya zelenyh nasazhdenij sanitarno-zashitnoj zony AO VMK «Krasnyj oktyabr» g. Volgograda [Assessment of the Actual State of Green Plantings in Sanitary Protection Zone of Smelter VMK «Krasny Oktyabr» CJSC, Volgograd]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 11, Estestvennye nauki* [Science Journal of Volgograd State University. Natural Sciences], 2017, vol. 7, no. 4, pp. 39-45. DOI: <https://doi.org/10.15688/jvolsu11.2017.4.6>.

8. Ukaz Prezidenta Rossijskoj Federacii «O nacionalnyh celyah i strategicheskikh zadachah razvitiya Rossijskoj Federacii na period do 2024 goda» [Decree of the President of the Russian Federation “On National Goals and Strategic Objectives of the Development of the Russian Federation for the Period up to 2024”]. *Oficialnyj internet-portal pravovoj informacii* [Official Internet Portal of Legal Information]. URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody&firstDoc=1&lastDoc=1&nd=102468157> (accessed 13 July 2021).

9. Ukaz o nacionalnyh celyah razvitiya Rossii do 2030 goda [Decree on the National Development

Goals of Russia for the Period up to 2030]. *Administraciya Prezidenta Rossii* [Administration of the President of Russia]. URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/63728> (accessed 13 July 2021).

10. Ivantsova E.A., et al. Ekologicheskaya ocenka gorodskih aglomeracij na osnove indikatorov ustojchivogo razvitiya [The Environmental Assessment of Urban Agglomerations on the Basis of Sustainable Development Indicators]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 3, Ekonomika. Ekologiya* [Science Journal of Volgograd State University. Global Economic System], 2019, vol. 21, no. 2, pp. 143-156. DOI: <https://doi.org/10.15688/jvolsu3.2019.2.13>.

11. Diatta J.B., Chudzinska E., Wirth S. Assessment of Heavy Metal Contamination of Soils Impacted by a Zinc Smelter Activity. *J. Elementol*, 2008, vol. 13 (1), pp. 5-16.

12. Onistratenko N.V. et al. Heavy Metals in Suburban Ecosystems of Industrial Centres and Ways of Their Reduction. *Ekologia Bratislava*, 2016, vol. 35, no. 3, pp. 205-212. DOI: <https://doi.org/10.1515/eko-2016-0016>.

13. Tikhonova A.A., Yanina V.V., Eltanskaya E.A. Determination of the Actual Zone of Influence of an Industrial Enterprise on the Basis of the Quality Assessment of the Environmental Components. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2019, vol. 483, art. 012030. DOI: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/483/1/012030>.

Information About the Authors

Anna A. Tikhonova, Senior Lecturer, Department of Ecology and Nature Management, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, tihonova@volsu.ru

Anna V. Kholodenko, Candidate of Sciences (Geography), Associate Professor, Department of Ecology and Nature Management, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, kholodenko@volsu.ru

Информация об авторах

Анна Афанасьевна Тихонова, старший преподаватель кафедры экологии и природопользования, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, tihonova@volsu.ru

Анна Викторовна Холоденко, кандидат географических наук, доцент кафедры экологии и природопользования, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, kholodenko@volsu.ru



DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2021.3.2>

UDC 504.064.2.001.18

LBC 20.18

DANDELION *TARAXACUM OFFICINALE* L. AS A PROMISING TOOL FOR BIO-DIAGNOSTICS OF THE STATE OF THE URBAN ENVIRONMENT

Nikolay V. Onistratenko

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Xenia I. Roubanova

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Abstract. The need to expand the list of organisms used in environmental biodiagnostics arises from the variety of pollutants and types of man-made effects on the biosphere. The choice of available test organism should be based on easily detectable and differentiable sensitivity to factors, high reproducibility of seed material, alignment of the genetic line used by the gene pool and phenotype. The paper presents the results of the soil contamination of urban agglomeration study by the bioindication and biotesting method using a dandelion as a bioindicator plant and a test organism. Within the study, the generation of dandelion was obtained and investigated for applicability in biotesting. During the first stage of the study, soil samples were taken in the influence zone of VAO Khimprom and near the 2nd Prodol'naya avenue of Volgograd. Germination of dandelion seeds showed noticeable differences in growth rates both in comparison with control and in comparison, of prototypes with each other. At the end of the first stage, numerous apomictic seed offspring were obtained to excrete the aligned genetic lineage of test organisms. The expansion of the list of contaminated locations by counting the territories adjacent to the VMK Krasnyi Oktyabr' showed the detected differentiated physiological reaction of test organisms grown in experimental soil samples. The results of the study confirm the postulate on soil contamination of urban locations with physiologically active pollutants and also characterize the used plant as a sensitive and easily reproducible test organism under artificial conditions. During the two-year experiment the possibility of selecting the genetic lineage *Taraxacum officinale* with predictable and monotonous properties was proved due to the tendency of this species to apomixis.

Key words: bioassay, dandelion, test organism, pollutant, germination.

Citation. Onistratenko N.V., Roubanova X.I. Dandelion *Taraxacum officinale* L. As a Promising Tool for Bio-Diagnostics of the State of the Urban Environment. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2021, vol. 11, no. 3, pp. 14-21. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2021.3.2>

УДК 504.064.2.001.18

ББК 20.18

ОДУВАНЧИК ЛЕКАРСТВЕННЫЙ *TARAXACUM OFFICINALE* L. КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ БИОДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Николай Владимирович Онистратенко

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Ксения Игоревна Рубанова

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация. Потребность в расширении перечня организмов, используемых в биодиагностике состояния окружающей среды, закономерно вытекает из разнообразия поллютантов и видов техногенного воздействия

на биосферу. Выбор доступного тест-организма должен основываться на легко определяемой и дифференцируемой чувствительности к факторам, высокой воспроизводимости семенного материала, выровненности используемой генетической линии по генофонду и фенотипу. В работе представлены результаты исследования загрязненности почв городской агломерации методом биоиндикации и биотестирования с применением одуванчика лекарственного в качестве растения-биоиндикатора и тест-организма. Также в ходе исследования получено и исследовано на применимость в биотестировании поколение одуванчика лекарственного. В ходе первого этапа исследования образцы почв отбирались в зоне влияния ВОАО «Химпром» и вблизи 2-й Продольной магистрали Волгограда. Проращивание семян одуванчика показало ощутимые различия ростовых показателей как в сравнении с контролем, так и в сравнении опытных образцов между собой. В конце первого этапа было получено многочисленное апомиктическое семенное потомство для выведения выровненной генетической линии тест-организмов. Расширение перечня загрязненных локаций за счет территорий, прилегающих к ВМК «Красный Октябрь», показало выявляемую дифференцированную физиологическую реакцию тест-организмов, выращиваемых в опытных образцах почвы. Результаты исследования подтверждают постулат о загрязнении почв городских локаций физиологически активными поллютантами, а также характеризуют использованное растение как чувствительный и легко воспроизводимый в искусственных условиях тест-организм. В ходе двухлетнего опыта была доказана возможность селекции генетической линии *Taraxacum officinale* с прогнозируемыми и однообразными свойствами, что обусловлено склонностью данного вида к апомиксису.

Ключевые слова: биотестирование, одуванчик лекарственный, тест-организм, поллютант, всхожесть.

Цитирование. Онистратенко Н. В., Рубанова К. И. Одуванчик лекарственный *Taraxacum officinale* L. как перспективный инструмент биодиагностики состояния городской среды // Природные системы и ресурсы. – 2021. – Т. 11, № 3. – С. 14–21. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2021.3.2>

Введение

Проведение экологического мониторинга состояния окружающей среды может осуществляться и с применением фитоиндикации загрязнений. В условиях экологического неблагополучия риск существует для всех живых организмов, при этом растения раньше, чем животные, реагируют на смену условий среды обитания [5]. Выбор растения-индикатора для проведения биотестирования имеет первостепенное значение по причине видовой специфики реакции на различные поллютанты [11]. Тест-растения обозначают собой те самые биологические элементы, которые составляют тест-систему [6; 13].

Почвы в совокупности с растениями-индикаторами аккумулируют значительную часть загрязнений, поступающих из атмосферного воздуха, в результате чего они служат индикаторами техногенной нагрузки на окружающую среду [8]. Адсорбция загрязняющих веществ и их удержание являются основными экологическими функциями почвы, что влияет на ее продуктивность и пригодность для произрастания различных растений, также она выполняет важные средообразующие функции [17].

В 2019 г., по данным Управления Федеральной службы по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор) по Волгоградской области, масса выбросов загрязняющих веществ в атмосферу по региону от стационарных источников составила более 80 тыс. т, а выбросы в атмосферу от автотранспорта по данным Единой межведомственной информационно-статистической системы (ЕМИСС) составили 91,4 тыс. т [3].

Научный и практический интерес представляет проведение мониторинга окружающей среды на содержание различных форм загрязнений в почвах вблизи источников антропогенного воздействия на экосистемы [4; 12; 15]. Депонирующая роль почв во взаимодействии с растительностью переходит в метаболическую роль, что выражается в преобразовании поллютантов в более биодоступные формы [2].

Получение растительного маркера, отвечающего на конкретные загрязнения, способствует своевременному определению их присутствия в окружающей среде. Выведение потомственной линии однообразных особей для использования их в качестве тест-объектов позволит получить точные резуль-

таты, а их применение будет наиболее эффективным при биомониторинге.

Материалы и методы

Одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* L.) выбран в качестве биоиндикатора ввиду повсеместной распространенности и хорошей изученности. *Taraxacum officinale* активно применяется в экологическом мониторинге, особенно часто его используют в качестве индикатора тяжелых металлов. Выбор одуванчика именно для индикации тяжелых металлов обусловлен тем, что металлы накапливаются в его листьях и корневой системе [16; 17].

В качестве методики для проведения биотестирования с использованием одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale*) нами был выбран метод определения фитотоксичности по ингибированию прорастания семян и роста проростков [10]. В используемом методе для развернутой оценки влияния загрязнения почвы учитывается ряд показателей, принятых в семеноводстве, к которым относятся всхожесть, энергия прорастания, дружность прорастания и скорость прорастания. Фитотестирование как способ оценки применяется в природоохранной практике для оценки экологического состояния окружающей среды, уровень фитотоксичности почв отмечается при накоплении тяжелых металлов в количествах, превышающих ПДК [7; 14].

Под всхожестью понимают число проросших семян, выраженное в процентах от общего количества высаженных семян.

К энергии прорастания относят число семян, проросших за первые трое суток, выраженное в процентах от общего количества семян, взятых для проращивания [9].

Дружность прорастания представляет собой средний процент семян, проросших за первые сутки прорастания:

$$Д = \frac{П}{А}, \quad (1)$$

где Д – дружность прорастания; П – полная всхожесть; А – число дней прорастания.

Скорость прорастания – это сумма средних чисел семян, прорастающих ежедневно:

$$С = a + \frac{б}{2} + \frac{в}{3} + \dots + \frac{n}{n}, \quad (2)$$

где С – скорость прорастания; а, б, в, ..., n – число семян, проросших за первые, вторые, третьи и последующие сутки.

Также нами применялся метод определения всхожести семян, регламентированный ГОСТ 12038-84 [1]. Для работы использовалась усредненная выборка 10 семян, полученная методом квартования из 100 семян. Семена раскладываются на трех слоях увлажненной фильтровальной бумаги в одноразовые контейнеры.

Для первого этапа исследования, проводимого в осенний период 2019 г., применялись семена *Taraxacum officinale*, собранные с плодonoсящего одуванчика, произрастающего на территории города Волгограда. Семена высаживались в предварительно отобранную почву точек с неблагоприятным статусом, а также в месте с минимальным антропогенным воздействием на территории города Волгограда и Волгоградской области: на территории химического предприятия (ВОАО «Химпром»), на участке рядом с дорогой (2-я Продольная магистраль в Кировском районе города), в степи (Ольховский район, Волгоградская область). Контрольная выборка высевалась на перлит. Для эксперимента был произведен отбор почвы с одинаковой глубины 20–30 см. Масса невысушенной почвы с каждой точки составила 1 килограмм. В каждую навеску почвы и перлит в начале эксперимента было высеяно по 20 семян. Образцы почвы и семена растений собирались в сентябре 2019 года.

По завершению опыта по определению фитотоксичности методом оценки ингибирования прорастания семян и роста проростков были выбраны наиболее типичные особи, от которых в конце весны 2020 г. был собран урожай семян.

На втором этапе исследования, который проводился осенью 2020 г., отобранные семена использовались для проверки следующих почвенных образцов: условно чистая почва, отобранная в степной зоне (Ольховский район, Волгоградская область); почвы загрязненной зоны химического предприятия (ВОАО «Химпром»), участка рядом с дорогой (2-я Продольная магистраль в Кировском районе го-

рода) и с территории промышленного объекта (ВМК «Красный Октябрь»).

Результаты и обсуждение

В ходе проращивания семян в рамках первого этапа исследования было произведено сравнение ростков по внешним признакам (рис. 1). При сравнении ростков, проросших в исследуемой почве к третьему дню наблюдения, можно отметить, что наиболее интенсивно проросли семена, высаженные в степную почву; семена, высаженные в перлит, проросли чуть позже, чем семена в степной зоне (рис. 1а). К шестому дню наблюдения можно отметить, что у особей, проращиваемых в почве степной зоны, в отличие от других, появились третьи листочки, более заостренные (рис. 1б). На двенадцатый день наблюдений отмечено резкое ускорение роста у особей, выращиваемых в почве, отобранной рядом с химическим предприятием и автомагистралью (рис. 1в). Такую парадоксальную реакцию можно объяснить тем, что находящиеся в данной почве загрязняющие вещества могли выступить в роли ростовых стимуляторов. На двенадцатый день все проросшие ростки

имели по три листочка, один из которых имел уже четкую вытянутую форму (то есть был первым настоящим листом в обрамлении двух семядольных листочков). К последнему дню наблюдения одуванчики, выращиваемые в почве, отобранной рядом с дорогой, более вытянуты по сравнению с другими ростками (рис. 1г). Наименьший прирост к концу наблюдения был отмечен у особей, выращиваемых в чистом перлите. У более крупных ростков стали появляться последующие листья характерной для вида формы.

В ходе развернутой оценки влияния загрязнения почвы были определены всхожесть и энергия прорастания семян в отобранной почве. По формулам (1) и (2) были рассчитаны дружность прорастания и скорость прорастания семян.

Для определения всхожести семян было учтено количество семян, проросших к последнему дню наблюдения. Таким образом, можно отметить, что минимальные всхожесть и энергия прорастания отмечены у семян, выращиваемых в почве, отобранной рядом с дорогой. Максимальным процентом дружности прорастания обладают семена, выращиваемые в чистом перлите (см. табл. 1).

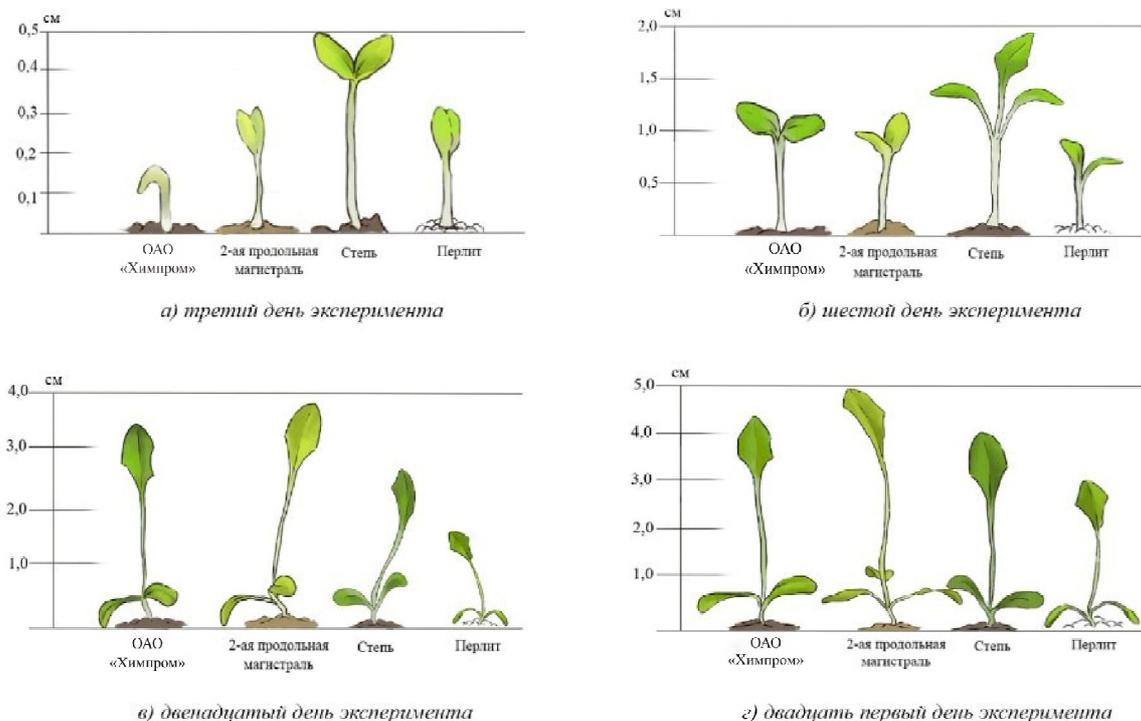


Рис. 1. Размеры ростков *Taraxacum officinale* в первом эксперименте

Сравнивая ростки *Taraxacum officinale* в ходе второго этапа исследования (рис. 2), можно отметить, что семена, высаженные в почву, характеризующуюся минимальным антропогенным воздействием, в первые дни прорастали более интенсивно, чем семена, высаженные в загрязненную почву (рис. 2а).

К девятому дню у ростков появились первые настоящие заостренные листочки, за исключением образцов проращиваемых в почве, отобранной на территории ОАО «Химпром» (рис. 2б). Это связано с запоздалой всхожестью семян, проращиваемых в данной почве, по сравнению с другими образцами. К двадцать седьмому дню у всех проростков имеется по три листа (один настоящий лист и два семядольных). Также отмечено, что рос-

тки в почве, подвергшейся действию транспортных поллютантов, характеризовались менее насыщенной окраской по сравнению с другими образцами. Это сигнализирует о меньшем содержании хлорофилла. У большинства особей, выращиваемых в почвах, отобранных в условно чистом месте и рядом со 2-й Продольной магистралью Волгограда, к этому времени имеется уже более трех листков (рис. 2в).

Оценка влияния загрязнения на ростовые процессы одуванчика лекарственного в ходе второго этапа проводилась аналогичным первому этапу образом по тем же формулам (1) и (2). Семена, пророщенные в степной почве, значительно превосходили другие образцы по энергии прорастания. Се-

Таблица 1

Показатели развернутой оценки влияния загрязнения почвы на прорастание семян за 2019 год

Показатели	Образцы отобранной почвы			
	ОАО «Химпром»	2-я Продольная магистраль	Степь	Чистый перлит
Всхожесть семян	80 %	30 %	90 %	90 %
Энергия прорастания семян	65 %	30 %	80 %	85 %
Дружность прорастания семян	15 %	5 %	8,5 %	30 %
Скорость прорастания семян	5,1	2,3	6,1	6,6

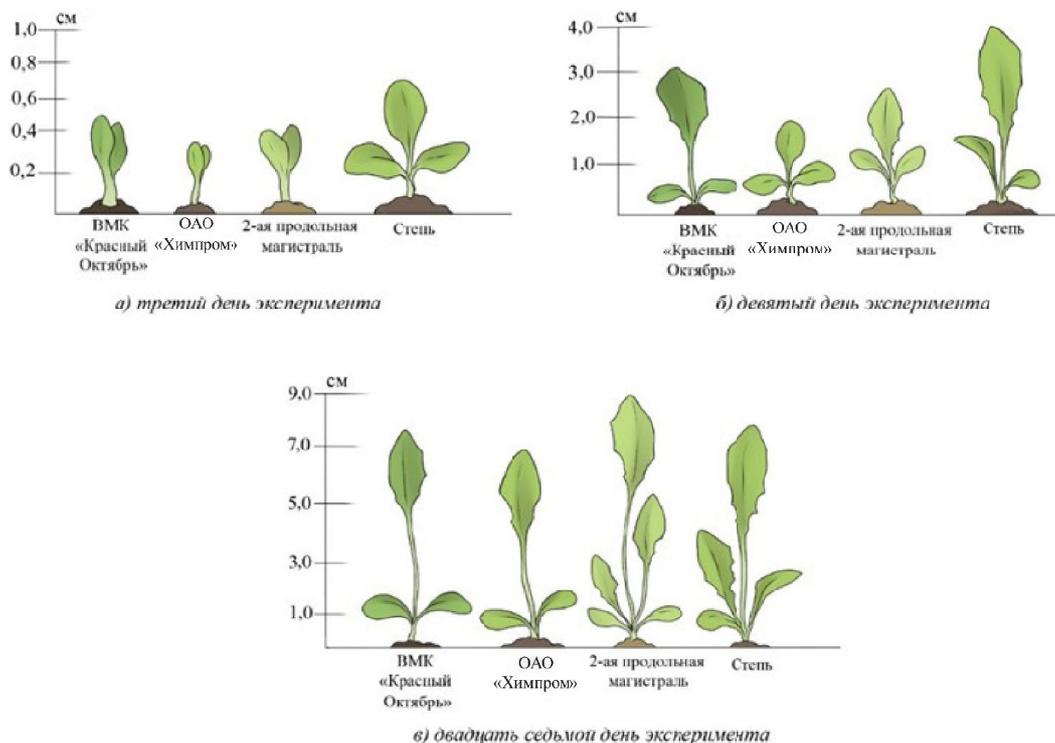


Рис. 2. Размеры ростков *Taraxacum officinale* во втором эксперименте

мена, выращиваемые в почве, отобранной рядом с дорогой, отличаются энергией прорастания от семян, выращиваемых в почвах, отобранных рядом с предприятиями, и характеризуются большой всхожестью (табл. 2).

Таким образом, результаты двухэтапного опыта подтверждают общую тенденцию снижения показателей динамики прорастания семян и физиологического благополучия проростков одуванчика лекарственного. Также следует отметить повторяемую дифференцированную реакцию на различия в количественных и качественных характеристиках загрязнения обследуемой среды, что подтверждает возможность использования растения в качестве тест-организма в биодиагностической практике.

Заключение

В результате всех проведенных исследований и наблюдений нами были сделаны выводы о перспективности применения одуванчика лекарственного *Taraxacum officinale* в качестве биоиндикатора для проведения экологического мониторинга. Исследование загрязненных почвенных образцов подтвердило, с одной стороны, физиологически значимый уровень техногенной токсичности почв городской агломерации, с другой – возможность использования одуванчика лекарственного в качестве тест-организма благодаря его хорошо дифференцируемой реакции на поллютанты. Также к материальным результатам исследования следует отнести получение семенного фонда для дальнейшей селекции устойчивой линии с выровненным генофондом и фенотипической реакцией на воздействия в ходе биотестирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- ГОСТ 12038-84. Межгосударственный стандарт. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести (утв. и введен в действие Постановлением Госстандарта СССР от 19.12.1984 № 4710) (ред. от 01.03.1995. с изм. от 01.10.1999). – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/search/?q=%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2+12038-84>. – Загл. с экрана.
- Влияние присутствия подвижных форм Zn, Cu, Ni на функционирование системы «почва-микробиота-растение» в зерновых агроценозах / Е. А. Иванцова [и др.] // Экология и промышленность России. – 2018. – Т. 22, № 11. – С. 56–59. – DOI: <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2018-11-56-59>.
- Доклад «О состоянии окружающей среды Волгоградской области в 2019 году» / редкол.: В. Е. Сазонов [и др.]; Ком. природ. ресурсов, лесн. хоз-ва и экологии Волгогр. обл. – Волгоград : ТЕМПОРА, 2020. – 300 с.
- Заикина, В. Н. Способы трансформации тяжелых металлов в почвах агломерации Волгоград-Волжский / В. Н. Заикина, А. А. Околелова, М. П. Корчагина // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2018. – Vol. 2, № 22. – С. 52–62. – DOI: <https://doi.org/10.21685/2307-9150-2018-2-5>.
- Ильин, В. Б. Тяжелые металлы и неметаллы в системе почва-растение : монография / В. Б. Ильин ; отв. ред. А. И. Сысо ; Рос. акад. наук. Сиб. отд-ние; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Новосибирск : СО РАН, 2012. – 220 с.
- Межневский, В. Н. Растения-индикаторы / В. Н. Межневский. – М. : АСТ, 2004. – 76 с.
- Плеханова, И. О. Применение методов биотестирования при оценке экологического состояния почв / И. О. Плеханова, О. А. Золотарёва, И. Д. Тарасенко // Вестник Московского университета. Серия 17, Почвоведение. – 2018. – № 4. – С. 36–46.
- Почвенный покров как индикатор полиметаллического загрязнения приземного слоя атмосферного воздуха г. Казани / Ю. А. Тунакова [и др.]

Таблица 2

Показатели развернутой оценки влияния загрязнения почвы на прорастание семян за 2020 год

Показатели	Образцы отобранной почвы			
	ВМК «Красный Октябрь»	ОАО «Химпром»	2-я Продольная магистраль	Степь
Полная всхожесть семян	60 %	50 %	60 %	70 %
Энергия прорастания семян	20 %	15 %	30 %	45 %
Дружность прорастания семян	10 %	6,25 %	8,6 %	14 %
Скорость прорастания семян	3,1	2,1	3,7	4,6

// Российский журнал прикладной экологии. – 2019. – № 1. – С. 53–57.

9. Привалова, Н. М. Определение фитотоксичности методом проростков / Н. М. Привалова [и др.] // Успехи современного естествознания. – 2006. – № 10. – С. 45.

10. Чеснокова, С. М. Биологические методы оценки качества объектов окружающей среды : учеб. пособие. В 2 ч. Ч. 2. Методы биотестирования / С. М. Чеснокова, Н. В. Чугай ; Владим. гос. ун-т. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2008. – 92 с.

11. Шадрина, Е. Г. Биоиндикационная оценка качества среды / Е. Г. Шадрина, В. Ю. Солдатова, В. С. Макаров. – Новосибирск : Наука, 2017. – 240 с.

12. Экологическая оценка городских агломераций на основе индикаторов устойчивого развития / Е. А. Иванцова [и др.] // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 3, Экономика. Экология. – 2019. – Т. 21, № 2. – С. 143–156. – DOI: <https://doi.org/10.15688/jvolsu3.2019.2.13>.

13. Яковишина, Т. Ф. Экотоксикологическая оценка городских почв методом биотестирования / Т. Ф. Яковишина // Universum: химия и биология. – 2015. – Т. 8, № 16. – С. 14–21.

14. Ecotoxicological Hazard Assessment of Deicing Chemicals for Higher Plants / M. D. Fedorchenko [et al.] // E3S Web of Conferences. Actual Problems of Ecology and Environmental Management: Cooperation for Sustainable Development and Environmental Safety, АРЕЕМ. – 2020. – Vol. 169. – Art. 01020. – DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016901020>.

15. Heavy Metals in Suburban Ecosystems of Industrial Centres and Ways of Their Reduction / N. V. Onistratenko [et al.] // Ekologia (Bratislava). – 2016. – Vol. 35, no. 3. – P. 205–212.

16. Zhuykova, E. V. Genetic Diversity in Local *Taraxacum officinale* L. Populations from Habitats Varied in Toxic Load / E. V. Zhuykova, E. R. Zinnatova, I. S. Kiseleva // The Fourth International Scientific Conference Ecology and Geography of Plants and Plant Communities. – Ekaterinburg : Knowledge E, 2018. – С. 243–253. – DOI: <https://doi.org/10.18502/kl.v4i7.3245>.

17. Van Dongen, S. The Statistical Analysis of Fluctuating Asymmetry: REML Estimation of a Mixed Regression Model / S. Van Dongen, G. Molenberghs, E. Matthysen // J. of Evol. Biol. – 1999. – Vol. 12. – P. 94–102. – DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1420-9101.1999.00012.x>.

REFERENCES

1. GOST 12038-84. Mezhgosudarstvennyj standart. Semena sel'skohozjajstvennyh kul'tur. Metody opredelenija vshozhesti (utv. i vveden v

dejstvie Postanovleniem Gosstandarta SSSR ot 19.12.1984 № 4710) (red. ot 01.03.1995. s izm. ot 01.10.1999) [GOST 12038-84. Interstate Standard. Seeds of Agricultural Crops. Methods for Determining Germination (Approved and Put into Effect by the Resolution of the State Standard of the USSR No. 4710 Dated December 19, 1984) (Edited on March 1, 1995, Amended on October 1, 1999)]. URL: <http://www.consultant.ru/search/?q=%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2+12038-84>.

2. Ivantsova E.A. et al. Vliyanie prisutstviya podvizhnykh form Zn, Cu, Ni na funkcionirovanie sistemy «pochva-mikrobiota-rastenie» v zernovykh agrotsenozakh [Influence of the Presence of Mobile Forms Zn, Cu, Ni on Functioning of the System “Soil-Microbiota-Plant” in Grain Agrocenoses]. *Ekologija i promyshlennost Rossii* [Ecology and Industry of Russia], 2018, vol. 22, no. 11, pp. 56-59. DOI: <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2018-11-56-59>.

3. Sazonov V.E. et al., eds. *Doklad «O sostojanii okruzhajushhej sredy Volgogradskoj oblasti v 2019 godu»* [Report “On the State of the Volgograd Region Environment in 2019”]. Volgograd, TEMPORA Publ., 2020. 300 p.

4. Zaikina V.N., Okolelova A.A., Korchagina M.P. Sposoby transformacii tjazhelyh metallov v pochvah aglomeracii Volgograd-Volzhskej [Methods of Transformation of Heavy Metals in the Soils of the Agglomeration of Volgograd-Volzhsky]. *Izvestia vysshikh uchebnykh zavedenii. Povolzhskii region. Estestvennye nauki* [University Proceedings. Volga Region. Natural Sciences], 2018, vol. 2, no. 22, pp. 52-62. DOI: <https://doi.org/10.21685/2307-9150-2018-2-5>.

5. Il'in V.B. *Tjazhelye metally i nemetally v sisteme pochva-rastenie: monografija* [Heavy Metals and Nonmetals in the Soil-Plant System. Monograph]. Novosibirsk, SO RAN, 2012. 220 p.

6. Mezhevskij V.N. *Rastenija-indikatory* [Plants-Indicators]. Moscow, AST Publ., 2004. 76 p.

7. Plehanova I.O., Zolotarjova O.A., Tarasenko I.D. Primenenie metodov biotestirovaniya pri otsenke ekologicheskogo sostoyaniya pochv [Application of Biotesting Methods in Assessing the Ecological State of Soils]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 17. Pochvovedenie*, 2018, no. 4, pp. 36-46.

8. Tunakova Ju.A., Ivanov D.V., Shagidullin A.R., Valiev V.S. Pochvennyj pokrov kak indikator polimetallicheskogo zagrjaznenija prizemnogo sloya atmosfernogo vozduha g. Kazani [Soil Cover As an Indicator of Polymetallic Pollution of the Surface Layer of Atmospheric Air in Kazan]. *Rossijskij zhurnal prikladnoj ekologii*, 2019, no. 1, pp. 53-57.

9. Privalova N.M., Procaj A.A., Litvinenko Ju.F., Marchenko L.A., Pan'kov V.A. Opredelenie

fitotoksichnosti metodom prorostkov [Determination of Phytotoxicity by the Method of Seedlings]. *Uspehi sovremennogo estestvoznaniya*, 2006, no. 10, p. 45.

10. Chesnokova S.M., Chugaj N.M. *Biologicheskie metody ocenki kachestva obyektov okruzhayushhey sredy: ucheb. posobie. V 2 ch. Ch. 2. Metody biotestirovaniya* [Biological Methods for Assessing the Quality of Environmental Objects. Textbook in 2 Parts. Part 2. Methods of Biotesting]. Vladimir, Izd-voVIGU, 2008. 92 p.

11. Shadrina E.G., Soldatova V.Ju., Makarov V.S. *Bioindikacionnaja ocenka kachestva sredy* [Bioindicational Assessment of Environmental Quality]. Novosibirsk, Nauka Publ., 2017. 240 p.

12. Ivantsova E.A., Postnova M.V., Sagalae V.A., Matveeva A.A., Kholodenko A.V. *Ekologicheskaja ozenka gorodskikh aglomeracij na osnove indikatorov ustoichevogo razvitiya* [The Environmental Assessment of Urban Agglomerations on the Basis of Sustainable Development Indicators]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 3, Ekonomika. Ekologiya* [Science Journal of Volgograd State University. Global Economic System], 2019, vol. 21, no. 2, pp. 143-156. DOI: <https://doi.org/10.15688/jvolsu3.2019.2.13>.

13. Jakovishina T.F. *Ekotoksikologicheskaya ocenka gorodskikh pochv metodom biotestirovaniya* [Ecotoxicological Assessment of Urban Soils by

Biotesting Method]. *Universum: himiya i biologiya*, 2015, vol. 8, no. 16, pp. 14-21.

14. Fedorchenko M.D., Mikhaylichenko K.Y., Adarchenko I.A., Ushakova O.V. *Ecotoxicological Hazard Assessment of Deicing Chemicals for Higher Plants. E3S Web of Conferences. Actual Problems of Ecology and Environmental Management: Cooperation for Sustainable Development and Environmental Safety, APEEM*, 2020, vol. 169, art. 01020. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016901020>.

15. Onistratenko N.V., Ivantsova E.A., Denysov A.A., Solodovnicov D.A. *Heavy Metals in Suburban Ecosystems of Industrial Centres and Ways of Their Reduction. Ekologia (Bratislava)*, 2016, vol. 35, no. 3, pp. 205-212.

16. Zhuykova E.V., Zinnatova E.R., Kiseleva I.S. *Genetic Diversity in Local Taraxacum officinale L. Populations from Habitats Varied in Toxic Load. The Fourth International Scientific Conference Ecology and Geography of Plants and Plant Communities. Ekaterinburg, Knowledge E*, 2018, pp. 243-253. DOI: <https://doi.org/10.18502/cls.v4i7.3245>.

17. Van Dongen S., Molenberghs G., Matthyssen E. *The Statistical Analysis of Fluctuating Asymmetry: REML Estimation of a Mixed Regression Model. J. of Evol. Biol.*, 1999, vol. 12, pp. 94-102. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1420-9101.1999.00012.x>.

Information About the Authors

Nikolay V. Onistratenko, Candidate of Sciences (Biology), Associate Professor, Department of Ecology and Nature Management, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, onistratenko@volsu.ru

Xenia I. Roubanova, Student, Department of Ecology and Nature Management, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, econecol@volsu.ru

Информация об авторах

Николай Владимирович Онистратенко, кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии и природопользования, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, onistratenko@volsu.ru

Ксения Игоревна Рубанова, студент кафедры экологии и природопользования, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, econecol@volsu.ru



DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2021.3.3>

UDC 581.91

LBC 28.5

FLORA OF THE CEMETERIAL TERRITORIES OF VOLGOGRAD AND THE VILLAGE OF ARZGIR OF STAVROPOL TERRITORY

Victoria S. Samokish

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Vadim A. Sagalaev

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Abstract. For the first time, the article provides information about the features of the plant community of the cemeterial territories of Volgograd and the village of Arzgir of Stavropol Territory. The inventory of plants was carried out by the route method. Each route was about 10 km. For the first time, such cemetery territories were studied: the cemetery of the village of Gornaya Polyana and the Kirov cemetery in Volgograd, cemeteries No. 1 and No. 2. in the village of Arzgir of Stavropol Territory. The identification of samples was carried out by standard methods in the Laboratory of Experimental Biology of Volgograd State University (VolSU). The collected species are stored in the Botanical Herbarium of the University. The article presents an annotated list of cemeterial plants, including 44 species, indicating data on habitats and the date of collection. This annotated list will be the basis for conducting monitoring studies in the field of environmental protection, as well as optimizing the regional network of protected areas. A comparative analysis of the flora of the studied territories was carried out, according to which a slight difference was revealed. This difference is explained by the fact that the cemeterial territories of Volgograd is located inside the largest urbanized city, unlike the small village of Arzgir, and the species composition of plants in these two territories depends on the person because most of the species are cultivated. The data obtained as a result of the study will be used to develop questions of systematics, geography and ecology of plants. The revealed diversity of plants in the studied regions expands our knowledge about the ecology and distribution of species, allows us to systematize and generalize the available information, and also makes it possible to predict further botanical finds.

Key words: cemeterial territories, flora, Kirovsky district, Sovetsky district, Volgograd, the village of Arzgir, Stavropol Territory, botanical herbarium.

Citation. Samokish V.S., Sagalaev V.A. Flora of the Cemeterial Territories of Volgograd and the Village of Arzgir of Stavropol Territory. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2021, vol. 11, no. 3, pp. 22-25. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2021.3.3>

УДК 581.91

ББК 28.5

ФЛОРА ЦЕТЕРИАЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ г. ВОЛГОГРАДА И с. АРЗГИР СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ

Виктория Сергеевна Самокиш

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Вадим Александрович Сагалаев

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация. В статье впервые приводятся сведения об особенностях растительного сообщества цеметериальных территорий г. Волгограда и с. Арзгир Ставропольского края. Инвентаризация растений проводилась маршрутным методом. Каждый маршрут составлял около 10 километров. Впервые были исследованы

такие цеметериальные территории, как кладбище поселка Горная Поляна и Кировское кладбище в г. Волгограде, кладбища № 1 и № 2 в с. Арзгир Ставропольского края. Идентификация образцов осуществлялась стандартными методами в лаборатории экспериментальной биологии Волгоградского государственного университета (ВолГУ). Собранные виды хранятся в Ботаническом гербарии университета. В статье представлен аннотированный список растений цеметериев, включающий 44 вида, с указанием данных о местообитаниях и дате сбора. Данный аннотированный список будет основой для проведения мониторинговых исследований в области охраны окружающей среды, а также оптимизации региональной сети ООПТ. Проведен сравнительный анализ флор исследуемых территорий, согласно которому было выявлено незначительное различие. Оно объясняется тем, что цеметериальные территории г. Волгограда находятся внутри крупнейшего урбанизированного города, в отличие от небольшого с. Арзгир, а также видовой состав растений двух данных территорий зависит от человека, так как большинство видов являются культивируемыми. Полученные в результате исследования данные будут использованы для разработки вопросов систематики, географии и экологии растений. Выявленное разнообразие растений исследуемых регионов расширяет наше знание об экологии и распространении видов, позволяет систематизировать и обобщить имеющуюся информацию, а также дает возможность прогнозировать дальнейшие ботанические находки.

Ключевые слова: цеметериальные территории, флора, Кировский район, Советский район, г. Волгоград, с. Арзгир, Ставропольский край, ботанический гербарий.

Цитирование. Самокиш В. С., Сагалаев В. А. Флора цеметериальных территорий г. Волгограда и с. Арзгир Ставропольского края // Природные системы и ресурсы. – 2021. – Т. 11, № 3. – С. 22–25. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2021.3.3>

Введение

Анализ видового разнообразия является основой для понимания процессов формирования и функционирования биоценозов, при этом растения, как важный компонент биоценоза, часто слабо изучены, хотя их всестороннее исследование имеет важное теоретическое и практическое значение. Флора исследуемых цеметериальных территорий никем еще не была исследована до настоящего времени.

Кладбище является неотъемлемой частью городской и сельской экосистемы. Формирование состава флоры данных территорий напрямую зависит от времени возникновения кладбища, наличия исходных микоцинозов, их экологических особенностей и т. п. Кроме того, цеметериальные территории являются источниками видов-интродуктов и здесь нередко сохраняются участки, не подверженные значительной антропогенной трансформации. Исходя из этого следует, что для выявления прежнего состояния растений необходимо проводить флористические исследования по инвентаризации растений цеметериальных территорий.

Материалы и методы исследования

Исследование флоры цеметериальных территорий проводилось маршрутным мето-

дом в период с июля по ноябрь 2020 года. Сбор и обработка материала¹ осуществлялись по методике А.К. Скворцова (1977) [5]. Был также проведен микроскопический анализ образцов. Идентификация собранного материала проводилась в лаборатории кафедры биологии ВолГУ на основе методов световой микроскопии (Микроскоп БМС-1 и Микмед-5 с камерой – Levenhuk C510 NG) [1–6].

Результаты и их обсуждения

Ниже представлен аннотированный список растений, найденных в настоящее время на территории цеметериев г. Волгограда и с. Арзгир Ставропольского края.

Названия видов расположены по местообитанию. В аннотациях к видам указаны данные о местообитаниях и дате сбора.

22 июля 2020 г. в с. Арзгир на кладбище № 2 обнаружены следующие виды: *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, *Asparagus officinalis* L., *Atriplex micrantha* C. A. Mey., *Betula pendula* Roth, *Centaurea diffusa* Lam., *Cuscuta campestris* Yunck, *Delphinium consolida* L., *Euphorbia humifusa* Willd., *Euphorbia segnieriana* Neck, *Falaria vulgaris* Bernh, *Goniolimon tataricum* (L.) Boiss., *Inula Britannica* L., *Platycladus orientalis* (L.) Franco, *Salix alba* L., *Salvia stepposa* Des.-

Shost., *Sedobassia sedoides* (Pall.) Freitag & G. Kadereit, *Sempervivum caucasicum* Rupr. ex Boiss., *Setaria viridis* (L.) P. Beauv., *Solonum cornutum* Lam., *Stypholobium japonicum* (L.) Schott, *Syringa vulgaris* L.

12 августа 2020 г. в с. Арзгир на кладбище № 1 найдены такие виды, как: *Agropyron desertorum* (Fisch. Ex Link) Schulf, *Atriplex micrantha* C. A. Mey., *Atriplex tatarica* L., *Betula pendula* Roth, *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Glyrrhiza aspera* Pall., *Goniolimon tataricum* (L.) Boiss., *Helichrysum nogaicum* Tzvelev, *Hylotelephium triphyllum* (Haw.) Holub, *Sedum acre* L., *Sempervivum caucasicum* Rupr. ex Boiss., *Syringa vulgaris* L.

2 ноября 2020 г. в Советском районе г. Волгограда на кладбище поселка Горная Поляна были обнаружены данные виды: *Agropyron desertorum* (Fisch. Ex Link) Schulf, *Artemisia marschalliana* Spreng., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Carduus uncinatua* M. Bieb., *Cenchrus paniculatus* Benth, *Centaurea diffusa* Lam., *Conyza canadensis* (L.) Cronquist, *Cuscuta campestris* Yunck, *Glyrrhiza aspera* Pall., *Helichrysum arenarium* (L.) Moench, *Pinus sylvestris* L., *Platyclusus orientalis* (L.) Franco, *Salsola tragus* L., *Salvia stepposa* Des.-Shost., *Sorbus hybrid* (L.) L.

4 ноября 2020 г. в Кировском районе г. Волгограда на Кировском кладбище выявлены такие виды, как: *Achillea micrantha* Willd., *Artemisia lercheana* Weber ex Stechm, *Asparagus officinalis* L., *Atriplex tatarica* L., *Centaurea adpressa* Ledeb., *Cleistogenes bulgarica* (Bornm.) Keng, *Delphinium consolida* L., *Gypsophila paniculata* L., *Hylotelephium triphyllum* (Haw.) Holub, *Polygonum aviculare* L., *Sisymbrium altissimum* L., *Syringa vulgaris* L.

Заключение

Таким образом, в результате таксономического анализа флоры цеметеральных территорий Советского и Кировского районов г. Волгограда Волгоградской области и с. Арзгир Ставропольского края было выявлено 2 отдела, 4 класса, 22 порядка 23 семейства, 44 вида растений.

ПРИМЕЧАНИЕ

¹ Авторы выражают глубокую признательность за помощь при сборе и определении материала Н.С. Курагиной, В.В. Землянко, А.А. Копаковой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Галушко, И. А. Флора Северного Кавказа : определитель / А. И. Галушко. – Ростов н/Д : Изд-во Рост. ун-та, 1980. – 351 с.
2. Иллюстрированный определитель растений Средней России : в 3 т. / И. А. Губанов [и др.]. – М. : Т-во науч. изд. КМК, 2002–2004. – Т. 1 : Папоротники, хвощи, плауны, голосеменные, покрытосеменные (однодольные). – 2002. – 526 с. ; Т. 2 : Покрытосеменные (двудольные: раздельнолепестные). – 2003. – 668 с. ; Т. 3 : Покрытосеменные (двудольные: раздельнолепестные). – 2004. – 521 с.
3. Новиков, В. С. Популярный атлас определитель. Дикорастущие растения / В. С. Новиков, И. А. Губанов. – М. : Дрофа, 2007. – 415 с.
4. Решетникова, Н. М. Флора Нижнего Поволжья. В 2 т. Т. 2. Раздельнолепестные двудольные сосудистые растения / Н. М. Решетникова. – М. : Т-во науч. изд. КМК, 2018. – 519 с.
5. Скворцов, А. К. Гербарий : пособие по методике и технике / А. К. Скворцов. – М. : Наука, 1977. – 199 с.
6. Скворцов, А. К. Флора Нижнего Поволжья. В 2 т. Т. 1 / А. К. Скворцов. – М. : Т-во научных изданий КМК, 2006. – 435 с.

REFERENCES

1. Galushko I.A. *Flora Severnogo Kavkaza: opredelitel* [Flora of the North Caucasus. Determinant]. Rostov-on-Don, Izd-vo Rostovskogo universiteta, 1980. 351 p.
2. Gubanov I.A., Kiseleva K.V., Novikov V.S., Tikhomirov V.N. *Ilyustrirovannyi opredelitel rasteniy Sredney Rossii: v 3 t.* [Illustrated Determinant of Plants of Central Russia. In 3 Vols.]. Moscow, Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2002–2004, vol. 1: Paprotniki, khvoshchi, plauny, golosemennye, pokrytosemennye (odnodolnye) [Ferns, Horsetails, Plauns, Gymnosperms, Angiosperms (Monocotyledons)], 2002. 526 p.; vol. 2: Pokrytosemiannye (dvudolnye: razdelnolepestnye) [Angiosperms (Dicotyledons: Split-Bladed)], 2003. 668 p.; vol. 3: Pokrytosemiannye (dvudolnye: razdelnolepestnye) [Angiosperms (Dicotyledons: Split-Bladed)], 2004. 521 p.
3. Novikov V.S., Gubanov I.A. *Populiarnyi atlas opredelitel. Dikorastushchie rasteniia* [Popular

Atlas Determinant. Wild Plants]. Moscow, Drofa Publ., 2007. 415 p.

4. Reshetnikova N.M. *Flora Nizhnego Povolzhia. V 2 t. T. 2. Razdelnolepестnye dvudolnye sosudistye rasteniia* [Flora of the Lower Volga Region. In 2 Vols. Vol. 2. Dialypetalous Dicotyledonous Vascular Plants]. Moscow, Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2018. 519 p.

5. Skvortsov A.K. *Gerbariy: posobie po metodike i tekhnike* [Herbarium. Manual on Methodology and Technology]. Moscow, Nauka Publ., 1977. 199 p.

6. Skvortsov A.K. *Flora Nizhnego Povolzhia. V 2 t. T. 1* [Flora of the Lower Volga Region. In 2 Vols. Vol. 1]. Moscow, Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2006. 435 p.

Information About the Authors

Victoria S. Samokish, Student, Department of Biology, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, viktorya.samokish@yandex.ru

Vadim A. Sagalaev, Doctor of Sciences (Biology), Associate Professor, Professor, Department of Biology, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, alex_sag@mail.ru

Информация об авторах

Виктория Сергеевна Самокиш, студент кафедры биологии, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, viktorya.samokish@yandex.ru

Вадим Александрович Сагалаев, доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры биологии, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, alex_sag@mail.ru



DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2021.3.4>

UDC 502.5(470.45)

LBC 26.222(2Poc-4Bor)

**CHANGES IN THE TERRITORIAL ORGANIZATION
OF THE “VOLGA-AKHTUBA FLOODPLAIN” NATURAL PARK
WITH AN INCREASE IN ANTHROPOGENIC LOAD IN THE PERIOD
FROM THE BEGINNING OF THE 2000s TO 2020**

Sergey A. Istomin

Russian Information, Analytical and Scientific Research Water Management Center,
Rostov-on-Don, Russian Federation;
Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Anna V. Kholodenko

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Abstract. The territory of the Volga-Akhtuba floodplain within Volgograd region, included in the natural park Volga-Akhtuba floodplain, has been subjected to anthropogenic impact for many years. Initially, in order to regulate economic activities, the natural park space was divided into three functional zones: environmental, recreational, and agricultural. In subsequent years, within the natural park Volga-Akhtuba floodplain, due to the increased anthropogenic load on the landscapes, it became necessary to adjust the spatial organization of areas with different purposes. In the actual version of functional zoning, five functional zones (agrarian landscapes, environmental, recreational, extensive nature management and buffer) are presented. In order to determine the transformation of the natural park Volga-Akhtuba floodplain spatial organization, changes in the functional zoning of this specially protected natural area during the period from the beginning of the 2000s to 2020 were revealed with the use of geoinformation systems. Most of the lands have not changed their legal status. The agricultural zone underwent the main transformation, most of which were transferred to the recreational zone. The territory of environmental zone that includes the most valuable natural complexes and objects has been squeezed out to territories that are less profitable for nature users. The lands of the Sredneakhtubinsky district are most exposed to anthropogenic impact, since this municipality includes significant areas occupied by zones of extensive nature management and agrarian landscapes, within which the most destructive nature management for ecosystems is carried out, while the ratio of nature protection spaces to the area of the municipality is the smallest. In the Svetloyarsk district, the ecological situation is the most favorable, since almost the entire territory is occupied by an environmental functional zone.

Key words: Volga-Akhtuba floodplain, natural park, functional zoning, change in territorial organization, anthropogenic load.

Citation. Istomin S.A., Kholodenko A.V. Changes in the Territorial Organization of the “Volga-Akhtuba Floodplain” Natural Park with an Increase in Anthropogenic Load in the Period from the Beginning of the 2000s to 2020. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2021, vol. 11, no. 3, pp. 26-33. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2021.3.4>

УДК 502.5(470.45)

ББК 26.222(2Рос-4Вог)

ИЗМЕНЕНИЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ПРИРОДНОГО ПАРКА «ВОЛГО-АХТУБИНСКАЯ ПОЙМА» С РОСТОМ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ В ПЕРИОД С НАЧАЛА 2000-х ГОДОВ ДО 2020 ГОДА

Сергей Александрович Истомин

Российский информационно-аналитический и научно-исследовательский водохозяйственный центр,
г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация;
Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Анна Викторовна Холоденко

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация. Территория Волго-Ахтубинской поймы в границах Волгоградской области, выведенная в состав природного парка «Волго-Ахтубинская пойма», многие годы подвергается антропогенному воздействию. Изначально пространство природного парка с целью регулирования хозяйственной деятельности было разделено на три функциональные зоны: природоохранная; рекреационная; агрохозяйственная. В последующие годы в пределах природного парка «Волго-Ахтубинская пойма» в связи с возросшей антропогенной нагрузкой на ландшафты возникла необходимость корректировки пространственной организации участков с различным назначением. В актуальном варианте функционального зонирования представлено пять функциональных зон: агроландшафтов; природоохранная; рекреационная; экстенсивного природопользования и буферная. С целью определения преобразования пространственной организации природного парка «Волго-Ахтубинская пойма» при помощи геоинформационных систем выявлены изменения функционального зонирования данной особо охраняемой природной территории в период с начала 2000-х годов по 2020 год. Большая часть земель не изменили своего правового статуса. Основной трансформации подверглась агрохозяйственная зона, большая часть которой была переведена в рекреационную. Природоохранная зона, на территории которой находятся наиболее ценные природные комплексы и объекты, вытеснена на менее выгодные для природопользователей территории. Земли Среднеахтубинского муниципального района в наибольшей степени подвержены антропогенному воздействию, так как в пределах данного муниципалитета значительные пространства занимают зоны экстенсивного природопользования и агроландшафтов, в пределах которых осуществляется наиболее разрушительное для экосистем природопользование, тогда как отношение природоохранных пространств к площади муниципалитета наименьшее. В Светлоярском районе экологическая ситуация наиболее благоприятная, так как практически всю территорию занимает природоохранная функциональная зона.

Ключевые слова: Волго-Ахтубинская пойма, природный парк, функциональное зонирование, изменение территориальной организации, антропогенная нагрузка.

Цитирование. Истомин С. А., Холоденко А. В. Изменение территориальной организации природного парка «Волго-Ахтубинская пойма» с ростом антропогенной нагрузки в период с начала 2000-х годов до 2020 года // Природные системы и ресурсы. – 2021. – Т. 11, № 3. – С. 26–33. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2021.3.4>

Введение

На севере города-героя Волгограда от реки Волга отделяется рукав Ахтуба, образуя в своем междуречье уникальную интразональную территорию Волго-Ахтубинской поймы, которая играет важную роль в сохранении биологического разнообразия всей Нижней Волги.

Ландшафты поймы долгие годы использовались в интересах хозяйства, однако местами данная территория сохранила слабоизмененные и неизмененные экосистемы [1; 6]. В 2000 г. в северной части Волго-Ахтубинской поймы в пределах Волгоградской области был создан одноименный природный парк [3]. При создании природного парка планировалось достижение гармонии в экологи-

хозяйственном балансе территории Волго-Ахтубинской поймы. Организация хозяйственной деятельности должна вестись с учетом обеспечения устойчивого развития природы и общества, однако в настоящее время территория поймы подвергается значительному антропогенному воздействию.

Материалы и методы

Изначально территория природного парка с целью регулирования хозяйственной деятельности была разделена на три функциональные зоны: природоохранная, рекреационная, агрохозяйственная [2].

В результате привязки изображения функционального зонирования природного парка «Волго-Ахтубинская пойма» к космическому снимку Landsat-8 от 02.07.2020 г. проведена векторизация изображения в системе координат проекта (WGS 84 / UTM zone 38N). В итоге была создана картосхема «Функциональное зонирование природного парка «Волго-Ахтубинская пойма» по состоянию на начало 2000-х годов» (рис. 1, а) [4].

Согласно расчетам, проведенным по данной картосхеме (см. рис. 1, а), было выявлено, что наибольшую площадь занимает зона рекреационного использования, которая располагается в основном на территории Ленин-

ского муниципального района и составляет 65 % от всей площади этой функциональной зоны. Значительно меньшие территории данная зона занимает в границах Среднеахтубинского и Светлоярского муниципальных районов, 31 % и 4 % соответственно.

Большая часть агрохозяйственной зоны природного парка «Волго-Ахтубинская пойма» находится в границах Среднеахтубинского муниципального района Волгоградской области, а именно 81 %. Меньшие площади данная функциональная зона занимает в Ленинском муниципальном районе. На территории Светлоярского муниципального района агрохозяйственная зона не представлена.

Природоохранная зона, направленная на сохранение естественных ландшафтов в сочетании с реализацией экологического туризма, представлена во всех муниципальных районах, чья территория включена в состав природного парка. Основные участки рекреационного назначения располагаются в границах Ленинского муниципального района и занимают 55 % площади данной функциональной зоны. Меньшие территории в природоохранной зоне представлены в Светлоярском и Среднеахтубинском муниципальных районах (26 % и 19 % соответственно). Стоит отметить, что эта зона занимает 84 % части Светлоярского

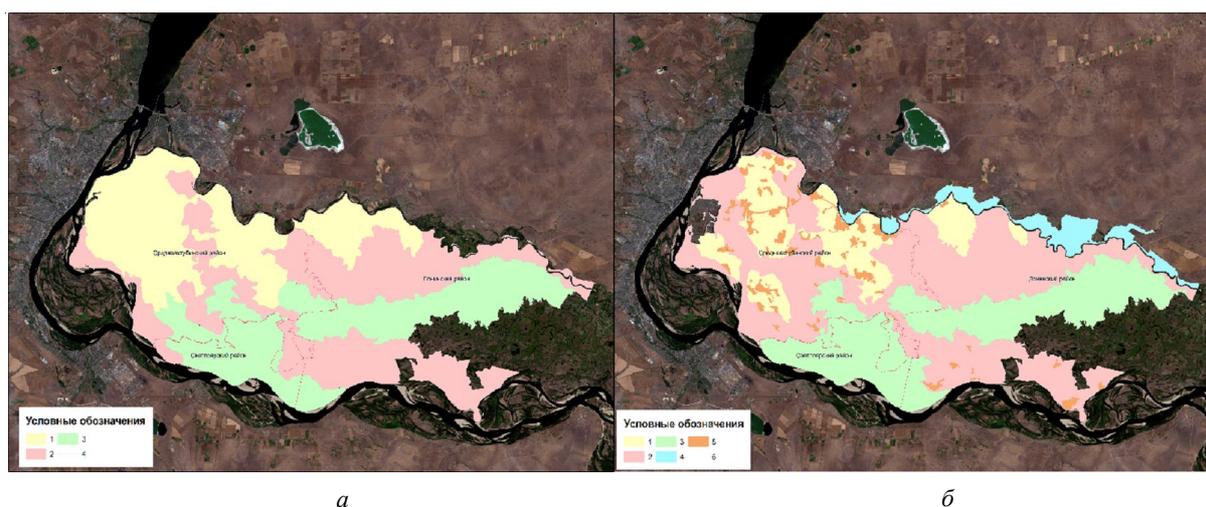


Рис. 1. Функциональное зонирование природного парка «Волго-Ахтубинская пойма» [1; 2; 5]:

- а – по состоянию на начало 2000-х гг. (1 – агрохозяйственная зона; 2 – зона рекреационного использования; 3 – природоохранная зона; 4 – граница муниципальных образований);
 б – по состоянию на 2020 г. (1 – зона агроландшафтов; 2 – зона рекреационного использования; 3 – природоохранная зона; 4 – буферная зона; 5 – экстенсивного природопользования; 6 – граница муниципальных образований)

муниципального района, которая также входит в состав природного парка.

В последующие годы на территории природного парка «Волго-Ахтубинская пойма» в связи с возросшей антропогенной нагрузкой на ландшафты возникла необходимость корректировки пространственной организации участков с различным назначением. Результаты были закреплены постановлением Администрации Волгоградской области от 22.06.2016 г. № 389-п «Об утверждении положения о природном парке “Волго-Ахтубинская пойма”» в части о новом функциональном зонировании его территории. В новом варианте представлено пять функциональных зон: агроландшафтов; природоохранная; рекреационная; экстенсивного природопользования и буферная [3; 5].

В результате привязки изображения «Схема границ функциональных зон природного парка “Волго-Ахтубинская пойма”», взятого из постановления Администрации Волгоградской области от 22.06.2016 года № 389-п «Об утверждении положения о природном парке “Волго-Ахтубинская пойма”», к космическому снимку Landsat-8 от 02.07.2020 г. [7] проведена векторизация изображения в системе координат проекта (WGS 84 / UTM zone 38N). Итогом стала картосхема «Функциональное зонирование природного парка “Волго-Ахтубинская пойма” по состоянию на 2020 год» (см. рис. 1, б) [3].

При проведенном анализе данной картосхемы (см. рис. 1, б) можно сделать вывод, что основную площадь занимает зона рекреационного использования, большая часть которой располагается в Ленинском муниципальном районе и составляет 56 % от общей площади данной зоны. Меньшие площади (42 %) эта зона занимает в границах Среднеахтубинского муниципального района. Значительно меньшие территории зона рекреационного использования занимает в Светлоярском муниципальном районе (всего 2 %).

Зона агроландшафтов располагается в основном в Среднеахтубинском муниципальном районе и составляет 83 % от площади данной функциональной зоны. Остальная часть этой зоны располагается в Ленинском муниципальном районе.

Буферная зона находится на левом берегу реки Ахтуба, в основном в Ленинском му-

ниципальном районе, и составляет 89 % от его общей площади, остальные 11 % приходятся на Среднеахтубинский муниципальный район.

Основная часть зоны экстенсивного природопользования (и, как следствие, основное количество селитебных территорий) располагается в границах Среднеахтубинского муниципального района и составляет 86 % от площади данной функциональной зоны, остальные 14 % приходятся на Ленинский муниципальный район.

Наиболее ценные экосистемы природного парка располагаются на территории природоохранной функциональной зоны и составляют 57 % от ее площади, их основная часть относится к Ленинскому муниципальному району. Меньшие площади данная функциональная зона занимает на территории Светлоярского и Среднеахтубинского муниципальных районов и составляет соответственно 31 % и 12 %. Стоит отметить, что в Светлоярском муниципальном районе данная зона занимает 94%. Таким образом, на территории Светлоярского муниципального района отсутствуют участки парка, подверженные интенсивной антропогенной нагрузке.

Для выявления изменений в пространственных и площадных характеристиках зонирования природного парка «Волго-Ахтубинская пойма» в программе ArcGIS из векторных слоев картосхем «Функциональное зонирование природного парка “Волго-Ахтубинская пойма” на начало 2000-х гг.» и «Функциональное зонирование природного парка “Волго-Ахтубинская пойма” по состоянию на 2020 г.» были выявлены основные изменения в территориальной организации данной региональной ООПТ. По результатам получены данные об изменении площадей отдельных функциональных зон природного парка (см. табл. 1).

Большая часть участков природного парка не изменили своего функционального назначения и подхода к природопользованию и регламентированию антропогенной нагрузки. Наиболее сильному изменению подверглись территории агрохозяйственной функциональной зоны. В частности, большая часть земель переведена в зону рекреационного использования, 71 % таких земель – в Среднеахтубинском муниципальном районе и 29 % – в Ленинском. В зону экстенсивного природополь-

зования переведены значительные площади агрохозяйственной функциональной зоны, 98 % таких земель – в Среднеахтубинском муниципальном районе. Также часть агрохозяйственной зоны в Среднеахтубинском муниципальном районе была выведена из состава природного парка.

Зона рекреационного использования по версии на начало 2000-х гг. подверглась незначительному изменению в территориальном зонировании по состоянию на 2020 год. Большая часть измененных территорий переведена в природоохранную функциональную зону, 59 % таких земель – в Ленинском муниципальном районе, 31 % – в Светлоярском и 10 % – в Среднеахтубинском. Значительные площади природного парка переведены в зону экстенсивного природопользования, причем 63 % из них – в Ленинском муниципальном районе, 37 % – в Среднеахтубинском. Часть природного парка, расположенная в начале 2000-х на левом берегу реки Ахтуба, переведена в буферную функциональную зону. Незначительные территории переведены из зоны рекреационного использования в зону агроландшафтов в Ленинском и Среднеахтубинском муниципальных районах.

Основная часть наиболее ценных участков природного парка «Волго-Ахтубинская пойма», которые отнесены к природоохранной функциональной зоне, в основном не изменили своего правового статуса. Так, часть природоохранных территорий переведена в земли рекреационного использования, 60 % таких земель – в Среднеахтубинском, и 40 % – в Ленинских муниципальных районах. Незначительная часть выведена из природоохранной зоны в зоны агроландшафтов и экстенсивного природопользования, в основном на территории Среднеахтубинского муниципального района Волгоградской области.

В состав природного парка дополнительно были включены территории на левом берегу реки Ахтуба, которые получили статус буферной зоны, созданной с целью сохранения ландшафтно-экологической целостности экосистем природного парка, а также для снижения влияния антропогенных факторов на уникальные экосистемы поймы.

В результате анализа изменения статуса отдельных участков природного парка было выявлено, что наименьшим изменениям подверглись территории Светлоярского муниципального района, в котором природо-

Таблица 1

Изменение функциональных зон природного парка «Волго-Ахтубинская пойма» с начала 2000-х гг. по 2020 г.

Функциональная зона в начале 2000-х гг.	Площадь в начале 2000-х гг., км ²	Функциональная зона в 2020 г.	Площадь в 2020 г., км ²
Агрохозяйственная зона	443,61	Агроландшафтов	227,96
		Рекреационного использования	147,40
		Экстенсивного природопользования	47,29
		Вышедшие из состава природного парка	20,96
Зона рекреационного использования	568,93	Рекреационного использования	503,92
		Агроландшафтов	3,02
		Экстенсивного природопользования	12,20
		Буферная зона	5,48
Природоохранная зона	428,2	Природоохранная зона	44,31
		Природоохранная зона	380,65
		Экстенсивного природопользования	1,17
		Рекреационного использования	39,98
Территории, не входящие в состав природного парка	76,87	Агроландшафтов	6,40
		Буферная зона	76,87

охранная зона приобрела еще большее значение. Данный факт свидетельствует о высокой значимости данной территории в сохранении биологического разнообразия Нижней Волги.

В Ленинском муниципальном районе участки парка в основном не изменили своего правового статуса, основными изменениями можно считать вывод значительной части агрохозяйственной зоны в зону рекреационного использования. Также часть природоохранных территорий вошли в состав зоны рекреационного использования, а часть территорий рекреации, наоборот, были переведены в природоохранную зону.

В Среднеахтубинском муниципальном районе произошли заметные изменения в распределении участков по функциональному назначению. Основные изменения касаются вывода из агрохозяйственной зоны значительной части территории в зону рекреационного и экстенсивного природопользования. Также стоит отметить, что из природоохранной зоны были выведены участки в другие функциональные зоны природного парка, а обратно были включены незначительные площади из зоны рекреации.

В настоящее время по сравнению с началом 2000-х функциональные зоны природного парка «Волго-Ахтубинская пойма» имеют следующие площади (табл. 2).

Заключение

Территориальное зонирование природного парка претерпело значительные изменения (см. табл. 1, 2). Агрохозяйственная зона сократилась на 46,49 %, зона рекреационного использования увеличилась на 21,51 %, а природоохранная зона сократилась в целом на 0,76 %. В границах природного парка были вве-

дены буферная зона и зона экстенсивного природопользования.

По результатам исследований можно сделать вывод о том, что северная часть Волго-Ахтубинской поймы играет значимую роль как в сохранении биологического разнообразия, так и в развитии экономики Волгоградской области. С учетом пространственного сочетания конфликтных видов природопользования на данной территории особое внимание необходимо уделять эффективности внутреннего устройства природного парка «Волго-Ахтубинская пойма». Особенно с учетом активного развития рекреационной и сельскохозяйственной деятельности, а также развития селитебных зон.

В составе парка находятся два крупных природоохранных кластера, расположенных в основном в Ленинском и Светлоярском муниципальных районах, на которых располагаются наименее измененные природные комплексы и объекты. В результате изменения границы природоохранной зоны эти объекты были вытеснены активной хозяйственной деятельностью на менее выгодные для природопользователей территории, что подтверждает приоритетность экономических интересов относительно задач поддержания устойчивости ценных в природоохранном плане экосистем регионального уровня.

Среднеахтубинский муниципальный район в наибольшей степени подвергнут антропогенному воздействию, так как в его территориальном составе значительную роль играют зоны экстенсивного природопользования, оказывающие значительное влияние на экологическое состояние поймы и зоны агроландшафтов, а также для территории данного района наблюдается наименьшее отношение площади природоохранной зоны к площади муниципального района.

Таблица 2

Изменение площадей функциональных зон природного парка «Волго-Ахтубинская пойма» с начала 2000-х гг. по 2020 г.

Функциональная зона (начало 2000-х гг.)	Площадь (начало 2000-х гг.), км ²	Функциональная зона (2020 г.)	Площадь (2020 г.), км ²	Изменение площади, %
Агрохозяйственная зона	443,61	Агроландшафтов	237,38	53,51
Зона рекреационного использования	568,93	Зона рекреационного использования	691,30	121,51
Природоохранная зона	428,20	Природоохранная зона	424,96	99,24
Буферная зона	0,00	Буферная зона	82,35	-
Экстенсивного природопользования	0,00	Экстенсивного природопользования	60,66	-

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дистанционные исследования и картографирование состояния антропогенно-трансформированных территорий юга России / В. В. Новочадов, А. С. Рулев, В. Г. Юфев, Е. А. Иванцова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2019. – Т. 1, № 53. – С. 151–158.

2. Об утверждении Положения о государственном учреждении «Природный парк “Волго-Ахтубинская пойма”»: приказ Комитета охраны природы Администрации Волгоградской области № 54/01: (утв. 14 февраля 2007 г.) // Информационно-правовой портал «Гарант.ру». – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/20130257/> (дата обращения: 19.02.2021). – Загл. с экрана.

3. Об утверждении Положения о природном парке «Волго-Ахтубинская пойма»: постановление Администрации Волгоградской области № 389-п: (утверждено 22 июля 2016 года): (с изм. и доп.) // Электронный фонд правовой и нормативно-правовой документации. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/441604043/> (дата обращения: 19.02.2021). – Загл. с экрана.

4. О создании государственного учреждения «Природный парк “Волго-Ахтубинская пойма”»: постановление Главы Администрации Волгоградской области № 404: (утв. 05 июня 2000 г.) // Электронный фонд правовой и нормативно-правовой документации. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/430658848/> (дата обращения: 19.02.2021). – Загл. с экрана.

5. Отчет о научно-исследовательской работе «Материалы комплексного экологического обследования территории природного парка, в части изменения режимно-функционального зонирования»: по Договору № 01/08.16 от 01.08.2016 г. – 286 с.

6. Ряснов, В. А. Применение метода дешифрирования космоснимков при оценке состояния лесных ценозов Волго-Ахтубинской поймы / В. А. Ряснов, Е. А. Иванцова // Экологическая безопасность и охрана окружающей среды в регионах России: теория и практика: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Волгоград, 2015. – С. 204–209.

7. U.S. Geological Survey // USGS Science for a Changing World. – Electronic text data. – Mode of access: <https://earthexplorer.usgs.gov/> (date of access: 19.02.2021). – Title from screen.

transformirovannyh territorij yuga Rossii [Remote Research and Mapping the State of Anthropogenic-Transformed Territories of the South of Russia]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professionalnoe obrazovanie*, 2019, vol. 1, no. 53, pp. 151-158.

2. Ob utverzhdenii Polozheniya o gosudarstvennom uchrezhdenii «Prirodnyi park “Volgo-Akhtubinskaya poima”»: prikaz Komiteta ohrany prirody Administratsii Volgogradskoi oblasti № 54/01: (utv. 14 fevralya 2007 g.) [On the Approval of the Regulations on the State Institution “Natural Park ‘Volga-Akhtuba Floodplain’”: Order of the Nature Protection Committee of the Administration of the Volgograd Region No. 54/01 (Approved on February 14, 2007)]. *Informatsionno-pravovoi portal «Garant.ru»* [Information and Legal Portal “Garant.ru”]. URL: <http://base.garant.ru/20130257/> (accessed 19 February 2021).

3. Ob utverzhdenii Polozheniya o prirodnom parke «Volgo-Akhtubinskaya poima»: postanovlenie Administratsii Volgogradskoi oblasti № 389-p: (utverzhdeno 22 iyulya 2016 goda): (s izm. i dop.) [On Approval of the Regulations on the Natural Park Volga-Akhtuba Floodplain: Resolution of the Volgograd Region Administration No. 389-p (Approved on July 22, 2016): (As Amended and Supplemented)]. *Elektronnyi fond pravovoi i normativno-pravovoi dokumentatsii* [Electronic Fund of Legal and Regulatory Documents]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/441604043/> (accessed 19 February 2021).

4. O sozdanii gosudarstvennogo uchrezhdeniya «Prirodnyi park “Volgo-Akhtubinskaya poima”»: postanovlenie Glavy Administratsii Volgogradskoi oblasti № 404: (utv. 05 iyunia 2000 g.) [On the Establishment of the State Institution “Natural Park ‘Volga-Akhtuba Floodplain’”: Resolution of the Head of the Volgograd Region Administration No. 404 (Approved on June 5, 2000)]. *Elektronnyi fond pravovoi i normativno-pravovoi dokumentatsii* [Electronic Fund of Legal and Regulatory Documents]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/430658848/> (accessed 19 February 2021).

5. *Otchet o nauchno-issledovatel'skoi rabote «Materialy kompleksnogo ekologicheskogo obsledovaniia territorii prirodnogo parka, v chasti izmeneniya rezhimno-funktsionalnogo zonirovaniya»: po Dogovoru № 01/08.16 ot 01.08.2016 g.* [Report on Research Work “Materials of a Comprehensive Environmental Survey of the Territory of a Natural Park in Terms of Changing the Regime and Functional Zoning”, Under the Contract No. 01/08.16 Dated August 1, 2016]. 286 p.

6. Rjasnov V.A., Ivantsova E.A. Primenenie metoda deshifirovaniya kosmosnimkov pri otsenke sostoyaniya lesnykh tsenozov Volgo-Achtybinskoi poimy [Applications of the Method of Decoding

REFERENCES

1. Novochadov V.V., Rulev A.S., Yuferev V.G., Ivantsova E.A. Distanzionnye issledovaniya i kartografirovaniye sostojaniya antropogenno-

Satellite Images in Assessing the State of Forest Cenoses of the Volga-Akhtuba Floodplain]. *Ekologicheskaya bezopasnost i okhrana okruzhayushchei sredy v regionakh Rossii: teoriya i praktika: materialy Vseros. nauch.-prakt. konf.* [Ecological Safety and Environmental Protection in

Russian Regions: Theory and Practice. Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference], 2015, pp. 204-209.

7. U.S. Geological Survey. *USGS Science for a Changing World*. URL: <https://earthexplorer.usgs.gov> (accessed 19 February 2021).

Information About the Authors

Sergey A. Istomin, Leading Engineer, Russian Information, Analytical and Scientific Research Water Management Center, Maksima Gorkogo St, 239, 344022 Rostov-on-Don, Russian Federation; Master Student, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, sergej.ist@yandex.ru

Anna V. Kholodenko, Candidate of Sciences (Geography), Associate Professor, Department of Ecology and Nature Management, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, kholodenko@volsu.ru

Информация об авторах

Сергей Александрович Истомин, ведущий инженер, Российский информационно-аналитический и научно-исследовательский водохозяйственный центр, ул. Максима Горького, 239, 344022 г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация; магистрант, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, sergej.ist@yandex.ru

Анна Викторовна Холоденко, кандидат географических наук, доцент кафедры экологии и природопользования, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, kholodenko@volsu.ru



DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2021.3.5>

UDC 631.461(479.24)

LBC 40.325.1(5A3e)

MICROBIOLOGICAL INDICATORS OF MEADOW-BROWN SOILS OF NATURAL CENOSES

Vafa Telman kyzy Mamedzade

Institute of Soil Science and Agro Chemistry of Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan

Abstract. The article presents data on microbiological indicators of meadow-brown soils of semi-humid subtropics of the Lenkoran region. Meadow-brown soils are typical representatives of a number of hydromorphic soils of Azerbaijan. These soils are formed under sparse forests and shrub plantations with well-developed herbage. The soil-forming rocks are deluvial-proluvial deposits of clay composition. The influence of groundwater and surface runoff on soil formation is periodic. In the described soils, biological processes, including the activity of microorganisms, take place at moderate moisture level (10–25%) and temperature (18–23 °C). The paper presents a comparative analysis of the total number of microorganisms (in a layer of 0–50 cm) between typical meadow-brown, meadow-brown leached, meadow-gray-brown and gray-earth-meadow soils. We have shown changes in the total amount of microbiota for individual horizons of meadow-brown soils. Changes in the quantitative indicators of the microbiota of the studied soils also affect their overall biogenicity. A close relationship has been established between humus and the number of microorganisms. As the humus decreases in individual horizons, an adequate decrease in the number of microbiota is noted. If in 0–5 cm, 5–10 cm, 10–15 cm layers the amount of microbiota varied between 6,13–5,83–4,81 million per gram of soil, then in deeper layers of 15–20 cm, 20–25 cm, 30–40 cm, 35–50 cm, their number gradually decreases to 3,9–3,10–2,65–1,81–1,52 million per gram of soil.

Key words: soil, microorganisms, humus, biogenicity, groups of microbiota.

Citation. Mamedzade V.T. kyzy. Microbiological Indicators of Meadow-Brown Soils of Natural Cenoses. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2021, vol. 11, no. 3, pp. 34–38. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2021.3.5>

УДК 631.461(479.24)

ББК 40.325.1(5A3e)

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЛУГОВО-КОРИЧНЕВЫХ ПОЧВ ЕСТЕСТВЕННЫХ ЦЕНОЗОВ

Вафа Тельман кызы Мамедзаде

Институт почвоведения и агрохимии НАНА, г. Баку, Азербайджан

Аннотация. В статье приводятся данные микробиологических показателей лугово-коричневых почв полувлажных субтропиков Ленкоранской области. Лугово-коричневые почвы являются характерными представителями ряда гидроморфных почв Азербайджана. Эти почвы формируются под изреженными лесами и кустарниковыми насаждениями с хорошо развитым травостоем. Почвообразующими породами служат делювиально-пролювиальные отложения глинистого состава. Влияние грунтовых вод и поверхностного стока на почвообразование носит периодический характер. В описываемых почвах биологические процессы, в том числе и деятельность микроорганизмов, проходят при умеренных увлажнении (10–25 %) и температуре (18–23 °C). В работе проведен сравнительный анализ общей численности микроорганизмов (в слое 0–50 см) между типичными лугово-коричневыми, лугово-коричневыми выщелоченными, лугово-серо-коричневыми и сероземно-луговыми почвами. Нами показаны изменения общего количества микробиоты по отдельным горизонтам лугово-коричневых почв. Изменение количественных показателей микробиоты изучаемых почв отражается также на их общей биогенности. Установлена тесная взаимосвязь между гумусом и численностью микроорганизмов. По мере убывания гумуса в отдельных горизонтах отмечается адекватное умень-

шение численности микробиоты. Так, если в слоях 0–5 см, 5–10 см, 10–15 см количество микробиоты варьировала между 6,13–5,83–4,81 млн/г почвы, то в более глубоких слоях – 15–20 см, 20–25 см, 30–40 см, 35–50 см – их численность постепенно уменьшается до 3,9–3,10–2,65–1,81–1,52 млн/г почвы.

Ключевые слова: почва, микроорганизмы, гумус, биогенность, группы микробиоты.

Цитирование. Мамедзаде В. Т. кызы. Микробиологические показатели лугово-коричневых почв естественных ценозов // Природные системы и ресурсы. – 2021. – Т. 11, № 3. – С. 34–38. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2021.3.5>

Введение

Микроорганизмы являются неотъемлемой составной частью природных биогеоценозов. В почвах различных регионов количество и групповой состав микроорганизмов качественно отличаются между собой, и поэтому для них характерны значительные ареалы распространения.

Проведенные микробиологические исследования в почвах, развивающихся в различных экологических условиях, показали, что микроорганизмы обладают характерными адаптивными механизмами, позволяющими им приспосабливаться к контрастным условиям окружающей среды [1–3; 6].

Микроорганизмы являются хорошим материалом для биотестирования почв, позволяющим проводить биологический контроль за состоянием окружающей среды, то есть комплексно осуществлять биомониторинг изучаемых почв.

Биотестирование почв целесообразно проводить не только в естественных и окультуренных ценозах, но и в техногенно-загрязненных биотопах [6; 7; 9].

Микроорганизмы обладают большой физиологической активностью, благодаря которой они участвуют в различных биохимических процессах и превращении органических и минеральных компонентов почвы с образованием органоминеральных комплексов.

Целью работы стало выяснение существующей взаимосвязи между численностью микроорганизмов и органическим веществом почвы за счет изучения изменения количественных показателей микробиоты с общим содержанием гумуса в различных типах луговых почв.

Объект и методика исследования

Учитывая, что микроорганизмы в комплексе с другими представителями почвенной

биоты принимают активное участие в почвообразовательном процессе, целесообразным было изучение микробиологического состояния лугово-коричневых почв, распространенных в Ленкоранской области.

Таким образом, основным объектом наших исследований были лугово-коричневые почвы (Джалилабад), которые формируются в условиях полувлажного – субтропического климата [4; 5].

Исследования проводились на выбранных естественных биотипах под хорошо развитым мезофильным травостоем. Микробиологические анализы на почвенных образцах, выбранных с отдельных горизонтов (0–10 см; 10–20; 20–30 см) проводились по общепринятой в микробиологии методике с соблюдением всех мер асептики.

Для полной микробиологической характеристики различных типов луговых почв данного региона было проведено сопоставление и сравнительный анализ полученных результатов изучаемых почв, которые находятся на стадии лугового процесса почвообразования и испытывают влияние грунтовых вод.

Результаты и их обсуждение

Результаты микробиологических анализов показывают, что средняя численность микробиоты в 0–50 см слое лугово-коричневых типичных почв составляет 3829,19 тыс./г почвы. При сравнении этих данных с микробиологическими показателями других типов луговых почв изучаемого региона было установлено, что в выщелоченных лугово-коричневых почвах, а также в лугово-серо-коричневых и сероземно-луговых почвах общая численность микроорганизмов изменяется между 3563,97–3474,07–2984,20 тыс./г почвы (см. табл. 1).

Как видно из этих данных, в рассмотренных почвах разница в количественных пока-

зателях сравнительно небольшая и составляет всего 1,07–1,10–1,28 раза.

На наш взгляд, такая близость полученных результатов связана с общим луговым процессом почвообразования – развитием луговой злаково-травянистой растительности и грунтовым увлажнением.

В связи с тем, что содержание гумуса в лугово-коричневой почве постепенно уменьшается по отдельным глубинам, адекватно изменяется и общая численность микроорганизмов.

Так, если в 0–5 см; 5–10 см и 10–15 см слоях почвы численность микробиоты варьируется между 6,13–5,83–4,81 млн/г почвы, то в более глубоких слоях (15–20 см; 20–25 см; 30–40 см; 35–50 см) их численность постепенно уменьшается до 3,90–3,10–2,65–1,81–1,52 млн/г почвы (см. рисунок).

Поскольку гумус и другие гумифицированные органические остатки являются основным энергетическим ресурсом для микроорганизмов, большую значимость представляет определение общей биогенности некоторых луговых почв (см. табл. 2).

В известной степени полученные данные могут служить показателями энергии превращения гумуса, или потенциальной биогенности почв.

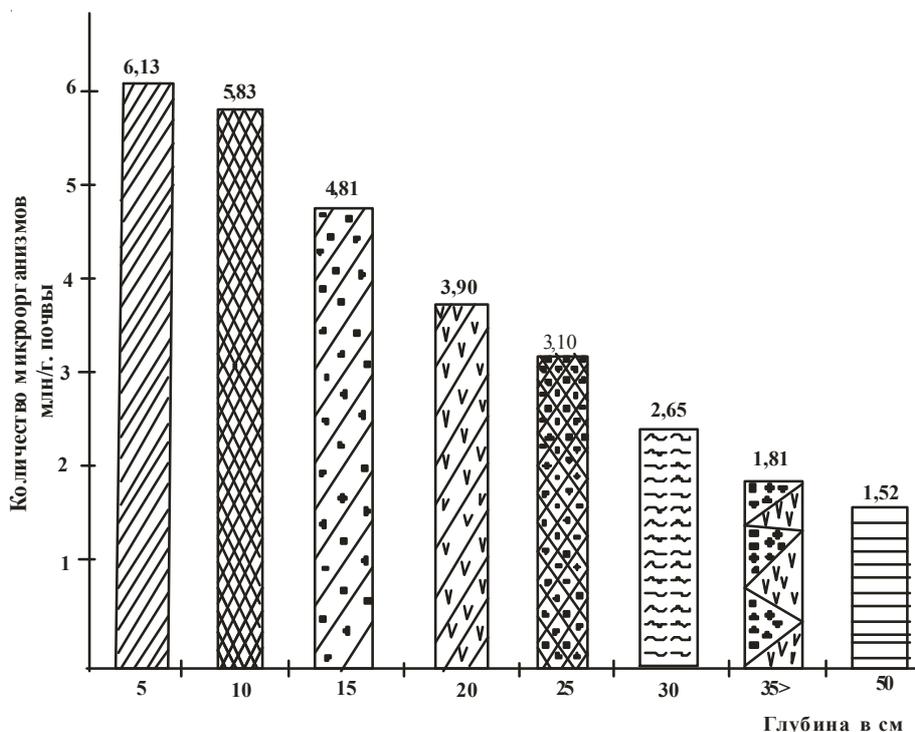
Расчеты показали, что наибольшую биогенность имеют типичные лугово-коричневые и выщелоченные лугово-коричневые почвы, в которых общая биогенность изменяется между 203079,81–201733,20 тыс./г гумуса.

В лугово-серо-коричневых и сероземно-луговых почвах общая биогенность уменьшается соответственно до 180089,63–118439,50 тыс./г гумуса.

Таблица 1

Количественные показатели микроорганизмов в некоторых луговых почвах

Почвы	Численность микроорганизмов тыс./г почвы (0–50 см слой)
Лугово-коричневая (типичная)	3829,19
Лугово-коричневая (выщелоченная)	3563,97
Лугово-серо-коричневая	3474,07
Сероземно-луговая	2984,20



Динамика изменения количества микроорганизмов по глубинам лугово-коричневой почвы

Таблица 2

Биогенность некоторых луговых почв (в пересчете на гумус)

Почвы	Общая биогенность почв (0–50 см слой) тыс./г гумуса
Лугово-коричневая (типичная)	203 079,81
Лугово-коричневая (выщелоченная)	201 733,20
Лугово-серо-коричневая	180 089,63
Сероземно-луговая	118 439,50

Примечание. Составлено по: [4; 6].

Микроорганизмы совместно с почвенными сапрофитами играют решающую роль в разложении и гумификации органических остатков, то есть сапрофитные группы микроорганизмов и беспозвоночные животные являются основными гумусообразователями в почве [8]. Исследование взаимосвязи микроорганизмов с количественными показателями гумуса проводилось на примере различных типов почв, как на естественных, так и на окультуренных ценозах [1; 3].

Учитывая, что гумус является энергетически емким веществом, микроорганизмы, потребляя его, активно участвуют также в превращении гумусовых соединений. Однако последние разлагаются медленно, что связано с циклическим строением их молекул и способностью микроорганизмов отщеплять только боковые цепи [1; 2; 6].

Сопоставляя полученные нами результаты по биогенности луговых почв с данными, приведенными в литературных источниках [1], мы находим между ними достаточную близость, что указывает на правильность проводимых исследований.

Выводы

1. Установлено, что средняя численность микроорганизмов в 0–50 см слоя соответственно изменяется для лугово-коричневых (типичных), лугово-коричневых (выщелоченных), лугово-серо-коричневых и сероземно-луговых почв между 3829,19–3568,97–3474,07–2984,20 тыс./г почвы.

2. Общее количество микроорганизмов по глубинам лугово-коричневой почвы изменяется между 6,13–3,9–1,52 млн/г почвы.

3. Биогенность некоторых луговых почв составила соответственно 203079,81 тыс./г гу-

муса; 201733,20 тыс./г гумуса 180089,63 тыс./г гумуса и 118439,50 тыс./г гумуса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алиева, Б. Б. Взаимосвязь между микробиологическими показателями и сооружением гумуса в горнолесных бурых почвах / Б. Б. Алиева, В. Т. Мамедзаде // Труды общества почвоведов Азербайджана. – 2019. – Т. XV. – С. 121–127.
2. Гасымова, Г. С. Почвенная микробиология / Г. С. Гасымова. – Баку: Изд-во БГУ, 2008. – 205 с.
3. Мамедзаде, В. Т. Микробиологическая характеристика горно-лесных коричневых почв агроценозов под плодовыми культурами / В. Т. Мамедзаде // Труды общества почвоведов Азербайджана. – 2016. – Т. 14. – С. 106–110.
4. Мамедова, С. З. Экологическая оценка и мониторинг почв Ленкоранской области Азербайджана / С. З. Мамедова. – Баку: Элм, 2006. – 36 с.
5. Морфогенетическая диагностика, номенклатура и систематика почв Азербайджана / М. П. Бабаев, В. Г. Гасанов, Ч. М. Джафарова, С. М. Гусейнова – Баку: Элм, 2011. – 448 с.
6. Напрасникова, Е. В. Эколого-микробиологическая и биохимическая характеристика почвенного покрова в условиях аэротехногенного загрязнения / Е. В. Напрасникова, Л. П. Макарова // Известия Иркутского государственного университета. Серия «Биология и Экология». – 2012. – Т. 5, № 2. – С. 19–26.
7. Переведенцева, Л. Г. Микология: грибы и грибоподобные организмы / Л. Г. Переведенцева. – СПб.: Лань, 2012. – 272 с.
8. Самедов, П. А. Влияние беспозвоночных животных на микробиологическую обстановку почв / П. А. Самедов // Труды Общества почвоведов Азербайджана. – Баку: Элм, 2005. – С. 204–210.
9. Crazes, I. M. Fluctuating asymmetry of the yellow meadow and along a metal-pollution gradient / I. M. Crazes, M. Okrutmak, P. Szpila // Pedobiologia. – 2015. – Vol. 58, № 5. – P. 195–200. – DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.pedobi.2015.11.001>.

REFERENCES

1. Aliyeva B.B., Mamedzade V.T. Vzaimosvyaz' mezhdru mikrobiologicheskimi pokazatelyami i sooruzheniem gumusa v gornolesnykh burykh pochvakh [Correlation Between Microbiological Indices and Humus Construction in Mountainous Brown Soils]. *Trudy obshchestva pochvovedov Azerbaydzhana* [Proceedings of the Azerbaijan Society of Soil Scientists], 2019, vol. 15, pp. 121-127.
2. Gasyмова G.S. *Pochvennaya mikrobiologiya* [Soil Microbiology]. Baku, Izd-vo BGU, 2008. 205 p.
3. Mamedzade V.T. Mikrobiologicheskaya kharakteristika gorno-lesnykh korichneykh pochv agrotsenozov pod plodovymi kul'turami [Microbiological Characteristics of Mountain Forest Brown Soils of Agrocenosis Under Fruit Crops]. *Trudy obshchestva pochvovedov Azerbaydzhana* [Proceedings of the Azerbaijan Society of Soil Scientists], 2016, vol. 14, pp. 106-110.
4. Mamedova S.Z. *Ekologicheskaya otsenka i monitoring pochv Lenkoranskoй oblasti Azerbaydzhana* [Ecological Assessment and Monitoring of Soils in Lenkoran Region of Azerbaijan]. Baku, Elm Publ., 2006. 36 p.
5. Babayev M.P., Gasanov V.G., Dzhaфарова Ch.M., Guseynova S.M. *Morfogeneticheskaya diagnostika, nomenklatura i sistematika pochv Azerbaydzhana* [Morphogenetic Diagnosis, Nomenclature and Systematics of Azerbaijan Soils]. Baku, Elm Publ., 2011. 448 p.
6. Naprasnikova Ye.V., Makarova L.P. Ekologo-mikrobiologicheskaya i biokhimicheskaya kharakteristika pochvennogo pokrova v usloviyakh aerotekhnogennogo zagryazneniya [Eco-Microbiological and Biochemical Characteristics of Soil Cover Under Conditions of Airborne Technogenic Pollution]. *Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya «Biologiya i ekologiya»* [The Bulletin of Irkutsk State University. Series "Biology. Ecology"], 2012, vol. 5, no. 2, pp. 19-26.
7. Perevedentseva L.G. *Mikologiya: griby i gribopodobnye organizmy* [Mycology: Fungi and Fungus-Like Organisms]. Saint Petersburg, Lan Publ., 2012. 272 p.
8. Samedov P.A. Vliyanie bespozvonochnykh zhivotnykh na mikrobiologicheskuyu obstanovku pochv [Influence of Invertebrates on the Microbiological Environment of Soils]. *Trudy Obshchestva pochvovedov Azerbaydzhana* [Proceedings of the Azerbaijan Society of Soil Scientists]. Baku, Elm Publ., 2005. pp. 204-210.
9. Crazes I.M., Okrutmak M., Szpila P. Fluctuating Asymmetry of the Yellow Meadow and Along a Metal-Pollution Gradient. *Pedobiologia*, 2015, vol. 58, no. 5, pp. 195-200. DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.pedobi.2015.11.001>.

Information About the Author

Vafa Telman kyzy Mamedzade, Doctor of Philosophy in Biological Sciences, Senior Researcher, Laboratory of Soils Biology, Institute of Soil Science and Agro Chemistry of Azerbaijan National Academy of Sciences, M. Ragima St, 5, AZ10073 Baku, Azerbaijan, vefamemmedzade@gmail.com

Информация об авторе

Вафа Тельман кызы Мамедзаде, доктор философии по биологическим наукам, старший научный сотрудник лаборатории почвенной биологии почв, Институт почвоведения и агрохимии НАНА, ул. М. Рагима, 5, AZ10073 г. Баку, Азербайджан, vefamemmedzade@gmail.com



www.volsu.ru

НОВЫЕ БИОТЕХНОЛОГИИ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ



DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2021.3.6>

UDC 606:581.143.6:661.183

LBC 30.16

SORBENTS OF PHENOLS AS A COMPONENTS OF THE NUTRITIONAL MEDIUM IN MICROCLONAL REPRODUCTION OF PLANTS

Anna M. Pugacheva

Federal Research Center of Agroecology of the Russian Academy of Sciences, Volgograd, Russian Federation

Kristina R. Bikmetova

Federal Research Center of Agroecology of the Russian Academy of Sciences, Volgograd, Russian Federation

Yuliya S. Smirnova

Federal Research Center of Agroecology of the Russian Academy of Sciences, Volgograd, Russian Federation

Abstract. In the process of microclonal reproduction, plants secrete various substances into the nutrient medium, for example, phenolic compounds, which act as inhibitors of growth processes and, accordingly, prevent the normal development of explants *in vitro*. Plant tissues are treated with stabilizing substances, and various sorbents are also used as components of the nutrient medium to neutralize the negative effects of phenols. This paper presents an overview of the approved methods for solving the problem of sorption of phenolic compounds during microclonal propagation of plants. Various studies are considering the addition of certain components to the nutrient medium that prevent the release of harmful growth-inhibiting substances. Most often, various carbon compounds, such as activated carbon, are used as an adsorbent. The authors, based on the analysis of domestic and foreign literature on this topic, conclude that the most effective and frequently used are carbon compounds and the polymer polyvinyl pyrrolidone, less common is the use of the following inhibitory substances: ascorbic and citric acids, silver nitrate and mercury chloride. According to the results of the conducted analytical studies, the prospects of using such substances as thermally expanded graphite (TEG) and colloidal silicon dioxide as sorbents in the composition of the drug "Polysorb" were revealed. Due to the inhomogeneous porous structure, including both micropores and meso- or macropores, TEG is able to adsorb pollutants both from the solution and from the water surface, which makes it a potential sorbent for phenolic compounds. The effect of silicon dioxide, in amorphous form, on plants *in vitro* has already been successfully tested by some researchers, which indicates the prospects of its study.

Key words: sorbents, phenols, activated carbon, silicon dioxide, thermally expanded graphite, *in vitro*.

Citation. Pugacheva A.M., Bikmetova K.R., Smirnova Yu.S. Sorbents of Phenols As a Components of the Nutritional Medium in Microclonal Reproduction of Plants. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2021, vol. 11, no. 3, pp. 39-48. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2021.3.6>

СОРБЕНТЫ ФЕНОЛОВ КАК КОМПОНЕНТЫ ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ В МИКРОКЛОНАЛЬНОМ РАЗМНОЖЕНИИ РАСТЕНИЙ

Анна Михайловна Пугачева

ФНЦ агроэкологии РАН, г. Волгоград, Российская Федерация

Кристина Романовна Бикметова

ФНЦ агроэкологии РАН, г. Волгоград, Российская Федерация

Юлия Сергеевна Смирнова

ФНЦ агроэкологии РАН, г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация. В процессе микроклонального размножения растения выделяют в питательную среду различные вещества, например, фенольные соединения, которые действуют как ингибиторы ростовых процессов и, соответственно, препятствуют нормальному развитию эксплантов в условиях *in vitro*. Для нейтрализации отрицательного воздействия фенолов ткани растений обрабатывают стабилизирующими веществами, а также используют различные сорбенты в качестве компонентов питательной среды. В данной работе представлен обзор апробированных способов решения проблемы сорбции фенольных соединений при микроклональном размножении растений. В различных исследованиях рассматривается добавление в питательную среду тех или иных компонентов, препятствующих выделению вредных подавляющих рост веществ. Чаще всего в качестве адсорбирующего вещества используют различные углеродные соединения, например активированный уголь. Авторы на основе анализа отечественной и иностранной литературы по данной теме делают вывод о том, что наиболее эффективными и часто используемыми являются соединения углерода и полимер поливинилпирролидон, менее встречаемым является использование следующих ингибирующих веществ: аскорбиновая и лимонная кислоты, нитрат серебра и хлорид ртути. По результатам проведенных аналитических исследований выявлена перспективность использования в качестве сорбентов таких веществ, как терморасширенный графит (ТРГ) и коллоидный диоксид кремния в составе лекарственного препарата «Полисорб». Благодаря неоднородной пористой структуре, включающей как микропоры, так и мезо- или макропоры, ТРГ способен адсорбировать загрязняющие вещества как из раствора, так и с поверхности воды, что и делает его потенциальным сорбентом фенольных соединений. Влияние диоксида кремния, в аморфной форме, на растения в условиях *in vitro* уже было успешно протестировано некоторыми исследователями, что свидетельствует о перспективности его исследования.

Ключевые слова: сорбенты, фенолы, активированный уголь, диоксид кремния, терморасширенный графит, *in vitro*.

Цитирование. Пугачева А. М., Бикметова К. Р., Смирнова Ю. С. Сорбенты фенолов как компоненты питательной среды в микроклональном размножении растений // Природные системы и ресурсы. – 2021. – Т. 11, № 3. – С. 39–48. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2021.3.6>

Введение

На приживаемость эксплантов оказывают влияние следующие факторы: стерилизующие агенты, сроки введения в стерильную культуру, исходный материал, окисление фенолами питательной среды и эксплантов, состав питательной среды. Часто при введении растений в культуру *in vitro* возникает довольно серьезная проблема – ингибирование ростовых процессов экспланта токсическими веществами

(фенолами), которые выделяются в среду в результате травмы при изолировании.

Выделение эксплантами фенольных соединений большинства видов в культуральную среду вызывает потемнение и препятствует регенерации растений *in vitro* [10; 11]. Для снятия отрицательного воздействия фенолов растительные ткани обрабатывают стабилизирующими веществами, а также используют различные сорбенты в качестве компонентов питательной среды.

Данное исследование представляет анализ способов решения обозначенной проблемы, как сорбция фенольных соединений при микрোকлональном размножении растений.

Соединения углерода как сорбенты фенолов

В литературе часто встречаются упоминания о добавлении в питательную среду тех или иных компонентов, препятствующих выделению вредных подавляющих рост веществ. Чаще всего в качестве адсорбирующего вещества используют различные углеродные соединения, например активированный уголь [7]. Он имеет очень тонкую сеть пор с большой внутренней поверхностью, на которой могут адсорбироваться многие вещества [25].

Количество выделяемых фенолов можно измерить методом спектрофотометрии, как описано в статье Ozyigit [18]. В данной работе автор измерял общее содержание фенольных соединений в листьях, побегах и питательной среде Мурасиге – Скуга на 7, 14, 21 и 28-й день органогенеза. Наибольшая концентрация фенолов в исследуемом материале определялась на третьей неделе онтогенеза.

Rabha Abdelwahd с соавторами проводили исследование по изучению влияния адсорбента и антиоксиданта для уменьшения воздействия выщелочных фенолов при регенерации проростков фасоли *in vitro* [10]. Результаты показали снижение латерального потемнения эксплантов и улучшение регенерации побегов при добавлении в питательную среду активированного угля в концентрации 10 г/л или аскорбиновой кислоты в концентрации 1 мг/л. Экспланты проращивали на среде Мурасиге и Скуга с 3 % сахарозой, 0,8 % агаром, с содержанием фитогормонов 2 мг/л 6-бензиламинопурина и 2 мг/л тиадазурина. В результате был сделан вывод о положительном адсорбирующем действии активированного угля, благодаря которому улучшилась регенерация экспланта в условиях *in vitro*.

В 2006 г. была опубликована работа на тему влияния активированного угля на культуру тканей *in vitro* [23]. Исследование проводилось на суспензии клеток дикой моркови (*Daucus carota*) и гаглопаппуса (*Haplopappus*

gracilis) и суспензии каллусов лука многоярусного (*Allium cepa var. proliferum*) на питательной среде с активированным углем и без него. Дифференциация произошла в тех культурах клеток, которые содержали древесный уголь. Методом масс-спектрометрии было показано, что питательная среда без древесного угля содержит большое количество фенилуксусной кислоты и р-ОН-бензойной кислоты (*Daucus*), 2,6-ОН-бензойной кислоты (*Allium*) и бензойной кислоты, пеларгоновой кислоты и каприловой кислоты (*Haplopappus*), а среда с активированным углем – нет. Также было показано, что р-ОН-бензойная кислота оказывает ингибирующее действие на эмбриогенез в культурах тканей *Daucus*.

Enni Suwarsi Rahayu в своем исследовании выявляет оптимальный состав питательной среды для выращивания Элеокарпуса крупноцветкового (*Elaeocarpus grandiflorus*) в условиях *in vitro* [24]. В двухфакторном эксперименте, в котором варьировали тип питательной среды, Мурасиге – Скуга (MS) и питательная среда для древесных растений (WPM), а также антиоксидантные агенты, активированный уголь и поливинилпирролидон (ПВП). ПВП представляет собой адсорбирующее соединение, которое связывается с фенолами и, следовательно, предотвращает окисление. Роль активированного угля включает в себя инактивацию свободных радикалов или восстановление пероксидов. Данное исследование показало, что оба типа антиоксидантов были эффективны в развитии эксплантата *E. grandiflorus*. Культивирование эксплантов на среде MS с добавлением ПВП привело к тому, что большинство эксплантатов сформировали побеги, а на среде WPM, дополненной ПВП или активированным углем, большинство эксплантатов регенерировали каллус.

В.Л. Налобова и В.В. Акименко в работе по микрোকлональному размножению котоника гибридного использовали в качестве сорбентов несколько веществ [5]. Питательную среду Мурасиге – Скуга модифицировали ингибиторами фенолов – активированным углем (10 % от объема), витамином С (аскорбиновой кислотой) – 1 мл/л, а также увеличением доли ИМК с 0,2 до 0,5 мл/л. В процессе исследований выявлено, что на среде, содержащей активированный уголь, образовывались

регенеранты в виде конгломератов, состоящих из большого количества побегов, в то же время на среде без активированного угля образуются одиночные регенеранты. Добавление в среду витамина С не вызывало каких-либо видимых изменений в развитии растений *in vitro*. Таким образом, был сделан вывод о том, что активированный уголь является лучшим ингибитором фенолов, чем аскорбиновая кислота.

Ученые Всероссийского научно-исследовательского института сахарной свеклы и сахара им. А.Л. Мазлумова в одной из своих работ модифицировали питательную среду с целью укоренения эксплантов [1]. Для этого рекомендуется вводить индолилмасляную кислоту (ИМК) и нафтилуксусную кислоту (НУК) в различных концентрациях. Однако ауксины могут оказывать отрицательное влияние на процесс корнеобразования *in vitro*. Поэтому Е.Н. Васильченко с соавторами с целью устранения нежелательных последствий увеличения концентрации ауксинов в питательную среду добавляли активированный уголь. Внесение данного вещества в концентрации 3 мг/л оказало положительное влияние на ризогенез, а именно повышало частоту образования корней на 7,8–10,7 %.

В исследовании Roberson Dibax было обнаружено, что, помимо подавления действия фенольных соединений и, следовательно, потемнения, добавление активированного угля к питательной среде для регенерации эвкалипта *in vitro* усиливает рост побегов и улучшает окраску листьев [19].

В монографии Т.М. Червченко «Биотехнология тропических и субтропических растений *in vitro*» говорится о том, что активированный уголь часто вносят в среды для укоренения на последнем этапе микроразмножения [9]. Предполагается, что он связывает ингибиторы фитогормонов, в результате чего стимулируется эмбриогенез. А также указывается, что некоторые растения лучше развиваются на затемненной питательной среде.

Dennis Thomas в своей работе рассматривает различные аспекты применения активированного угля в качестве компонента питательной среды [25]. Он часто используется в культуре тканей для улучшения роста и развития клеток, а также играет решающую

роль в микроразмножении, прорастании семян орхидей, соматическом эмбриогенезе, культивировании пыльников, производстве синтетических семян, культивировании протопластов, укоренении, удлинении стебля, формировании луковиц и т. д. Промотирующие эффекты активированного угля на морфогенез могут быть обоснованы его необратимой адсорбцией ингибирующих веществ в культуральной среде и существенным снижением содержания токсических метаболитов, фенольной экссудацией и накоплением коричневого экссудата. В дополнение к этому активированный уголь участвует в ряде стимулирующих и ингибирующих действий, включая высвобождение веществ, которые способствуют росту, изменению и потемнению питательных сред, а также адсорбции витаминов, ионов металлов и регуляторов роста растений, включая абсцизовую кислоту и газообразный этилен. Влияние данного вещества на поглощение регуляторов роста до сих пор неясно, по мнению ряда исследователей активированный уголь может постепенно высвобождать определенные адсорбированные продукты, такие как питательные вещества и регуляторы роста, которые становятся доступными для растений.

В 2015 г. группа ученых исследовала применение хлорида ртути ($HgCl_2$) и древесного угля в микроразмножении тикового дерева (*Tectona grandis*) [27]. Изучено влияние $HgCl_2$ в различных концентрациях (0,05, 0,1 и 0,15 %) с различным временем экспозиции 5, 10 и 15 минут. Авторы обнаружили, что обработка 0,1 % $HgCl_2$ в течение 5 минут показала лучшее распускание почек, в то время как грибковое и бактериальное загрязнение было наименьшим при применении 1 % и 0,15 % растворов. Процент грибковых и бактериальных загрязнений были ниже при обработке 1,5 % $HgCl_2$ в течение 15 минут. Комбинация древесного угля с $HgCl_2$ оказывает значительное влияние на распускание почек и потемнение. При добавлении 0,5 г/л древесного угля с 0,01 % $HgCl_2$ скорость распускания почек была максимальной.

Ю.В. Береснева с соавторами в своих исследованиях описывают результаты по изучению физико-химических свойств терморасширенного графита (ТРГ) [4; 6; 8; 14]. Особый интерес представляют конкретно сор-

бционные свойства полученного терморасширенного графита: с помощью УФ-спектроскопии исследователями была определена сорбционная емкость ТРГ по отношению к растворенному в воде фенолу. Предельное значение сорбционной емкости в исследуемом диапазоне концентраций составило 6,95 г/г сорбента. Определено, что тип изотерм адсорбции зависит от природы и концентрации исследуемого вещества в растворе, а также от природы и морфологии сорбента. Таким образом, терморасширенный графит, полученный на основе соединений соинтеркалирования нитрата графита, обладает высокой сорбционной емкостью по отношению к фенолу, что наталкивает на возможность добавления ТРГ в питательную среду в качестве сорбента.

Полимеры и другие вещества как сорбенты фенолов

М.В. Скапцов с коллегами тестировали добавление в питательную среду дополнительных компонентов в отношении их влияния на накопление фенольных соединений и жизнеспособность каллусных клеток [7]. В качестве сорбента использовали поливинилпирролидон, а в качестве антиоксиданта – тиосульфат натрия. В результате эксперимента было установлено, что каллусы, выращенные на модифицированной среде, содержат в два раза меньше фенольных соединений, чем каллусы, выращенные на среде со стандартным составом [17].

В 2014 г. проводилось исследование с целью изучения влияния антиоксидантного действия аскорбиновой кислоты на контроль летального потемнения, вызванного фенольными соединениями, в культуре *in vitro* *Brachylaena huillensis* с использованием узловых сегментов [13; 14]. Модификация питательной среды включала добавление аскорбиновой кислоты в концентрациях 50–250 мг/л вместе с цитокинином бензиламинопурином (6-БАП). Результаты данного эксперимента показали, что выделение фенольных соединений эксплантами в значительной степени контролировалось за счет включения в среду более высоких концентраций аскорбиновой кислоты. Лучший эффект был достигнут при добавлении 200–250 мг/л аскорбиновой кислоты в

среду для древесных растений (WPM) с добавлением 6-БАП.

Sanyal с соавторами в своей статье «Опосредованная *Agrobacterium* трансформация нута (*Cicer arietinum* L.) геном *cryIAc Bacillus thuringiensis* устойчивости к насекомому *Helicoverpa armigera*» в качестве антиоксидантов использовали 1 %-ный раствор нитрата серебра на среде Мурасиге – Скуга с индол-3-масляной кислотой (ИМК) [12]. Нитрат серебра является ингибитором этилена, его добавление поддерживало максимальное восстановление эксплантов после агроинокуляции. Добавление данного вещества привело к выделению большого количества предполагаемых трансформантов за относительно короткий период времени в культуре и устранило химер.

В 2015 г. была опубликована работа о влиянии концентрации неорганических веществ и поливинилпирролидона на корневища вишни *in vitro* [21]. В работе рассмотрено влияние добавления ПВП в пяти концентрациях в питательную среду различной силы на укоренение нескольких сортов вишни в условиях *in vitro*. В результате эксперимента были получены данные о том, что при добавлении 5 г/л ПВП к среде половинной крепости и 1 г/л ПВП число корней (5,8) было наибольшим, что привело к 80-процентному укоренению. А при применении 1 г/л ПВП в среде половинной крепости число корней составило 6,3, а процент укоренения – 90,9 %. Напротив, длина корня была максимальной (примерно 36,2 мм) в среде полной крепости без добавления ПВП. Однако, данное вещество является многообещающим средством для ингибирования фенольных соединений и укоренения в системах культур *in vitro*.

Qu и Chaudhury обрабатывали экспланты аскорбиновой кислотой с последующим культивированием в MS с добавлением поливинилполипирролидона, что значительно снизило потемнение и улучшило регенерацию [19].

H. Strosse с соавторами во время исследования культуры клеток и тканей банана в качестве антиоксидантов использовали растворы аскорбиновой и лимонной кислоты в концентрациях 10–150 мг/л [22]. Данные вещества добавляли в питательную среду для предотвращения ее потемнения, то есть с це-

люю адсорбции фенольных соединений, или сами эксплантаты погружали в раствор антиоксиданта до помещения их в пробирки, что оказывало положительное влияние на рост микроклонов.

Проведенное ранее исследование также показало, что поливинилпирролидон можно добавлять в среду для уменьшения окисления и, как следствие, потемнения культивированных тканей [16; 26].

О.Ю. Гусева с коллегами проводили масштабную работу по оптимизации условий культивирования *in vitro* и *ex vitro* ювенильного материала дуба черешчатого [2]. Исследователи рекомендуют использовать материал от молодых саженцев, меристемные структуры, а также добавлять в состав питательной среды цитокинин 6-БАП, аденин и поливинилпирролидон, в качестве сорбционного агента. Так как дуб является трудноразмножаемой культурой в условиях *in vitro*, а материал, взятый от многолетних дубов, обладает слабым ризогенным ответом, использование молодого материала и добавление сорбентов фенольных соединений позволяет получить качественные микроклоны дуба черешчатого в условиях клонального микроразмножения.

Однако поливинилпирролидон оказывает адсорбирующий эффект не со всеми видами растений. Исследование Prajapati и соавторов показало, что при добавлении данного полимера в питательную среду, ингибирующее действие на фенольные соединения не было оказано [20].

Sanyal с коллегами в результате своего исследования сообщили, что добавление таких антиоксидантов, как цистеин и нитрат серебра, улучшило прорастание нута *in vitro* после агроинокуляции [24]. Аналогичным образом в экспериментах Strosse было выявлено, что добавление цистеина к питательной среде уменьшает почернение экспланта и питательной среды в культуре ткани банана *in vitro* [22].

На основании проведенного анализа литературы можно выделить несколько часто применяемых в микроклональном размножении веществ, которые используют в качестве сорбентов фенольных соединений. На первом месте по применяемости, доступности и эффективности стоит древесный (активирован-

ный) уголь. Его концентрации варьируют от 0,5 до 10 г на литр питательной среды, в основном используют 5 и 10 г/л.

Сорбционная способность углеродных материалов является главным критерием, который следует учитывать при производстве сорбента, поскольку сорбционная емкость производимого сорбента напрямую зависит от изначальной сорбционной способности сырья. Результаты подобных исследований А.А. Войташ и Ю.В. Берестневой уже описаны выше, поэтому они в общем смысле свидетельствуют о перспективе использования различных модификаций графита в качестве сорбентов фенольных соединений, выделяемых растениями в условиях клонального микроразмножения. Благодаря неоднородной пористой структуре, включающей как микропоры, так и мезоили макропоры, ТРГ способен адсорбировать загрязняющие вещества как из раствора, так и с поверхности воды. Это указывает на целесообразность использования такого сорбента в качестве компонента питательной среды для микроклонального размножения растений *in vitro*.

Вторым по популярности и эффективности является поливинилпирролидон. Это водорастворимый полимер, составленный из мономерных единиц N-винилпирролидона, который входит в состав некоторых лекарственных препаратов, таких как «Энтеродез». Он оказывает дезинтоксикационное действие, заключающееся в способности к комплексообразованию. Механизм его действия заключается в способности активно связывать токсины, соответственно, он имеет высокую сорбционную способность по отношению к соединениям фенола, выделяемым микрорастениями в процессе развития в условиях *in vitro*, о чем свидетельствуют работы многих авторов.

Аналогичными свойствами обладает лекарственный препарат «Полисорб», основу которого составляет коллоидный диоксид кремния. Имеются немногочисленные данные о применении его в качестве компонента питательной среды, которые свидетельствуют о том, что данное вещество вовлечено в процесс снижения стресса у растений, а также повышает иммунитет организма. Ю.А. Зюзина и Е.В. Немцова исследовали влияние синтетического аморфного диоксида кремния

на растения в условиях *in vitro* [3]. При добавлении в питательную среду препарата, содержащего диоксид кремния в концентрациях 50, 100 и 150 г/л, выявлено, что добавление данного вещества в концентрации 100 мг/л привело к увеличению коэффициента размножения эксплантов больше чем в 1,5 раза, а при концентрации 50 мг/л наблюдалась самая большая длина микропробегов. Полученные результаты свидетельствуют о положительном влиянии диоксида кремния на культивирование растений в условиях *in vitro*, а также оставляет перспективу для дальнейшего исследования влияния диоксида кремния в составе препарата «Полисорб» на развитие микроклонов.

Среди часто используемых веществ можно выделить следующие соединения: аскорбиновая и лимонная кислоты, нитрат серебра и хлорид ртути. Однако в составе питательной среды они чаще используются благодаря своим антиоксидантным свойствам, а не сорбционными способностям.

Заключение

Добавление в питательную среду таких сорбентов, как активированный уголь и его различные модификации, а также водорастворимого полимера поливинилпирролидона является необходимым для успешного получения микроклонов растений в условиях *in vitro*. Вышеперечисленные вещества успешно сорбируют фенольные соединения, препятствуя ингибированию регенерационного потенциала растений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильченко, Е. Н. Индукция ризогенеза у сахарной свеклы в культуре *in vitro* / Е. Н. Васильченко, Е. О. Колесникова, Т. П. Жужалова // Сборник трудов Восемнадцатой Международной научно-практической конференции. – 2019. – С. 42–50.
2. Гусева, О. Ю. Оптимизация условий культивирования *in vitro* и *ex vitro* ювенильного материала дуба черешчатого / О. Ю. Гусева, Л. М. Стародубцева, В. Н. Попов // Сибирский лесной журнал. – 2019. – № 5. – С. 81–89.
3. Зюзина, Ю. А. Влияние синтетического аморфного диоксида кремния на растения *Rhododendron roseum* (L.) в культуре *in vitro* / Ю. А. Зюзина, Е. В. Немцова // Разнообразие растительного мира. – 2017. – Т. 2, № 10. – С. 48–54.
4. Исследование сорбции ароматических соединений из водных растворов терморасширенным графитом / А. А. Войташ, Ю. В. Берестнева, Е. В. Ракша, А. А. Давыдова, М. В. Савоськин // Химическая безопасность. – 2020. – Т. 4, № 1. – С. 144–156. – DOI: <https://doi.org/10.25514/CHS.2020.1.17010>.
5. Налобова, В. Л. Микроклональное размножение котловника гибридного / В. Л. Налобова, В. В. Акименко // Перспективы и проблемы развития биотехнологии в рамках единого экономического пространства стран Содружества : материалы Междунар. науч.- практ. конф., 25–28 мая 2005 г., Минск – Нарочь. – Минск : РИВШ, 2005. – С. 154–155.
6. Очистка воды от нефтепродуктов сорбентом на основе терморасширенного графита для орошения сельскохозяйственных угодий / А. А. Войташ, Ю. В. Берестнева, Е. В. Ракша, М. В. Савоськин // Научно-агрономический журнал. – 2020. – Т. 110, № 3. – С. 4–8. – DOI: <https://doi.org/10.34736/FNC.2020.111.4.006.29-34>
7. Скапцов, М. В. Оптимизация сред для культивирования растений *in vitro* на примере щавеля водного (*Rumex aquaticus* L.) / М. В. Скапцов, Д. В. Балабова, М. Г. Куцев // Сельскохозяйственная биология. – 2014. – № 1. – С. 32–35.
8. Сорбционные свойства терморасширенного графита нитрата графита, соинтеркалированного этилформиатом и уксусной кислотой / А. А. Давыдова, А. А. Войташ, Ю. В. Берестнева [и др.] // Химическая безопасность. – 2019. – Т. 3. – С. 39–48. – DOI: <https://doi.org/10.25514/CHS.2019.Special.2>.
9. Черевченко, Т. М. Биотехнология тропических и субтропических растений *in vitro* / Т. М. Черевченко, А. Н. Лаврентьева, Р. В. Иванников. – Киев : Наукова думка, 2008. – 559 с.
10. Abdelwahd, R. N. Use of an Adsorbent and Antioxidants to Reduce the Effects of Leached Phenolics in In Vitro Plantlet Regeneration of Faba Bean / R.N. Abdelwahd, M. Hakam, S.M. Labhilili // African Journal of Biotechnology. – 2008. – Vol. 7, № 8. – P. 997–1002.
11. Agrobacterium-Mediated Genetic Transformation of Local Cultivars of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) / R.A. Sharmin, J. Akter, R.H. Sarker [et al.] // Plant Tissue Cult. & Biotech. – Vol. 22, № 1. – P. 41–50.
12. Agrobacterium-Mediated Transformation of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) with *Bacillus Thuringiensis* Cry1Ac gene for Resistance Against pod Borer Insect *Helicoverpa Armigera* / I. Sanyal, A.K. Singh, M. Kaushik [et al.] // Plant Sci. – 2005. – Vol. 168, № 4. – P. 1135–1146. – DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.plantsci.2004.12.015>.

13. Arditti, J. Micropropagation of Orchids / J. Arditti, R. Ernst. – New York : John Wiley and Sons, 1993. – 640 p.

14. Effects of Ascorbic Acid in Controlling Lethal Browning in in vitro Culture of *Brahylaena Huillensis* Using Nodal Segments / C. F. Ndakidemi, E. Mneney, P. Alois, A. Ndakidemi // *American Journal of Plant Sciences*. – 2014. – Vol. 5, № 1. – P. 187–191. – DOI: <https://dx.doi.org/10.4236/ajps.2014.51024>.

15. Exfoliated Graphite from Graphite Nitrate Cointercalation Compounds: Production and Some Applications / A. A. Voitash, V. Yu. Vishnevsky, Yu. V. Berestneva [et al.] // *Applied Aspects of Nano-Physics and Nano-Engineering* / ed. by K. Levine, A. G. Syrkov. – New York : Nova Science Publishers Inc., 2019. – Vol. 1. – P. 25–28.

16. Gupta, P. K. Eucalyptus / P. K. Gupta, A. F. Mascarenhas // *Cell and Tissue Culture in Forestry*. Vol. 3 / ed. by J. Bonga, D. J. Durzan. – Dordrecht : Martinus Nijhoff publisher, 1987. – P. 385–402.

17. Murashige, T. A Revised Medium for Rapid Growth and Bioassays with Tobacco Tissue Cultures / T. Murashige, F. Skoog // *Plant Physiol.* – 1962. – Vol. 15. – P. 473–497.

18. Ozyigit, I. I. Phenolic Changes During *in vitro* Organogenesis of Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) Shoot Tips / I. I. Ozyigit // *Afr. J. Biotechnol.* – 2008. – № 7. – P. 1145–1150.

19. Plant Regeneration from Cotyledonary Explants of *Eucalyptus Camaldulensis* / R. Dibax, C. L. Eisfeld, F. L. Cuquel [et al.] // *Scientia Agricola*. – 2005. – Vol. 62, № 4. – P. 406–412. – DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162005000400016>.

20. Prajapati, H. A. Direct in vitro Regeneration of *Curculigo Orchioides* Gaertn. An Endangered Anticarcinogenic Herb / H. A. Prajapati, R. B. Subramanian, D. H. Patel, S. R. Mehta // *Curr. Sci.* – 2003. – Vol. 84, № 6. – P. 747–749.

21. Sarropoulou, V. Medium Strength in Inorganics and PVP Concentration Effects on Cherry Rootstocks in vitro Rooting / V. Sarropoulou, K. Dimassi-Therious, I. Therios // *Hort. Sci. (Prague)*. – 2015. – Vol. 42, № 4. – P. 185–192. – DOI: <https://dx.doi.org/10.17221/359/2014-HORTSCI>.

22. Strosse, H Banana Cell and Tissue Culture – Review / H. Strosse, I. Van den Houwe, B. Panis. – 2004. – P. 1–12. – Electronic text data. – Mode of access: https://www.researchgate.net/publication/244995411_Banana_cell_and_tissue_culture_-_review. – Title from screen.

23. The Effect of Activated Charcoal on Tissue Cultures: Adsorption of Metabolites Inhibiting Morphogenesis / G. Fridborg, M. Pedersen, L. Landstrom [et al.] // *Physiol. Plant.* – 2006. – Vol. 43, № 2. – P. 104–106. – DOI: <https://dx.doi.org/10.1111/j.1399-3054.1978.tb01575.x>.

24. The Optimal Sterilizing Compound and Culture Medium in *Elaeocarpus grandiflorus* L. in vitro Shoot Induction / E. S. Rahayu, T. Widiatningrum, L. Herlina [et al.] // *Journal of Physics: Conference Series*. – Vol. 1321, № 3. – 032040.

25. Thomas D. The Role of Activated Charcoal in Plant Tissue Culture / D. Thomas // *Biotechnology Advances*. – 2008. – № 26. – P. 618–631.

26. Tissue Culture of Forest Trees: Clonal Multiplication of *Tectona grandis* L. by Tissue Culture / P. K. Gupta, A. L. Nadgir, A. F. Mascarenhas [et al.] // *Plant Sci. Lett.* – 1980. – Vol. 17. – P. 259–268.

27. Toji, A. Application of Mercuric Chloride and Charcoal in Micro-Propagation of Teak (*Tectona Grandis*) / A. Toji, A. Moham, K. Vikas // *Indian Journal of Tropical Biodiversity*. – 2015. – Vol. 23, № 2. – P. 157–166.

REFERENCES

1. Vasil'chenko E.N., Kolesnikova E.O., Zhuzhzhhalova T.P. Indukcija rizogeneza u saharnoj svekly v kul'ture in vitro [Induction of Rhizogenesis in Sugar Beet in In Vitro Culture]. *Sbornik trudov Vosemnadcatoj mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Proceedings of the 18th International Scientific and Practical Conference], 2019, pp. 42-50.

2. Guseva O.Ju., Starodubceva L.M., Popov V.N. Optimizacija uslovij kul'tivirovanija in vitro i ex vitro juvenil'nogo materiala duba chereschatogo [Optimization of Cultivation Conditions In Vitro and Ex Vitro of Juvenile Material of Pedunculate Oak]. *Sibirskij lesnoj zhurnal*, 2019, no. 5, pp. 81-89.

3. Zjuzina Ju.A., Nemcova E.V. Vlijanie sinteticheskogo amorfnogo dioksida kremnija na rastenija *Rhododendron roseum* (L.) v kul'ture in vitro [Influence of Synthetic Amorphous Silicon Dioxide on *Rhododendron roseum* (L.) Plants in In Vitro Culture]. *Raznoobrazie rastitel'nogo mira*, 2017, vol. 2, no. 10, pp. 48-54.

4. Vojtash A.A., Berestneva Ju.V., Raksha E.V., Davydova A.A., Savos'kin M.V. Issledovanie sorbcii aromaticshestkih soedinenij iz vodnyh rastvorov termorasshirennym grafitom [Investigation of Sorption of Aromatic Compounds from Aqueous Solutions with Thermally Expanded Graphite]. *Himicheskaja bezopasnost'* [Chemical Safety Science], 2020, vol. 4, no. 1, pp. 144-156. DOI: <https://doi.org/10.25514/CHS.2020.1.17010>.

5. Nalobova V.L., Akimenko V.V. Mikroklonal'noe razmnozhenie kotovnika gibridnogo [Microclonal Reproduction of the Hybrid Catnip]. *Perspektivy i problemy razvitija biotekhnologii v ramkah edinogo jekonomicheskogo prostranstva*

stran Sodruzhestva: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., 25–28 maya 2005 g., Minsk – Naroch' [Prospects and Problems of Biotechnology Development Within the Common Economic Space of the Commonwealth Countries. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, May 25–28, 2005, Minsk – Naroch]. Minsk, RIVSh, 2005, pp. 154-155.

6. Vojtash A.A., Berestneva Ju.V., Raksha E.V., Savos'kin M.V. Ochistka vody ot nefteproduktov sorbentom na osnove termorasshirennogo grafita dlja oroshenija sel'skohozjajstvennyh ugodij [Water Purification from Oil Products by a Sorbent Based on Thermally Expanded Graphite for Irrigation of Agricultural Lands]. *Nauchno-agronomicheskij zhurnal*, 2020, vol. 110, no. 3, pp. 4-8. DOI: <https://doi.org/10.34736/FNC.2020.111.4.006.29-34>.

7. Skapcov M.V., Balabova D.V., Kucev M.G. Optimizacija sred dlja kul'tivirovanija rastenij in vitro na primere shhavelja vodnogo (*Rumex aquaticus* L.) [Optimization of Media for Cultivation of Plants In Vitro on the Example of Water Sorrel (*Rumex Aquaticus* L.)]. *Sel'skohozjajstvennaja biologija* [Agricultural Biology], 2014, no. 1, pp. 32-35.

8. Davydova A.A., Vojtash A.A., Berestneva Ju.V. et al. Sorbcionnye svojstva termorasshirennogo grafita nitrata grafita, sointerkalirovannogo jetilformiatom i uksusnoj kislotoj [Sorption Properties of Thermally Expanded Graphite Nitrate, Co-Intercalated with Ethyl Formate and Acetic Acid]. *Himicheskaja bezopasnost'* [Chemical Safety Science], 2019, vol. 3, pp. 39-48. DOI: <https://doi.org/10.25514/CHS.2019.Special.2>.

9. Cherevchenko T.M., Lavrent'eva A.N., Ivannikov R.V. *Biotehnologija tropicheskij i subtropicheskij rastenij in vitro* [Biotechnology of Tropical and Subtropical Plants In Vitro]. Kiev, Naukova dumka Publ., 2008. 559 p.

10. Abdelwahd R.N., Hakam M., Labhilili S.M. Use of an Adsorbent and Antioxidants to Reduce the Effects of Leached Phenolics in In Vitro Plantlet Regeneration of Faba Bean. *African Journal of Biotechnology*, 2008, vol. 7, no. 8, pp. 997-1002.

11. Sharmin R.A., Akter J., Sarker R.H. et al. Agrobacterium-Mediated Genetic Transformation of Local Cultivars of Chickpea (*Cicer Arietinum* L.). *Plant Tissue Cult. & Biotech*, vol. 22, no. 1, pp. 41-50.

12. Sanyal I., Singh A.K., Kaushik M. et al. Agrobacterium-Mediated Transformation of Chickpea (*Cicer Arietinum* L.) with Bacillus Thuringiensis Cry1Ac Gene for Resistance Against Pod Borer Insect *Helicoverpa Armigera*. *Plant Sci*, 2005, vol. 168, no. 4, pp. 1135-1146. DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.plantsci.2004.12.015>.

13. Arditti J., Ernst R. *Micropropagation of Orchids*. New York, John Wiley and Sons, 1993. 640 p.

14. Ndakidemi C.F., Mneney E., Alois P., Ndakidemi A. Effects of Ascorbic Acid in Controlling Lethal Browning in In Vitro Culture of *Brahylaena Huillensis* Using Nodal Segments. *American Journal of Plant Sciences*, 2014, vol. 5, no. 1, pp. 187-191. DOI: <https://dx.doi.org/10.4236/ajps.2014.51024>.

15. Voitash A.A., Vishnevsky V.Yu., Berestneva Yu.V. et al. Exfoliated Graphite from Graphite Nitrate Cointercalation Compounds: Production and Some Applications. Levine K., Syrkov A.G., eds. *Applied Aspects of Nano-Physics and Nano-Engineering*. New York, Nova Science Publishers Inc, 2019, vol. 1, pp. 25-28.

16. Gupta P.K., Mascarenhas A.F. Eucalyptus. Bonga J., Durzan D.J., eds. *Cell and Tissue Culture in Forestry. Vol. 3*. Dordrecht, Martinus Nijhoff publisher, 1987, pp. 385-402.

17. Murashige T., Skoog F. A Revised Medium for Rapid Growth and Bioassays with Tobacco Tissue Cultures. *Plant Physiol*, 1962, vol. 15, pp. 473-497.

18. Ozyigit I.I. Phenolic Changes During In Vitro Organogenesis of Cotton (*Gossypium Hirsutum* L.) Shoot Tips. *Afr. J. Biotechnol*, 2008, vol. 7, pp. 1145-1150.

19. Dibax R., Eisefeld C.L., Cuquel F.L. et al. Plant Regeneration from Cotyledonary Explants of *Eucalyptus Camaldulensis*. *Scientia Agricola*, 2005, vol. 62, no. 4, pp. 406-412. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162005000400016>.

20. Prajapati H.A., Subramanian R.B., Patel D.H., Mehta S.R. Direct In Vitro Regeneration of *Curculigo Orchoides* Gaertn. An Endangered Anticarcinogenic Herb. *Curr. Sci.*, 2003, vol. 84, no. 6, pp. 747-749.

21. Sarropoulou V., Dimassi-Theriu K., Therios I. Medium Strength in Inorganics and PVP Concentration Effects on Cherry Rootstocks In Vitro Rooting. *Hort. Sci. (Prague)*, 2015, vol. 42, no. 4, pp. 185-192. DOI: <https://dx.doi.org/10.17221/359/2014-HORTSCI>.

22. Strosse H., Van den Houwe I., Panis B. *Banana Cell and Tissue Culture – Review*, 2004, pp. 1-12. URL: https://www.researchgate.net/publication/244995411_Banana_cell_and_tissue_culture_review.

23. Fridborg G., Pedersen M., Landstrom L. et al. The Effect of Activated Charcoal on Tissue Cultures: Adsorption of Metabolites Inhibiting Morphogenesis. *Physiol. Plant*, 2006, vol. 43, no. 2, pp. 104-106. DOI: <https://dx.doi.org/10.1111/j.1399-3054.1978.tb01575.x>.

24. Rahayu E.S., Widiatmingrum T., Herlina L. et al. The Optimal Sterilizing Compound and Culture Medium in *Elaeocarpus Grandiflorus* L. In Vitro Shoot Induction. *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1321, no. 3, 032040.

25. Thomas D. The Role of Activated Charcoal in Plant Tissue Culture. *Biotechnology Advances*, 2008, no. 26, pp. 618-631.

26. Gupta P.K., Nadgir A.L., Mascarenhas A.F. et al. Tissue Culture of Forest Trees: Clonal Multiplication of *Tectona Grandis* L. by Tissue Culture. *Plant Sci. Lett*, 1980, vol. 17, pp. 259-268.

27. Toji A., Moham A., Vikas K. Application of Mercuric Chloride and Charcoal in Micro-Propagation of Teak (*Tectona Grandis*). *Indian Journal of Tropical Biodiversity*, 2015, vol. 23, no. 2, pp. 157-166.

Information About the Authors

Anna M. Pugacheva, Candidate of Sciences (Agriculture), Scientific Secretary, Acting Deputy Director, Federal Research Research Center of Agroecology of the Russian Academy of Sciences, Prosp. Universitetsky, 97, 400062 Volgograd, Russian Federation, pugachevaa@vfanc.ru

Kristina R. Bikmetova, Junior Researcher, Biotechnology Laboratory, Federal Research Center of Agroecology of the Russian Academy of Sciences, Prosp. Universitetsky, 97, 400062 Volgograd, Russian Federation, c.bicmetowa@yandex.ru

Yuliya S. Smirnova, Junior Researcher, Biotechnology Laboratory, Federal Research Center of Agroecology of the Russian Academy of Sciences, Prosp. Universitetsky, 97, 400062 Volgograd, Russian Federation, smirnova-yu@vfanc.ru

Информация об авторах

Анна Михайловна Пугачева, кандидат сельскохозяйственных наук, ученый секретарь, и. о. заместителя директора по научной деятельности, ФНЦ агроэкологии РАН, просп. Университетский, 97, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, pugachevaa@vfanc.ru

Кристина Романовна Бикметова, младший научный сотрудник лаборатории биотехнологий, ФНЦ агроэкологии РАН, просп. Университетский, 97, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, c.bicmetowa@yandex.ru

Юлия Сергеевна Смирнова, младший научный сотрудник лаборатории биотехнологий, ФНЦ агроэкологии РАН, просп. Университетский, 97, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, smirnova-yu@vfanc.ru



DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2021.3.7>

UDC 633.18:631.674.6(574)

LBC 42.112.3(5Kaz)-462

RICE CULTIVATION TECHNOLOGY AT LOW-PRESSURE DROP IRRIGATION IN THE CONDITIONS OF KYZYLORDA REGION

Gulzinat Temirkhan kyzy Aldambergenova

Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan

Asylkhan A. Shomantaev

Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan

Mustafa Gilman ogly Mustafayev

Institute of Soil Science and Agro Chemistry of Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan

Abstract. The article explores the method of drip irrigation of agricultural crops, which provides a high coefficient of irrigation water (80–95%) and land (95%) use. This method helps to significantly save irrigation water by reducing losses for evaporation and filtration outside the root system zone, which eliminates surface runoff, unevenness of irrigation and creates the ability to maximize the use of irrigated areas for agricultural crops. The use of drip irrigation in vegetable production in the south of Kazakhstan since 2000 has radically changed the approach to the “water – soil – plant” complex. The authors believe that a metered feeding regimen would form a new approach to irrigation of agricultural crops, such as rice. Rice (*Oryza sativa L.*) as a food culture serves as one of the products consumed in food. It is grown in 120 countries on the area of more than 165 million hectares. Rice, unlike other agricultural crops, has a high biological plasticity and adaptive ability, which in modern agriculture allows it to be cultivated in a wide range of climatic conditions and irrigation methods, such as flooding, periodic irrigation and dry conditions. In world practice a continuous flooding of checks was the most widespread method of watering. This technology consumes about 50% of the total volume of irrigation water or 30% of the world’s fresh water reserves. The irrigation rate of rice cultivated with the use of this technology is in the range of 20–25 thousand m³/ha, which significantly exceeds the biological water consumption of rice agrocenosis. A significant part of the irrigation water is lost for filtration, discharges and lateral outflows. Currently, the use of drip irrigation method in rice fields is poorly studied. The research is aimed at substantiating the technology of rice cultivation using a low-pressure drip irrigation method in the conditions of Kyzylorda region.

Key words: irrigation technology, rice, irrigation, irrigation rate, productivity.

Citation. Aldambergenova G.T. kyzy, Shomantaev A.A., Mustafayev M.G. ogly. Rice Cultivation Technology at Low-Pressure Drop Irrigation in the Conditions of Kyzylorda Region. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2021, vol. 11, no. 3, pp. 49-56. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2021.3.7>

**ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ РИСА
ПРИ НИЗКОНАПОРНОМ КАПЕЛЬНОМ СПОСОБЕ ПОЛИВА
В УСЛОВИЯХ КЫЗЫЛОРДИНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Гулзинат Темирхан кызы Алдамбергенова

Кызылординский университет им. Коркыт Ата, г. Кызылорда, Казахстан

Асылхан Ашимович Шомантаев

Кызылординский университет им. Коркыт Ата, г. Кызылорда, Казахстан

Мустафа Гылман оглы Мустафаев

Институт почвоведения и агрохимии НАНА, г. Баку, Азербайджан

Аннотация. В статье рассматривается капельный способ полива сельскохозяйственных культур, обеспечивающий высокий коэффициент использования оросительной воды (80–95 %) и высокий коэффициент земельного использования (до 95 %). При применении данного способа происходит достаточно большая экономия поливной воды в результате снижения ее потерь на испарение и фильтрацию за пределами зоны корневой системы, исключается поверхностный сток, устраняется неравномерность полива и появляется возможность максимально использовать орошаемые площади под сельскохозяйственные культуры. Использование с 2000 г. капельного орошения в овощепроизводстве на юге Казахстана радикально изменило подход к комплексу «вода – почва – растение». По мнению авторов, дозированный режим питания способствовал бы формированию нового подхода в орошении сельскохозяйственных культур, например риса. Рис (*Oryza sativa L.*) как продовольственная культура является одним из основных продуктов, потребляемых в пищу. Его выращивают в 120 странах на площади более 165 млн га. Рис, в отличие от других сельскохозяйственных культур, обладает высокой биологической пластичностью и адаптационной способностью, что позволяет в современной земледелии возделывать его в широком диапазоне климатических условий и способов полива (например, затопление, периодические поливы, суходольные условия). В мировой практике наибольшее распространение получил такой способ полива, как продолжительное затопление чеков слоем воды. При применении данной технологии расходуется около 50 % от общего объема оросительной воды, или около 30 % имеющихся в мире запасов пресной воды. Оросительная норма риса, возделываемого по такой технологии, находится в пределах 23–25 тыс. м³/га, что значительно превосходит биологическое потребление воды рисовым агроценозом. Значительная часть оросительной воды теряется на фильтрацию, сбросы и боковые оттоки. В настоящее время использование капельного способа полива на рисовых полях недостаточно изучено. Данное исследование направлено на обоснование технологии возделывания риса с применением низконапорной капельной системы полива в условиях Кызылординской области.

Ключевые слова: технология орошения, рис, полив, норма орошения, урожайность.

Цитирование. Алдамбергенова Г. Т. кызы, Шомантаев А. А., Мустафаев М. Г. оглы. Технология возделывания риса при низконапорном капельном способе полива в условиях Кызылординской области // Природные системы и ресурсы. – 2021. – Т. 11, № 3. – С. 49–56. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2021.3.7>

Введение

Рис (*Oryza sativa L.*) является одним из основных продовольственных продуктов. В 120 странах мира рис выращивают на площади более 165 млн га. В отличие от других продовольственных сельскохозяйственных культур рис обладает высокой биологической пластичностью и адаптационной способ-

ностью, что позволяет возделывать его в широком диапазоне климатических условий. В мировой практике наибольшее распространение получил такой способ полива, как продолжительное затопление чеков слоем воды. При таком способе полива расходуется 50 % от общего объема оросительной воды, что составляет около 30 % мирового запаса пресной воды. При такой технологии ороситель-

ная норма риса находится в пределах 23–25 тыс. м³/га. Естественно, большая часть оросительной воды теряется на фильтрацию, сбросы и боковые оттоки.

Многие страны, в том числе Казахстан, испытывают острый дефицит водных ресурсов, определенное ограничение забора поливной воды. В связи с глобальным изменением климата, приростом населения, нарушением экологических ограничений природопользования дефицит пресной воды и продовольствия обостряется до критических значений. Поэтому традиционная технология орошения продолжительным затоплением будет испытывать нехватку оросительной воды. Следовательно, поиск путей по снижению затрат поливной воды для орошения риса имеет большое экономическое, социальное и экологическое значение.

В качестве сортов риса для проведения опыта выбраны «Сыр Сулуы» и «Ай Керим», которые вывели ученые в ТОО «КазНИИ рисоводства им. И. Жахаева» – А.Н. Подольских, С.М. Байбосынова, Б.К. Абилханова, Р.М. Алтынбаева и С.М. Умирзаков [5; 6].

Сорт «Сыр Сулуы» выведен методом индивидуального отбора из гибридной популяции сложного скрещивания 6 Амс/Кулон//Оскар//Маржан и относится к разновидности субвульгарис (*SubvulgarisKan*). Высота растения – 95–100 см, с длиной метелки 18–21 см, плотная, среднеразвесистая, несет около 90–110 колосков. Урожайность – 70–80 ц/га.

Сорт «Ай Керим» – среднеспелый, высокоурожайный (80–85 ц/га), солеустойчивый, создан методом индивидуального отбора из сорта «Маржан», с вегетационным периодом 110–115 дней. Высота растений – 115–125 см, с прочным стеблем средней толщины, устойчивый к полеганию. Длина метелки – 23–25 см, наклонная, слаборазвесистая, с плотностью колосков 6–7 шт./см. Общее количество колосков в метелке – 150–170 штук.

Объект исследование и методика

В последние годы в мировой практике для снижения оросительных норм риса активно проводятся исследования по возделыванию аэробного риса. Данная технология дает возможность возделывать рис в ненасыщенной

водой почве с поддержанием влажности корнеобитаемого слоя почвы от 70 до 100 % НВ в течение всего жизненного цикла растений [1; 2; 4].

Однако такая технология орошения аэробного риса базируется на использовании полива по бороздам, полосам, дождеванием. Этим способам полива свойственны существенные недостатки, связанные с потерями воды на фильтрацию и испарение, поэтому наши полевые исследования направлены на водосберегающую технологию с использованием капельного способа полива риса.

Кызылординская область расположена на юге Казахстана, вдоль нижнего течения р. Сырдарьи. Климат региона резко континентальный: лето – жаркое, зима – холодная с неустойчивым снежным покровом. В холодный период года над низовьями р. Сырдарьи возникает малоподвижный циклон, вызывающий холодную погоду с длительными осадками.

Климат очень засушливый, в ноябре – марте выпадает до 152–159 мм, а в апреле – октябре – 129–144 мм осадков в год. Сумма положительных температур воздуха выше 10 °С достигает 3800–4600 °С.

Почвенно-растительный покров области относится к зоне пустынь и характеризуется значительным разнообразием, подразделяясь на два больших района: увлажненные (гидроморфные) – это почвы земледельческой полосы; иссушенные (субаэральные), местами имеющие следы древнего орошения, – это пустынная часть.

Несмотря на разнообразие, все равнинные почвы обладают некоторыми общими признаками, имеющими агрономическое значение. Луговые и лугово-болотные почвы содержат значительное количество перегноя и обладают более высокими запасами питательных веществ. Содержание гумуса достигает 4 %, чаще – 1,5–30 %, поверхностно засолены – 1,5–2,5 %, степень засоления – хлоридно-сульфатная. Грунтовые воды залегают на глубине 2–3 м, пресные и солоноватые. Почвы пригодны под рис и другие сельскохозяйственные культуры [3; 6].

Единственным источником орошения в Кызылординской области является р. Сырдарья – вторая по водности река в Средней Азии, протекающая через территории 4 су-

веренных государств в Центральной Азии: Киргизия, Таджикистан, Узбекистан и Казахстан. Учитывая дефицит поливной воды в низовье р. Сырдарья, сельхозпроизводители региона все чаще стали применять водосберегающую технологию полива сельскохозяйственных культур – систему капельного орошения. При капельном орошении увлажнение почвы просходит только в зоне распространения корней и вместе с оросительной водой подаются удобрения.

Опытно-экспериментальные исследования по применению низконапорной капельной системы орошения риса проводились в частном секторе расположенного вблизи опытного хозяйства Казахского научно-исследовательского института рисоводства (КазНИИ рисоводства) им. И. Жахаева в поселке Караултобе в 7 км от г. Кызылорда. Схема опытного участка площадью 343 м² и технические средства представлены на рисунке 1.

Была использована пластиновая емкость «ЕВРОКУБ» на 1000 м, снаружи имеющая металлическую обрешетку и заливную горловину диаметром 20 см, снизу сливное отверстие с краном, также имеется дыхательный клапан для сброса давления. Низ-

конапорная капельная система включает: водосчетчик крыльчатый «Г¹mPulsu Plus» для измерения объема воды, попадающей в капельную систему, манометр типа МР-3-И (№ 11032183) для измерения давления воды в системе, пластиновый трубопровод диаметром 50 мм для доставки оросительной воды от напорного бака к капельным лентам, воздушный клапан, предназначенный для выпуска и пуска воздуха в систему, капельная лента с расстоянием между капельницами 70 см. Конструкция капельницы показана на рисунке 2.

Для системы низконапорного капельного орошения необходимо учитывать требования к качеству оросительной воды и почвенно-климатические условия зоны орошения. Не допускается поливать водой, эпидемиологические и паразитологические показатели которой превышают санитарные нормы и которая, следовательно, является вредной для человека и животных. Допускается поливать водой с общей минерализацией от 0,5 до 1,0 г/л. Допустимые значения минерализации оросительной воды должны быть увязаны с величиной индекса сухости (K_0) по М.И. Будыко:

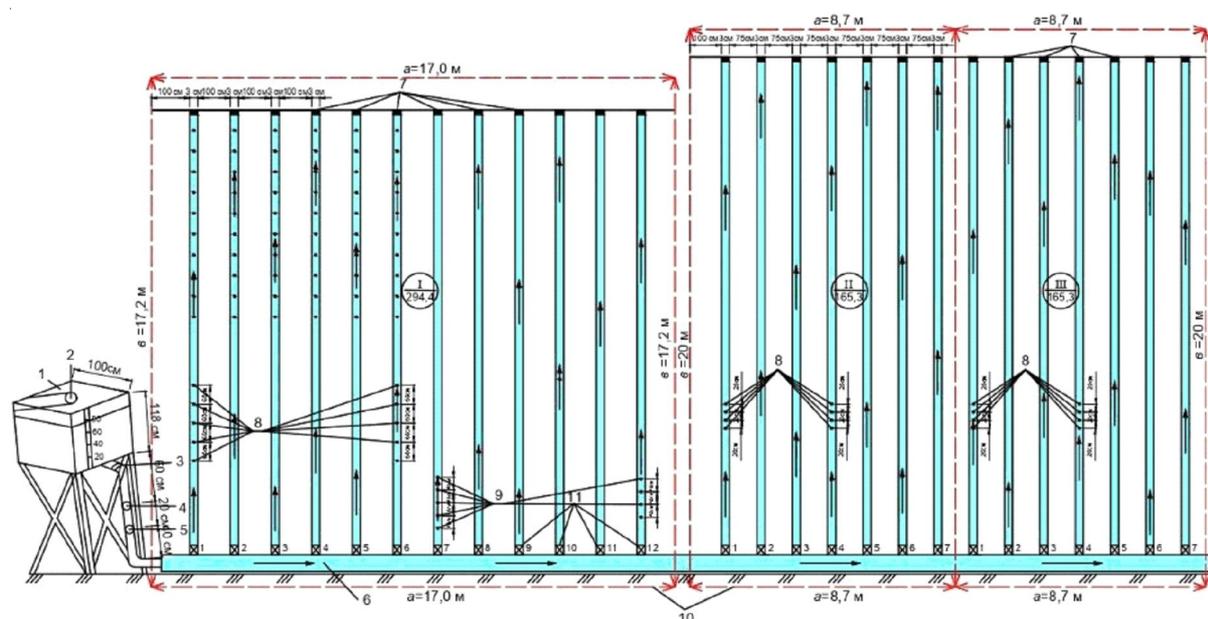


Рис. 1. Схема опытного участка низконапорной капельной системы:

- 1 – кран подводящего трубопровода; 2 – напорный бак емкостью 1000 м; 3 – кран для выпуска воды в капельную систему; 4 – манометр для измерения воды; 5 – водосчетчик для измерения расхода воды в системе; 6 – магистральный трубопровод воды; 7 – капельные ленты; 8 – капельницы, расположенные на расстоянии 70 см; 9 – кран для выпуска воды в капельную ленту

$$K_6 \frac{\sum R}{L \cdot Q_c}$$

где $\sum R$ – сумма рационального баланса за год, кДж/м²; L – скрытая теплота испарения, кДж/м²; Q_c – количество осадков за год, мм.

Результаты и обсуждение

Опытно-экспериментальные исследования проводились на среднесуглинистых почвах. На глубине от 0 до 60 см почвы очень сильнозасоленные сульфатно-хлоридным засолением. Далее от 60 до 100 см почва была средnezасоленной сульфатным засолением. Почва опытного участка отличается очень низким плодородием: содержание гумуса – 0,28–0,43 %; азота – 5,6–43,4 мг/кг; массовая доля фосфора – 24,8–32,4 мг/кг; калия – 116–226 мг/кг; рН = 6,5–5,8.

Экспериментальным путем был определен расход одной капельницы в 3-кратной повторности при различных давлениях воды. При давлении воды $P = 18$ кПа расход одной капельницы составил $Q = 15$ мг/мин, или 0,015 л/мин. На одной капельной ленте 67 шт. капельниц, на опытном участке размещены 14 капельных лент. Следовательно, расход на участке площадью 348 м² будет равен 14,1 л/мин, или 846 л/ч $\approx 0,846$ м³/ч.

Для получения детальных метеоданных использовали устройство метеонаблюдений «Weather Bucket» (производитель – Япония), установленное на опытных станциях КазНИИ рисоводства им. И. Жахаева.

Система обработки почвы в рисовых севооборотах складывается из 2 этапов – основного и предпосевного.

Цель основной обработки – создание оптимального температурного и пищевого режима почвы для посева и прорастания семян, развития растений и уничтожения сорной растительности. Здесь происходит окисление вредных соединений, почва обогащается кислородом, повышается микробиологическая активность и мобилизация питательных веществ, разрушаются капиллярные поры в почвах, задерживается поднятие токсичных солей в корнеобитаемую зону почвы [7; 8].

В нашем случае была проведена предпосевная обработка почвы.

Для вспашки был использован плуг типа ПЛН 4-35, навешенный в агрегате с трактором К-701. Почва была вспашана на глубину 25–27 см. С помощью этого способа была достигнута хорошая разделка почвы, произведено измельчение глыб и комков, придание почве необходимого агрегатного состояния, аэрация и пропашка пахотного слоя.

Проблема получения оптимально густых всходов риса в условиях засоленных почв в низовье р. Сырдарьи не решена до настоящего времени. Результаты исследований свидетельствуют о тесной взаимосвязи полевой всхожести семян с плотностью роста растений и зерновой продуктивностью риса.

Способы посева также влияют на урожайность риса. При узкорядном и перекрестном способах посева на 1 м² насчитывалось от 260 до 380 шт. всходов и к уборке сохраня-

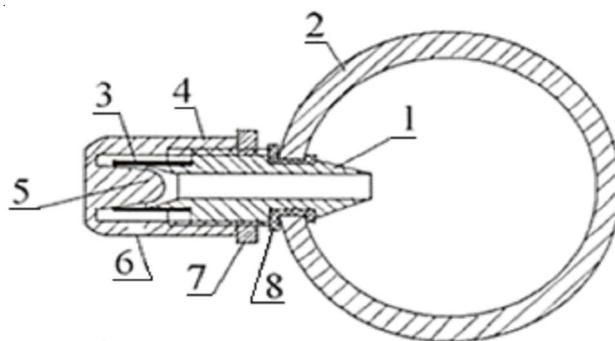


Рис. 2. Конструкция капельницы:

1 – штуцер; 2 – поливной трубопровод диаметром 50 мм; 3 – упругая резиновая трубка; 4 – крышка штуцера; 5 – консольный выступ; 6 – отверстия на крышке; 7 – контргайка; 8 – прокладка

лось 220–300 шт. растений, а после уборки – 90–120 шт. (на 50 % меньше) [1].

В нашем случае расстояние в узкорядном посеве было 7–7,5 см и высевали вручную. Поливные опыты выполняли согласно требованиям методик опытного дела.

Сорта «Сыр Сулуы» и «Ай Керим» высевали 5–6 июня и первый полив произвели 7 июня 2020 года. Получение равномерных и полных всходов риса является очень важной задачей в технологии его возделывания, так как зерна риса находятся в цветковых пленках, эндосперм плотный и роговидный, масса 1000 шт. зерн весит от 25 до 40 г, пленчатость – 18–25 %. Семена риса для прорастания впитывают 23–28 % воды от массы семян, в этот период они не нуждаются в кислороде, эндосперм развивается за счет анаэробного дыхания.

При глубокой заделке семян на 4–5 см анаэробное дыхание усиливается и семена риса гибнут. Поэтому семена риса закладывали на глубину 2–3 см. При температуре ниже 10 °С зародыши семян загнивают, оптимальной температурой прорастания семян считается 34 °С. В зависимости от температуры воздуха, влажности почвы, энергии семян, от прорастания до появления всходов проходит 7–15 дней. Семена риса «Сыр Сулуы» и «Ай Керим» проросли за 7 дней, и в

фазу всходов образовалось до 4 листьев длиной от 7 до 13 см (это этап дифференциации и формирования листьев и начало фазы кущения, которое проходит в аэробных условиях (рис. 3).

В период всходов происходит быстрый рост корневой системы и появляются воздушные ходы (клетки), которые обеспечивают растение кислородом. Малое количество корневых волосков обуславливает очень низкую сосущую силу корней, поэтому всасывание происходит по всей поверхности.

В связи с низким содержанием воды в тканях риса требуется его регулярный и обильный полив. Учеными установлено, что на единицу сухого вещества риса необходимо в 82 раза меньше воды, чем пшенице. Вода растениям нужна для оптимального роста и развития, она поступает из почвы. Влаги для растительного организма является необходимым условием жизни. Выращиваемые зерновые культуры могут нормально развиваться при нижнем предполивном пороге влажности почвы 60–65 % НВ. Рис при такой низкой предполивной влажности почвы может начать снижение нарастания растительной массы. Снижение содержания влаги в корнеобитаемом слое почвы, когда растения не могут получать влагу в полном объеме, приводит к нарушению водного баланса



Рис. 3. Прорастание семян риса и появление всходов

в растительном организме, и возникают признаки завядания риса.

Исходя из этого, многие ученые считают, что при выращивании аэробного риса нужно поддерживать водный режим не ниже 80 % НВ, при этом улучшается водно-воздушный режим почвы, что благоприятно сказывается на жизнедеятельности риса [8].

Водный режим почвенного слоя до 60 см регулировали по предполивному порогу влажности по следующей схеме: 1) от посева до начала сушки поддерживали предполивной порог влажности до 70 % НВ; 2) от сушения до конца молочной спелости – 80 % НВ; 3) от конца молочной до полной спелости зерна – 70 % НВ. Норма полива при 70 % НВ составила от 19,14 до 20,0 м³ на 348 м² опытного участка; при 80 % НВ – от 12,0 до 13 м³. При переводе на 1 га при 70 % НВ будет 546–575 м³/га; при 80 % НВ – 345–373,6 м³/га.

Для поддержания дифференцированного водного режима почвы по регламенту 70–80–70 % за вегетационный период повели 3 полива нормой 575 м³/га и 12 поливов по 373,6 м³/га (4483 м³/год).

2020 г. для Кызылординской области был среднесухим, оросительная норма риса составила 6208 м³/га.

На засоленных землях нашего региона при постоянном затоплении оросительная норма риса составляет 2435 м³/га, объем сброшенного стока равен 1000 м³/га [5; 7; 8].

Выводы

Таким образом, наши опыты по возделыванию риса с использованием низконапорной капельной системы орошения обеспечивали гибкое регулирование запасов влаги в корнеобитаемом слое почвы с поддержанием температуры воздуха и влажности в приземном слое воздуха в благоприятных для растений пределах.

Данная технология может быть применима в каждой природно-хозяйственной зоне нашего региона и позволяет обеспечивать возможность регулирования микроклимата орошаемого поля в соответствии с фазами роста и развития растений и их биологическими особенностями.

Как показывают опыты зарубежных ученых, применение капельного орошения при возделывании риса обеспечивает получение планируемой урожайности при снижении затрат оросительной воды на единицу площади в 3–5 раз по сравнению с традиционной технологией орошения, что в то же время позволит избежать экологические проблемы, связанные с продолжительным поддержанием слоя воды в чеках и способствует получению высокой урожайности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гричаная, Т. С. Применение капельного орошения при возделывании овощных культур на юге Казахстана / Т. С. Гричаная, Д. А. Першуков // Мелиорация и водное хозяйство: проблемы и пути решения. В 2 т. Т. 1 : материалы Междунар.-практ. конф. – М. : ВНИИА, 2016. – С. 180–184. – (Костяковские чтения).
2. Олжабаева, А. О. Влияние постоянного слоя затопления на водно-солевой режим почвы и урожай риса / А. О. Олжабаева, Ж. Н. Байманов // Известия Национальной академии наук Республики Казахстан. Серия аграрных наук. – 2016. – № 6. – С. 104–108.
3. Система сельскохозяйственного производства Кызылординской области : рекомендации. – Алматы : Бастау, 2002. – 512 с.
4. Современные перспективные водосберегающие способы полива в Нижнем Поволжье / М. С. Григоров [и др.]. – Волгоград : Нива, 2010. – 240 с.
5. Технология капельного полива риса в условиях Кызылординской области / С. И. Умирзаков [и др.] // Известия Национальной академии наук Республики Казахстан. Серия аграрных наук. – 2017. – № 6. – С. 154–162.
6. Умирзаков, С. И. Рисовые оросительные системы Кызылординской области: современное состояние и перспективы их развития / С. И. Умирзаков, Ж. Н. Байманов. – Кызылорда : Атамекен, 2017.
7. Effect of Irrigation and Fertilizers on Rice Yield in Conditions of Kyzylorda Irrigation Array / A. O. Olzhabayeva [et al.] // Biosciences Biotechnology Research Asia. – 2016. – Vol. 13, № 4. – P. 2045–2053. – DOI: <http://dx.doi.org/10.13005/bbra/2363>.
8. Technology and Regime of Sugar Beet Drip Irrigation with Plastic Mulching Under the Conditions of the Jambyl Region / K. Massatbayer [et al.] // Irrigation and Drainage. – 2016. – Vol. 65, № 5.1. – P. 7620–7630. – DOI: <https://doi.org/10.1002/ird.2084>.

REFERENCES

1. Grichanaya T.S., Pershukov D.A. Primenenie kapel'nogo orosheniya pri vozdeleyvanii ovoshchnykh kul'tur na yuge Kazakhstana [The Use of Drip Irrigation in the Cultivation of Vegetable Crops in the South of Kazakhstan]. *Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo: problemy i puti resheniya. V 2 t. T. 1: materialy Mezhdunar.-prakt. konf.* [Melioration and Water Management: Problems and Solutions. In 2 Vols. Vol. 1. Proceedings of the International Practical Conference]. Moscow, VNIIA, 2016, pp. 180-184. (Kostyakovskie chteniya [Kostyakov Readings]).
2. Olzhabayeva A.O., Baymanov Zh.N. Vliyanie postoyannogo sloya zatopleniya na vodno-solevoy rezhim pochvy i urozhay risa [Effect of Permanent Bed Flooding of Water and Salt Regime of the Soil and Crop Rice]. *Izvestiya Natsional'noy akademii nauk Respubliki Kazakhstan. Seriya agrarnykh nauk*, 2016, no. 6, pp. 104-108.
3. *Sistema sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva Kyzylordinskoy oblasti: rekomendatsii* [The System of Agricultural Production of Kyzylorda Region. Recommendations]. Almaty, Bastau Publ., 2002. 512 p.
4. Grigorov M.S. et al. *Sovremennyye perspektivnyye vodosberegayushchie sposoby poliva v Nizhnem Povolzhye* [Modern Promising Water-

Saving Irrigation Methods in the Lower Volga Region]. Volgograd, Niva Publ., 2010. 240 p.

5. Umirzakov S.I., Baymanov Zh.N., Olzhabayeva A.O. et al. Tekhnologiya kapel'nogo poliva risa v usloviyakh Kyzylordinskoy oblasti [Technology of Drip Irrigation of Rice in the Conditions of the Kyzylorda Region]. *Izvestiya Natsional'noy akademii nauk Respubliki Kazakhstan. Seriya agrarnykh nauk*, 2017, no. 6, pp. 154-162.

6. Umirzakov S.I., Baymanov Zh.N. *Risovyye orositel'nyye sistemy Kyzylordinskoy oblasti: sovremennoe sostoyanie i perspektivy ikh razvitiya* [Rice Irrigation Systems of Kyzylorda Region: Modern State and Perspectives for Its Development]. Kyzylorda, Atameken Publ., 2017.

7. Olzhabayeva A.O., Rau A.G., Sarkinov Ye.S. et al. Effect of Irrigation and Fertilizers on Rice Yield in Conditions of Kyzylorda Irrigation Array. *Biosciences Biotechnology Research Asia*, 2016, vol. 13, no. 4, pp. 2045-2053. DOI: <http://dx.doi.org/10.13005/bbra/2363>.

8. Massatbayer K., Dzhzbasov N., Nurabayev D. et al. Technology and Regime of Sugar Beet Drip Irrigation with Plastic Mulching Under the Conditions of the Jambyl Region. *Irrigation and Drainage*, 2016, vol. 65, no. 5.1, pp. 7620-7630. DOI: <https://doi.org/10.1002/ird.2084>.

Information About the Authors

Gulzinat Temirkhan kyzy Aldambergenova, Doctoral Student, Department of the Water Management and Land Management, Korkyt Ata Kyzylorda University, Aiteke bi St, 29a, 120014 Kyzylorda, Kazakhstan, gulzi_31@mail.ru

Asylkhan A. Shomantaev, Doctor of Sciences (Agriculture), Professor, Department of the Water Management and Land Management, Korkyt Ata Kyzylorda University, Aiteke bi St, 29a, 120014 Kyzylorda, Kazakhstan, shomantayev53@gmail.com

Mustafa Gilman ogly Mustafayev, Doctor of Sciences (Agriculture), Academician of the Russian Academy of Natural History, Head of the Laboratory of Soils Melioration, Institute of Soil Science and Agro Chemistry of Azerbaijan National Academy of Sciences, M. Ragima St, 5, AZ10073 Baku, Azerbaijan, meliorasiya58@mail.ru

Информация об авторах

Гулзинат Темирхан кызы Алдамбергенова, докторант кафедры водного хозяйства и землеустройства, Кызылординский университет им. Коркыт Ата, ул. Айтеке би, 29а, 120014 г. Кызылорда, Казахстан, gulzi_31@mail.ru

Асылхан Ашимович Шомантаев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры водного хозяйства и землеустройства, Кызылординский университет им. Коркыт Ата, ул. Айтеке би, 29а, 120014 г. Кызылорда, Казахстан, shomantayev53@gmail.com

Мустафа Гылман оглы Мустафаев, доктор сельскохозяйственных наук, академик Российской академии естественных наук, заведующий лабораторией мелиорации почв, Институт почвоведения и агрохимии НАНА, ул. М. Рагима, 5, AZ10073 г. Баку, Азербайджан, meliorasiya58@mail.ru

Журнал «Природные системы и ресурсы» издается для широкого ознакомления научной общественности с результатами современных исследований по биологии и биотехнологии, экологии и природопользованию, географии и геоинформатике, психологии и психофизиологии.



Авторами журнала могут быть преподаватели, научные сотрудники и аспиранты высших учебных заведений и научно-исследовательских учреждений России, а также другие отечественные и зарубежные исследователи.

Уважаемые читатели!

Подписка на I полугодие 2022 года осуществляется по «Объединенному каталогу. Пресса России. Газеты и журналы». Т. 1. Подписной индекс 29087.

Стоимость подписки на I полугодие 2022 года 1044 руб. 02 коп.

Распространение журнала осуществляется по адресной системе.

**ТРЕБОВАНИЯ К СТАТЬЯМ,
ПРЕДСТАВЛЯЕМЫМ В РЕДКОЛЛЕГИЮ ЖУРНАЛА
«ПРИРОДНЫЕ СИСТЕМЫ И РЕСУРСЫ»**

1. Материалы представляются на бумажном и электронном носителях по адресу: 400062, г. Волгоград, просп. Университетский, 100, Волгоградский государственный университет – главному редактору Рулеву Александру Сергеевичу или высылаются по электронной почте на адрес: vestnik11@volsu.ru.

Обязательно наличие сопроводительного письма, в котором должны содержаться следующие пункты: гарантия оригинальности статьи, отсутствия в ней недостоверных данных и плагиата; обязательство не подавать данный материал в другой журнал; информация о наличии/отсутствии потенциального конфликта интересов с членами редколлегии; данные о финансировании исследования (с пометкой об их конфиденциальности или необходимости опубликования); согласие с принципами, изложенными в разделе «Издательская этика» журнала (<https://ns.jvolsu.com/index.php/publishing-ethics-ru>).

Для российских авторов (аспирантов и соискателей ученой степени кандидата наук) необходимо дополнительно представить рекомендацию, подписанную научным руководителем и заверенную печатью учреждения.

2. Правила оформления статей.

Объем статьи не должен превышать 1 п. л.

Каждая статья должна включать следующие элементы издательского оформления:

- 1) Индексы УДК и ББК.
- 2) Заглавие. Подзаголовочные данные (на русском и английском языках).
- 3) Имя, отчество, фамилия автора; ученое звание, ученая степень; контактная информация (место работы/учебы и должность автора, полный почтовый адрес организации, телефон, e-mail) на русском и английском языках.
- 4) Аннотация на русском языке и авторское резюме (Abstract) на английском языке.
- 5) 5–8 ключевых слов или словосочетаний (на русском и английском языках).
- 6) Текст статьи.
- 7) Список литературы на русском языке, оформленный в соответствии с ГОСТ Р 7.1-2003, и References – список литературы на английском языке (латинским шрифтом), оформленный в соответствии с требованиями редакции. При необходимости – примечания, приложения.

2.1. Требования к авторским оригиналам на бумажном и электронном носителях.

- 1) Поля по 2 см с каждой стороны.
- 2) Нумерация страницы по центру внизу.
- 3) Шрифт Times New Roman, кегль 14, междустрочный интервал 1,5.
- 4) Файл должен быть создан в программе «Microsoft Word» и сохранен с расширением *.rtf; имя файла должно быть набрано латиницей и отражать фамилию автора.

2.2. Оформление библиографических ссылок и примечаний.

- 1) Библиографические ссылки на пристатейный список литературы должны быть оформлены с указанием в строке текста в квадратных скобках цифрового порядкового номера источника и через запятую номеров соответствующих страниц.
- 2) Пристатейный список литературы, озаглавленный как «Список литературы», составляется в алфавитном пронумерованном порядке. Он должен быть оформлен согласно ГОСТ 7.1–2003 с указанием обязательных сведений библиографического описания.

3. После получения материалов рукопись направляется на рецензирование. Решение о публикации статей принимается редакционной коллегией после рецензирования. Редакция оставляет за собой право отклонить или отправить представленные статьи на доработку на основании соответствующих заключений рецензентов. После получения положительной рецензии редакция уведомляет авторов о том, что статья принята к опубликованию, а также направляет замечания рецензентов и редакторов, в соответствии с которыми необходимо исправить или дополнить статью. В случае отказа в публикации статьи редакция представляет автору мотивированный отказ.

Полнотекстовые версии опубликованных статей и их метаданные (аннотации, ключевые слова, информация об авторах на русском и английском языках, список литературы) будут размещены в свободном доступе в Интернете на официальном сайте издания, на платформе Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU и других реферативных баз данных.

4. Более подробно с требованиями к статьям можно ознакомиться на страничке Издательства на сайте Волгоградского государственного университета: <https://www.volsu.ru> – и сайте журнала: <https://ns.jvolsu.com>.

ISSN 2713-1572



9 772713 157005



37 >