ISSN 2077-3366

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION
RUSSIAN FEDERATION

FEDERAL STATE EDUCATIONAL INSTITUTION OF HIGHER EDUCATION
«DONETSK STATE UNIVERSITY»

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ И ОХРАНЫ ПРИРОДЫ ТЕХНОГЕННОГО РЕГИОНА

Научно-практический журнал

№ 4

Основан в 1999 г.

PROBLEMS OF ECOLOGY AND NATURE PROTECTION OF TECHNOGENIC REGION

Scientific and practical journal

№ 4

Founded in 1999

2023

Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2023. № 4

В журнале «Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона» публикуются статьи преподавателей, научных сотрудников и аспирантов вузов и научно-исследовательских организаций, которые охватывают широкий круг вопросов экологической, а также флористической, фаунистической, биофизической и физиологической направленности, которые касаются проблем экологии и охраны природы.

Предназначен для специалистов в области экологии, ботаники, зоологии, физиологии растений, человека и животных, биофизики, охраны природы, а также для преподавателей и студентов биологических, экологических факультетов и кафедр высших учебных заведений.

Редакционная коллегия

Беспалова С. В., проф., д-р физ.-мат. наук (***главный редактор***)	ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»
Горецкий О. С., проф., д-р биол. наук (***зам. главного редактора***)	ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»
Акатов В. В., проф., д-р биол. наук	ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»
Алемасова А. С., проф., д-р хим. наук	ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»
Вардуни Т. В., доц., д-р пед. наук	Южный федеральный университет, Ботанический сад ЮФУ, Академия биологии и биотехнологии им. Д. И. Ивановского
Глухов А. З., проф., д-р биол. наук	ФГБНУ «Донецкий ботанический сад»
Горбов С. Н., доц., д-р биол. наук	Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии им. Д. И. Ивановского
Демченко С. И., доц., канд. биол. наук	ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»
Денисова Т. В., доц., д-р биол. наук	Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии им. Д. И. Ивановского
Казеев К. Ш., проф., д-р геогр. наук	Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии им. Д. И. Ивановского
Калаев В. Н., проф., д-р биол. наук	ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»
Клименко О. Е., с.н.с., д-р биол. наук	ФГБУН «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН»
Колесников С. И., проф., д-р с.-х. наук	Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии им. Д. И. Ивановского
Остапко В. М., проф., д-р биол. наук	ФГБНУ «Донецкий ботанический сад»
Прокопенко Е. В., доц., канд. биол. наук	ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»
Сафонов А. И., доц., канд. биол. наук	ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»
Сергеев М. Е., канд. биол. наук	ФНЦ Биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН Гуманитарно-педагогическая академия
Соболев В. И., проф., д-р биол. наук	ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского»
Труш В. В., доц., канд. мед. наук	ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»
Штирц А. Д., доц., канд. биол. наук (***отв. секретарь***)	ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»

Журнал входит в Перечень рецензируемых научных изданий ДНР, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук по группе научных специальностей 03.02.00 – общая биология (приказ МОН ДНР № 1134 от 01.11.2016 г.).

В соответствии с письмом Минобрнауки России от 19.04.2023 г. № МН-3/3658 Журнал признается соответствующим требованиям, установленным Министерством науки и высшего образования РФ, к рецензируемым научным изданиям, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций, до 31 декабря 2023 г.

Журнал включен в Перечень РИНЦ (лицензионный договор № 378-06/2016 от 24.06.2016 г.).

Свидетельство о регистрации СМИ, выданное Министерством информации ДНР:
Серия ААА № 000073 от 21.11.2016 г.

Адрес редакции: Россия, 283050, ДНР, г. Донецк, ул. Щорса, 46, к. 310
Донецкий государственный университет, биологический факультет
Тел.: +7 (856) 302-09-95; +7 (949) 419-59-19
Сайт журнала: http://donnu.ru/ecolog e-mail: **eco-1999@mail.ru**

Печатается по решению Ученого совета ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет» протокол № 12 от 22.12.2023 г.

© ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет», 2023

Problems of ecology and nature protection of technogenic region. 2023. № 4

Papers of academic staff, scientific employees and post-graduate students of high schools and research organizations cover a wide range of questions of ecological, floristic, faunistic, biophysical and physiological orientation and touches problems of ecology and nature protection.

It is intended for ecologists, botanists, zoologists, plants physiologists, man and animals physiologists, biophysics, experts in nature protection and for teachers and students of biological and ecological faculties of higher educational institutions.

Editorial Board

Bespalova S. V. (Editor-in-Chief)	Donetsk State University
Goretsky O. S. (Associate Editor)	Donetsk State University
Akatov V. V.	Maikop State Technological University
Alemasova A. S.	Donetsk State University
Varduni T. V.	Academy of Biology and Biotechnology Botanical Garden of Southern Federal University
Glukhov A. Z.	Donetsk Botanical Garden
Gorbov S. N.	Academy of Biology and Biotechnology Southern Federal University
Demchenko S. I.	Donetsk State University
Denisova T. V.	Academy of Biology and Biotechnology Southern Federal University
Kazeev K. Sh.	Academy of Biology and Biotechnology Southern Federal University
Kalaev V. N.	Voronezh State University
Klimenko O. E.	Nikitsky Botanical Garden
Kolesnikov S. I.	Academy of Biology and Biotechnology Southern Federal University
Ostapko V. M.	Donetsk Botanical Garden
Prokopenko E. V.	Donetsk State University
Safonov A. I.	Donetsk State University
Sergeev M. E.	Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity
Sobolev V. I.	Humanities and Education Science Academy Crimean Federal University
Trush V. V.	Donetsk State University
Shtirts A. D. (Managing editor)	Donetsk State University

Journal is included in the List of scientific specialized editions of Biological sciences of DPR: group of scientific specialties 03.02.00 – general biology (order of MES DPR № 1134 dated 01.11.2016).

In accordance with the letter of the Ministry of Education and Science of Russia dated April 19, 2023 No. MN-3/3658, the Journal is recognized as meeting the requirements established by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation for peer-reviewed scientific publications in which the main scientific results of dissertations must be published, until December 31, 2023.

Journal is included in the List of Russian scientific citation index (license agreement № 378-06/2016 dated 24.06.2016).

Certificate of registration of the media, issued by the Ministry of Information DPR: Series AAA № 000073 of 21.11.2016.

Address of editorial board: Faculty of Biology, Donetsk State University,
Schorsa str., 46/310, Donetsk, DPR, 283050, Russia.
Tel.: +7 (856) 302-09-95; +7 (949) 419-59-19
Web-site of journal: http://donnu.ru/ecolog e-mail: **eco-1999@mail.ru**

Printed by decision of Donetsk State University Scientific Council
proc № 12 dated 22.12.2023

© Donetsk State University, 2023

С О Д Е Р Ж А Н И Е

ФЛОРА, ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА

Сафонов А. И., Гермонова Е. А. Динамика фитоиндикационных показателей по картографическим данным в Донбассе (2013–2023 гг.) **6**

Сафонов А. И. Экспозиции раритетных растений на кафедре ботаники и экологии Донецкого государственного университета **18**

ФАУНА, ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ЖИВОТНОГО МИРА

Прокопенко Е. В., Остроух К. И. Биотопическое распределение и численность домового и полевого воробьев в г. Донецке **34**

Скрипка Л. В., Калиберда С. В., Рожкова Т. Н., Маслодудова Е. Н. Анализ распространенности паразитозов среди населения г. Макеевки Донецкой Народной Республики **39**

Штирц А. Д. Экологическая структура сообществ панцирных клещей промплощадки и буферной зоны «Харцызского трубного завода» **48**

ФИЗИОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ, МИКОЛОГИЯ

Демченко С. И. Антагонистическая активность аборигенного штамма *Phlebiopsis gigantea* Р-1-96 на естественных субстратах **53**

Сыщиков Д. В., Штирц Ю. А. Оценка подобия гумусо-аккумулятивного горизонта почв северной части Шахтерского района ДНР на основе гранулометрического состава **59**

Чемерис О. В. Оптимизация условий культивирования штамма *Irpex lacteus* 2434 – перспективного продуцента внеклеточных целлюлаз **64**

Правила для авторов **69**

C O N T E N T S

FLORA, ECOLOGY AND PROTECTION OF THE PLANT KINGDOM

Safonov A. I., Germonova E. A. Dynamics of phytoindication indicators based on cartographic data in Donbass (2013–2023) **6**

Safonov A. I. Expositions of rare plants at the Department of Botany and Ecology of Donetsk State University **18**

FAUNA, ECOLOGY AND PROTECTION OF THE ANIMAL KINGDOM

Prokopenko E. V., Ostroukh K. I. Biotopic distribution and abundance of house and field sparrows in Donetsk **34**

Skripka L. V., Kaliberda S. V., Rozhkova T. N., Maslodudova E. N. Analysis of the prevalence of parasitosis among the population of Makeevka, Donetsk People's Republic ... **39**

Shtirts A. D. Ecological structure of oribatid mites communities at the industrial site and buffer zone of the «Khartsyzsk Pipe Plant» **48**

PHYSIOLOGY AND ECOLOGY OF THE PLANT, MYCOLOGY

Demchenko S. I. The antagonistic activity of *Phlebiopsis gigantea* native strain P-1-96 on natural substrates **53**

Syshchykov D. V., Shtirts Yu. A. Evaluation of the similarity of the humus-accumulative horizon of soils in the northern part of the Shakhtersky district of the DPR based on the particle size distribution **59**

Chemeris O. V. Optimization of cultivation conditions for the strain *Irpex lacteus* 2434 – a promising producer of extracellular cellulases **64**

Rules for authors **69**

ФЛОРА, ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА
FLORA, ECOLOGY AND PROTECTION OF THE PLANT KINGDOM

УДК 581.15 : 574 : 58.632 : 581.4 : 502 (477.60)

© **А. И. Сафонов[1], Е. А. Гермонова[2]**

ДИНАМИКА ФИТОИНДИКАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПО КАРТОГРАФИЧЕСКИМ ДАННЫМ В ДОНБАССЕ (2013–2023 ГГ.)

[1]ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»
Россия, 283050, ДНР, г. Донецк, ул. Щорса, 46
andrey_safonov@mail.ru
[2]ФГБОУ ВО «Донецкий национальный технический университет»
Россия, 283000, ДНР, г. Донецк, ул. Артема, 58
germonova@mail.ru

***Сафонов А. И., Гермонова Е. А.* Динамика фитоиндикационных показателей по картографическим данным в Донбассе (2013–2023 гг.).** – За десятилетний период с 2013 по 2023 годы включительно были проанализированы динамические тренды смены ключевых показателей состояния генеративной сферы растений-индикаторов в Донбассе по критериям атипичного полиморфизма цветков и соцветий (антогенеза), диагностируемые в полевых условиях, поэтому названные в настоящем контексте макромаркерами (Мм) как вариант экспресс-диагностики состояния природных экосистем. Осуществлена попытка ингредиентного мониторинга природных популяций фитоиндикаторов в контексте форм доминирующего воздействия на геохимические показатели ландшафта. Представлены картографические материалы и результаты в динамике по антогенезу и наиболее сопряженному элементу с факторами активных военных действий в Донбассе – Zn.

Ключевые слова: фитоиндикация, Донбасс, экологический мониторинг, тератогенез растений, ГИС, экологическое картографирование, диагностика ландшафтов, война в Донбассе.

Введение

Современный экологический анализ больших территорий, подвергшихся специфической интенсификации антропогенного воздействия, например, сверхвысокого уровня урбанизации, эксплуатации предприятий-загрязнителей с выбросом в окружающую среду особо вредных соединений или ведения активных военных действий, нуждается в многостороннем подходе и оперировании теми данными, которые получены в непосредственной зоне импакта трансформирующего фактора. В этом контексте проводятся работы по оценке вредных воздействий в условиях жилой застройки крупных городов [4, 5, 14, 25], биогеохимических показателей природно-территориальных комплексов в зоне влияния промышленных объектов [7, 12, 26, 27, 32, 34] с обязательными процедурами картографирования полученных данных [4, 6, 11, 16, 24, 33] и регистрации информационной базы как предмета интеллектуальной собственности [22, 23, 28].

Учитывая сложившуюся ситуацию резкой трансформации антропогенного фактора в Центральном Донбассе, существует необходимость проведения актуальной диагностики современного состояния экотопов по доступным для анализа критериям, что очень важно реализовать в сравнительном временном аспекте с выделением доминирующих и сопутствующих ключевым индикаторных показателей по вещественным критериям, что и является целью настоящего исследования.

Материал и методы исследования

Работа является частью проводимой в Донбассе фитоиндикационной мониторинговой программы по квантификации природных сред в условиях неблагоприятных факторов [8, 13, 21], в том числе с непосредственным вовлечением в аналитическую систему геохимических результатов [1, 8, 9] и элементов картографического моделирования, визуализации [2, 3, 19, 20]. Базой для выбора критериев и объектов наблюдения являются проводимые в регионе исследования по устойчивости и индикаторным особенностям элементов местной флоры [10, 13, 15, 21, 26, 29]. Также опубликованные в последнее время результаты фитомониторингового эксперимента позволяют зафиксировать не только факты о состоянии

© **Сафонов А. И., Гермонова Е. А., 2023**

природных сред [3, 9, 17, 18, 20], но и являются информационно-аналитическим поводом развития исследовательской работы в описываемом направлении, формируя вектор теоретических заключений для прикладного способа реализации сопряженных разработок фитоиндикационного назначения. В методической основе проводимых исследований также лежит принцип сравнения фоновых состояний и импактных сценариев в пространстве и во времени для оценки состояния объектов природы под воздействием антропогенной фактора [5, 16, 30, 31, 34]. Для анализа были выбраны макромаркеры среды по состоянию строения цветка и соцветия индикаторных видов растений в норме и патологии, поскольку информация по этим параметрам существует в достаточной репрезентативной выборке для территориального мониторингового и аналитического контроля, а также использования ГИС-технологий в обсуждении полученных результатов.

Результаты и обсуждение

На основании проводимого комплексного многолетнего фитомониторинга природных и техногенных экосистем Донбасса при анализе за последние 10 лет были выделены два временных периода с переориентацией промышленности и фактора военных действий для зоны проведения индикационных исследований: 1) принято считать 2013 г. как реперный для выделения факторов дальнейшей трансформации; 2) 2014–2015 гг. – период первоначальной милитаризации региона с характеристикой диффузно-разомкнутых цепей в южной части мониторинговой сети и по линии соприкосновения к северным районам от Донецко-Макеевской агломерации; 3) 2022–2023 гг. – период напряженного военного конфликта в устоявшейся зоне соприкосновения по линии полемостресса для растений, испытывающих хронические отдаленные и фактические непосредственные геохимические воздействия в конкретных локалитетах своего произрастания.

Поэтому для выделения динамики основных показателей состояния растительных организмов и их накопительной способности конкретными ингредиентами, связанными с военными действиями, установлено корректным оперировать зафиксированными данными в привязке к 2013, 2018 и 2023 гг., чтобы можно было проследить специфику изменения показателей в контексте первичной и вторичной волн милитаризации на фоне наблюдаемых процессов стагнации промышленности, а значит уменьшения локального фактора индустриального загрязнения природных экосистем и увеличения антропогенного воздействия, связанного с непрекращающейся войной в Донбассе. В результате анализа собранных в 2023 г. данных в ранее описанной сети экологических стационаров [19] по показателю макромаркеров (Мм), механизм расчета которого апробирован в публикациях [17, 18], были построены картографические блоки визуализации за разные годы наблюдений.

Результаты по распределению показателей ранжированного ряда макромаркеров (Мм) в 2018 г. представлены на рис. 1. Используя данные об ингредиентном составе индикаторных фитосубстратов для Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Br, Rb, Sr, Zr, Mo, Cd, Sb, I, Cs, Ba, La, Ce, Nd, Sm, Eu, Tb, Dy, Yb, Hf, Ta, W, Hg, Pb, Th, U в 24 мониторинговых точках из 113 стационаров всей сети, был проведен отдельный пофакторный корреляционный анализ для каждого года наблюдений. Установлено, что наибольшим сопряженным коэффициентом характеризуется уровень содержания и накопления (валовой концентрации) из всех 46 элементов – цинка, что является доказательной основой для более подробного рассмотрения этого показателя в рамках полномасштабного проекта для всей 113-компонентной мониторинговой сети. В наглядном сравнении с показателями Мм 2018 г. были визуализированы данные о накоплении Zn в 5-интервальном пошаговом диапазоне вариации всего диапазона значений этого критерия в тех генеративных частях растений (рис. 2), которые по своему морфологическому строению и выявили нетипичный полиморфизм в конкретных точках отбора проб и полевого эксперимента при описании случаев аномального строения растений. Отмечено, что средние уровни загрязнения соответствуют местам изменчивости наружных кругов частей цветка (околоцветника и частично андроцея), а высокие уровни загрязнения связаны с аномалиями в строении наиболее консервативной части цветка – гинецее.

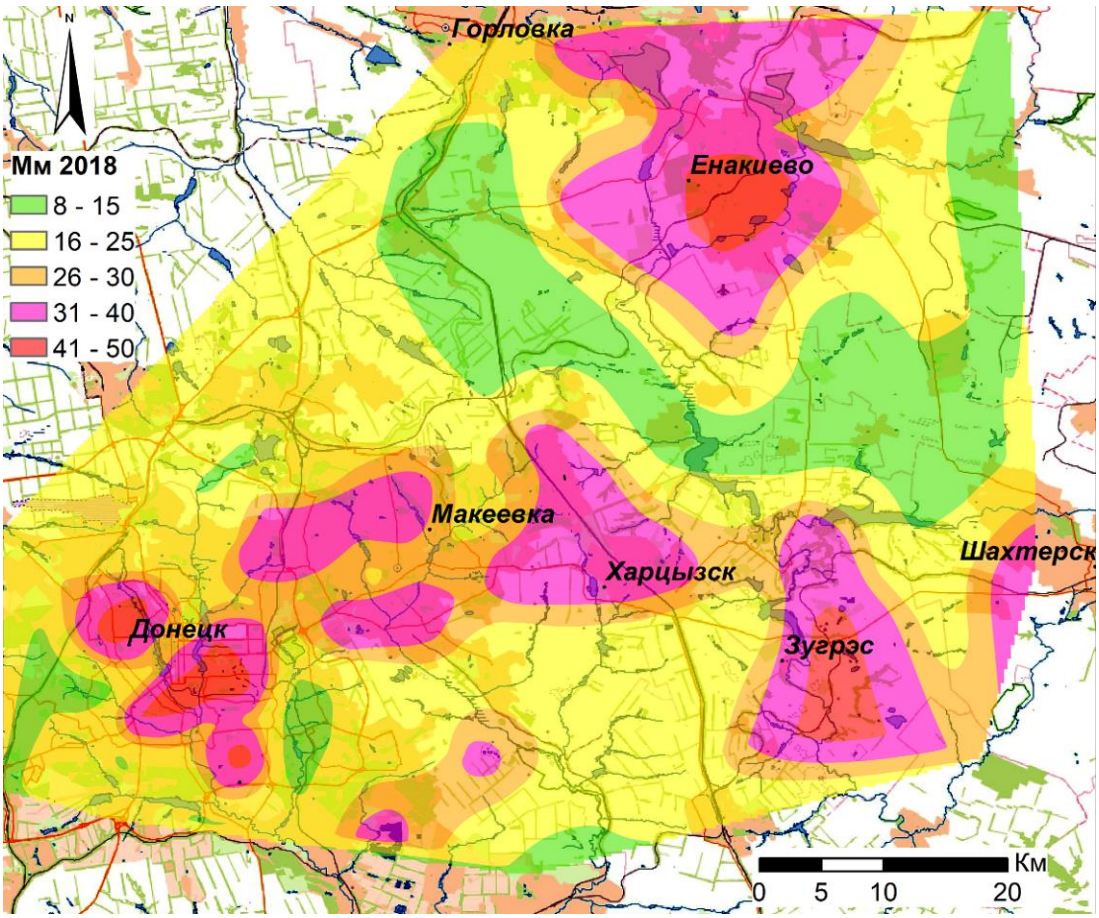


Рис. 1. Распределение показателя Мм (макромаркеров) на территории Донбасса (2018 г.)

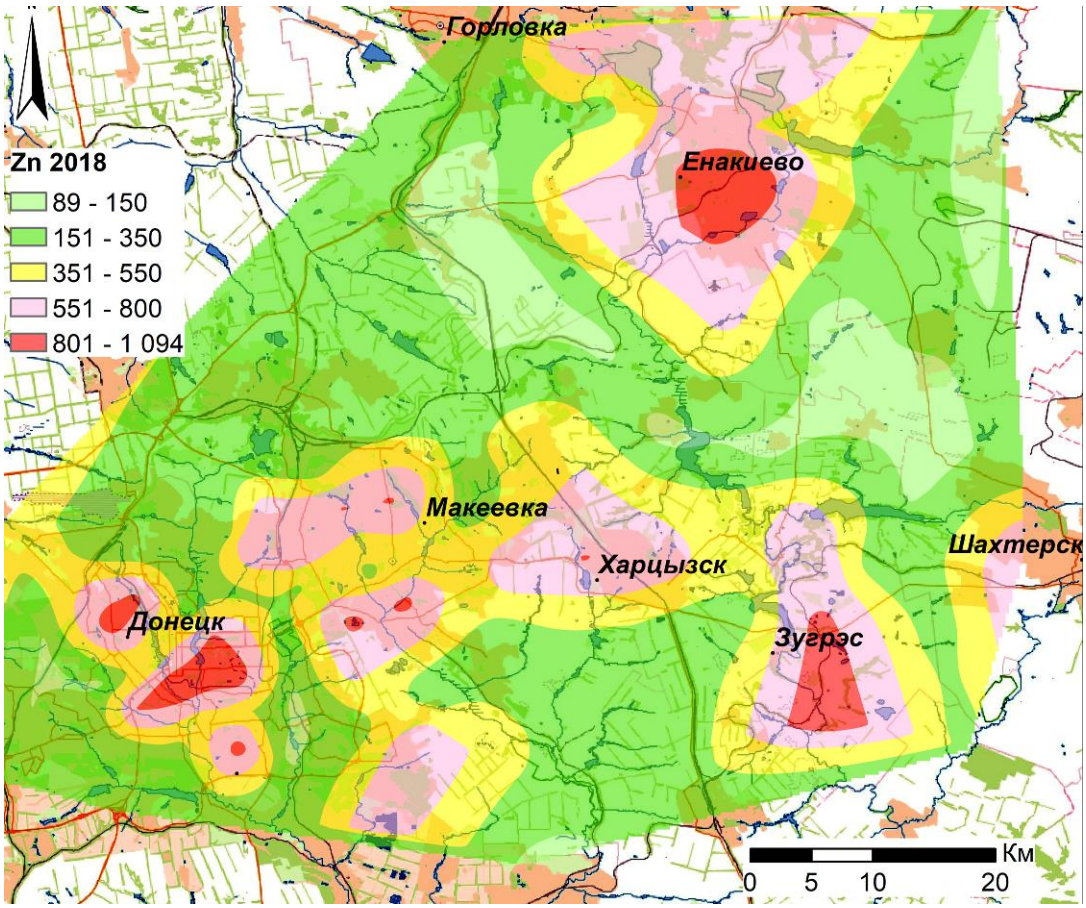


Рис. 2. Распределение значений концентрации Zn в растениях на территории Донбасса (2018 г.)

Диапазоны варьирования признаков как Мм (см. рис. 1), так и Zn-содержания (см. рис. 2), были установлены эмпирически, соблюдая пошаговое увеличение при формировании доступной для восприятия 5-ступенчатой системы оценивания. Также картографический материал был построен для всех лет проведения целевого эксперимента в обозначенном контексте, с 2013 до 2023 гг., что в определенных тенденциях отражает общую закономерность сопряженного процесса содержания цинка в растительном материале и фиксируемом уровнем морфогенетических аномалий в цветках и соцветиях растений-индикаторов, сформированных в точках постоянного мониторинга за состоянием растительных объектов в Центральном Донбассе. Полученный картографический рисунок (узор) имеет отдельную (уникальную) специфику распределения ранжированного диапазона признаков (по рис. 1 и 2), который отличается от моделей, полученных при помощи ГИС-технологий по другим признакам и описанным ранее [3, 20]. Это подтвердилось также не только для первого периода милитаризации региона с 2014 г., а сохранилось в годы радикального другого территориального перераспределения линии военного соприкосновения.

Визуальный анализ фактического картографического материала не всегда позволяет оперировать показателями существенной межгодовой разницы, поскольку, как правило, участки с высокими значениями сохраняют свои характеристики несколько лет, даже если источник загрязнения перестал оказывать воздействие на окружающую среду. Такая закономерность установлена эмпирически. Этот вывод касается именно тех критериев, которые взяты во внимание в настоящей работе. Поэтому были предприняты попытки демонстрации динамики основных показателей полемостресса с использованием авторской разработки, позволяющей континуально представить переход значений вдоль прямой линии, соединяющей, например, крайние точки мониторинговой сети, заданные для демонстрации при вторичном анализе существующих значений. Такие ландшафтные профили были апробированы ранее и представлены, например, в предыдущей публикации [20], однако метод сравнения компонент за три опорных года в динамике используется впервые.

По результатам метода ландшафтных профилей выделены не только участки прямой положительной или отрицательной динамики факторов и, соответственно, индикаторных признаков (рис. 3–6) на протяжении всего периода мониторинга, а и участки профиля, где наблюдаются две устойчивые тенденции внутри 10-летнего интервала сравнения:

1) при возрастании показателя макромаркеров (Мм) с 2013 по 2018 гг. и уменьшении этого показателя за интервал времени с 2018 по 2023 гг.;

2) при уменьшении показателя с 2013 по 2018 гг. и резком увеличении его к 2023 г.

Обе эти тенденции позволяют выделить первичную и вторичную волны полемостресса в Донбассе на основании фитоиндикационных данных.

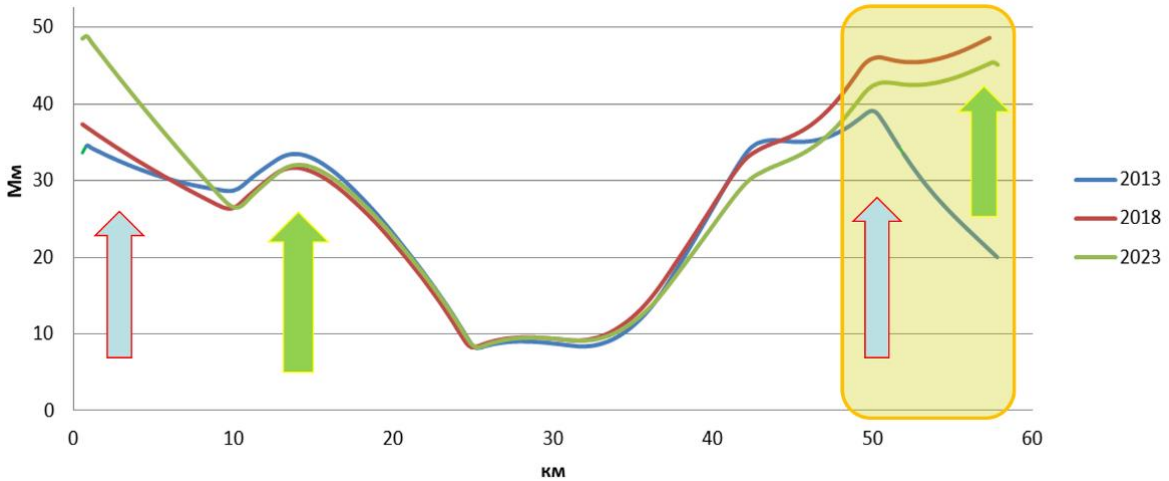


Рис. 3. Профиль показателей макромаркеров антогенеза растений-индикаторов для территории Центрального Донбасса по линии между крайними точками 94 и 105 (мониторинговая сеть [19]) в направлении «*север – юг*» восточной части, динамика показателей в сравнении 2013, 2018 и 2023 гг.

В анализе ландшафтных экологических профилей по линии «север – юг» в восточной части мониторинговой сети (см. рис. 3) выделена десятикилометровая зона устойчивого полемостресса, по-видимому, в связи с постоянным напряжением военного конфликта в районе Горловско-Енакиевской агломерации, и обратного процесса на протяжении последующих 13–15 км по направлению к югу, что уже отражает процессы стагнации металлургической промышленности в регионе. Зона резкого увеличения показателей с 50-го по 60-й км ландшафтного профиля в северо-южном направлении не может быть логически объяснима работой промышленных предприятий, поэтому был сделан вывод о полемострессовой ситуации, соответствующей первой волне милитаризации в Донбассе в изучаемом диапазоне времени. Для ландшафтного профиля «север – юг» на 40 % его протяженности характерна условная неизменность показателей макромаркеров.

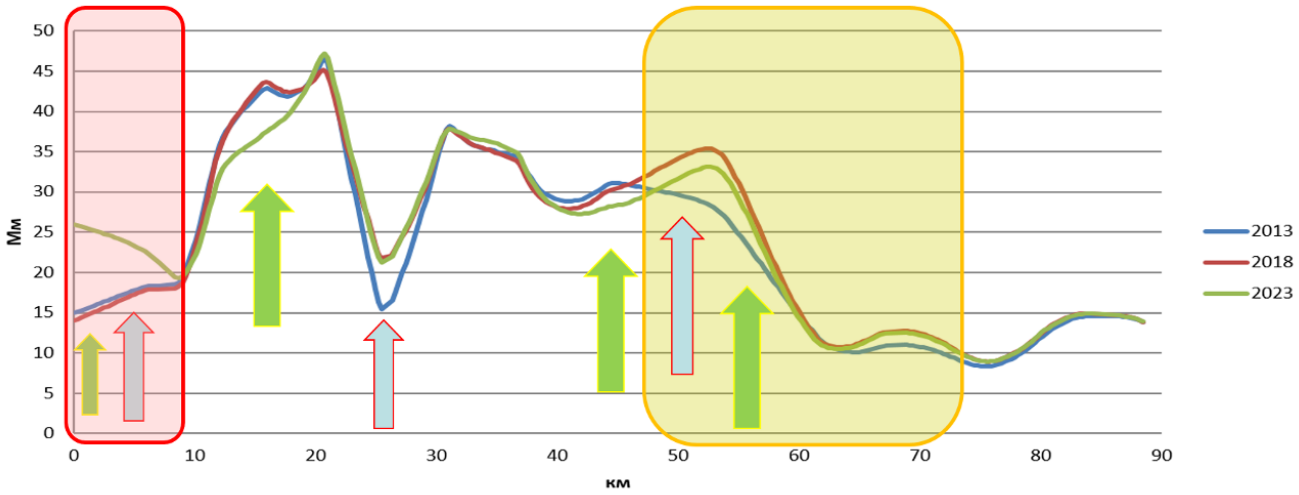


Рис. 4. Профиль показателей макромаркеров антогенеза растений-индикаторов для территории Центрального Донбасса по линии между крайними точками 14 и 109 (мониторинговая сеть [19]) в направлении «*юго-запад – северо-восток*», динамика показателей в сравнении 2013, 2018 и 2023 гг.

Анализ динамики показателей полевых диагностик фитоиндикационного назначения в направлении, соединяющем крайние точки мониторинговой сети «юго-запад – северо-восток» (см. рис. 4), позволяет выделить как участки устойчивых увеличений данных, что по факту представляет собой суммационный эффект обеих волн полемостресса, а также выделить первую десятикилометровую протяженность на юго-западе по направлению к центральной части сети, где показатели макромаркеров первые 5 лет уменьшались в связи с приостановкой работы промышленных предприятий, а к концу наблюдений (с 2022 по 2023 гг.) резко увеличились по своим численным значениям, что позволяет доказательно отделить территорию в интенсификации второй волны полемостресса.

Подобная ситуация (сценарий выделения второй волны военного конфликта) указана и для первого участка протяженностью 10 км на рис. 5, что территориально совпадает с тенденциями, указанными и описанными на рис. 4. Протяженность ландшафтного профиля в тенденциях выделенной только первой волны милитаризации и затухании активной фазы военного конфликта для территорий центральных, восточных и юго-восточных районов мониторинговой сети соответствует 30 км (см. рис. 4) и более 40 км (см. рис. 5) в направлении профиля, соединяющего крайние точки юго-западной и восточной частей всей сети наблюдений. Хотя для профиля «юго-запад – восток» линия вторичной волны милитаризации является прерывистой с участком повышенных значений Мм, что, по-видимому, связано с влиянием частично восстановленной промышленности в агломерациях г. Харцызска и г. Зугрэса с 2018 г. по настоящее время.

Были построены два экологических профиля, выходящих из одной точки (крайней точки северо-западного направления) по линиям: 1) к северо-востоку (рис. 6, А); 2) к юго-востоку (рис. 6, Б), что также позволяет установить участки первичной и вторичной волн

полемостресса. Разные направления линий профиля представляют возможность дифференцировать участки континуальных распределений индикаторных показателей с теми, которые характеризуются резкой динамикой своих значений, что связано с интенсификацией фактора угнетения растительных индикаторов в конкретных учетных точках.

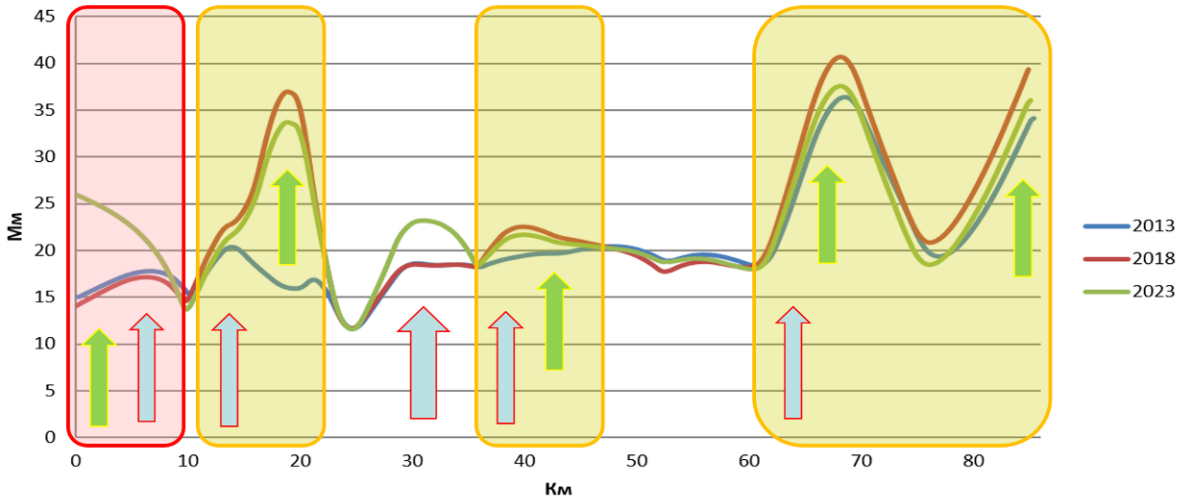
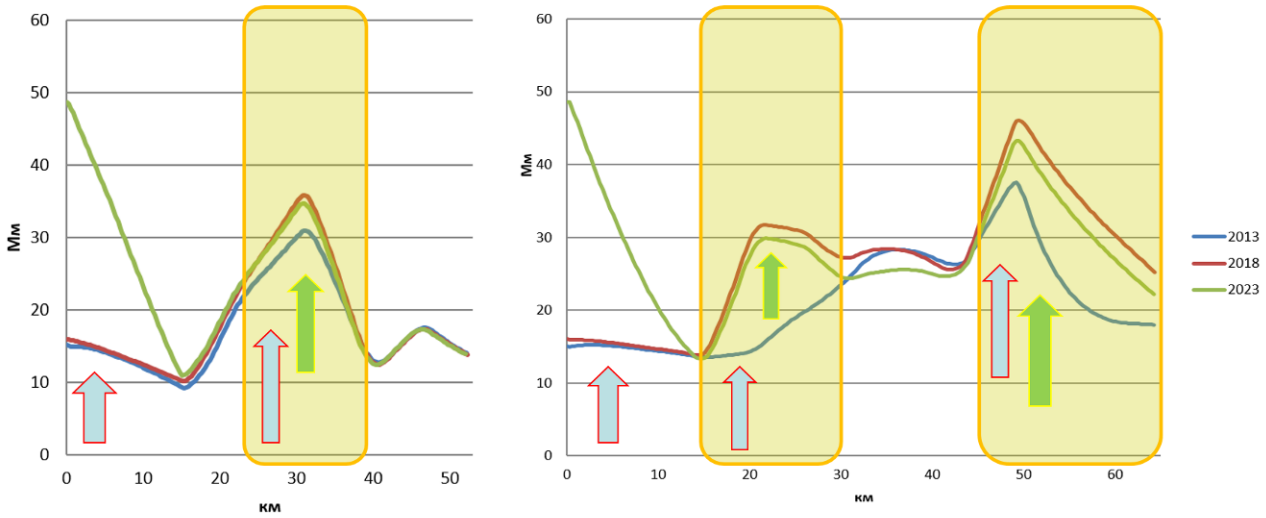


Рис. 5. Профиль показателей макромаркеров антогенеза растений-индикаторов для территории Центрального Донбасса по линии между крайними точками 14 и 111 (мониторинговая сеть [19]) в направлении «*юго-запад – восток*», динамика показателей в сравнении 2013, 2018 и 2023 гг.



А Б

Рис. 6. Профили показателей макромаркеров антогенеза растений-индикаторов для территории Центрального Донбасса по линиям между крайними точками 46 и 109 – «северо-запад – северо-восток» (А) и 46-113 – «северо-запад – юго-восток» (Б) мониторинговой сети Донбасса, нумерация в [19], динамика показателей в сравнении 2013, 2018 и 2023 гг.

Поскольку участки геохимического контраста по 46 элементам были изначально установлены для 24 точек равномерного территориального мониторинга, а для полноценных выводов требуется оперирование данными более плотной экологической сети (113 точек), то для показателя накопления цинка тканями бриобионтов-индикаторов и генеративной части цветковых растений был проведен отдельный эксперимент, показывающий возможность альтернативного оперирования информацией по загрязненности с использованием не только гаметофитов мохообразных, но и непосредственно тех частей цветковых растений, для которых установлены макромаркерные значения диагностического характера (сравнение данных рис. 7 и 8), хотя мохообразные в прямой и плотной корреляции накапливают незначительно больше цинк-содержащих соединений (см. рис. 8).

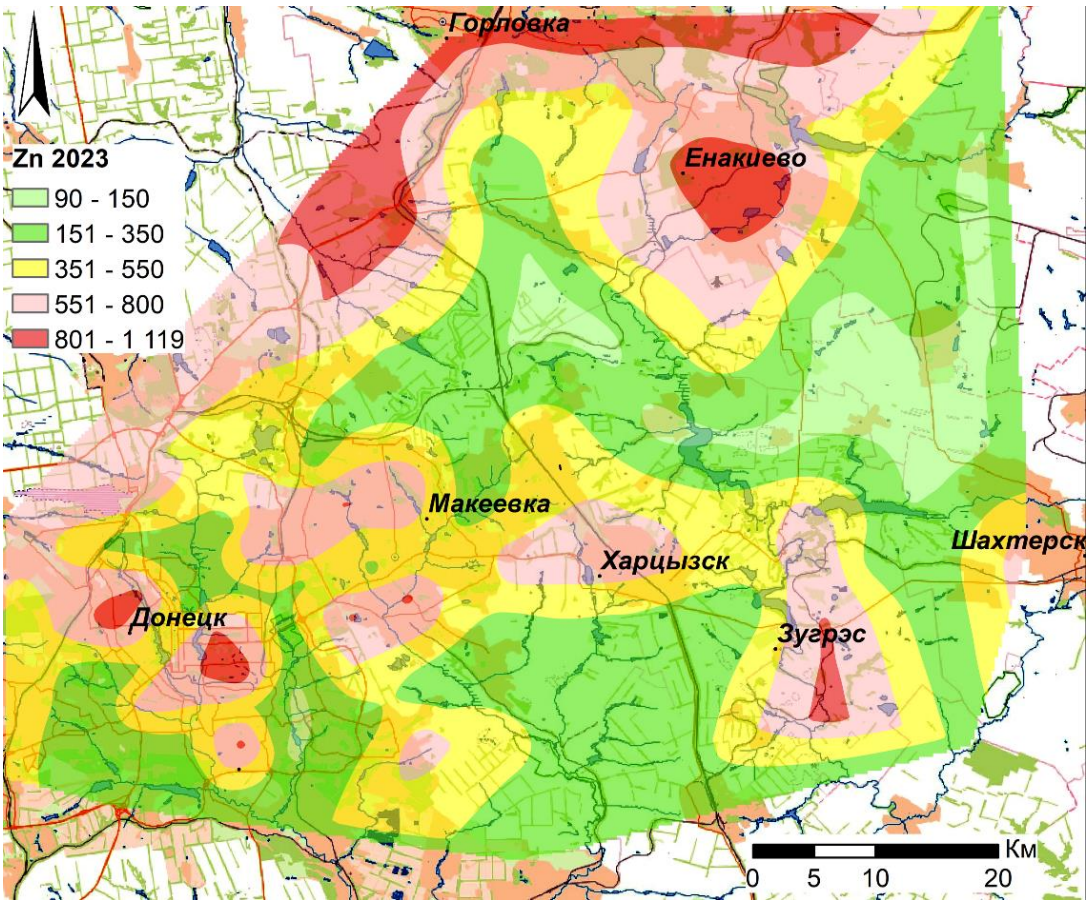


Рис. 7. Концентрации Zn в цветковых растениях на территории Донбасса (2023 г.)

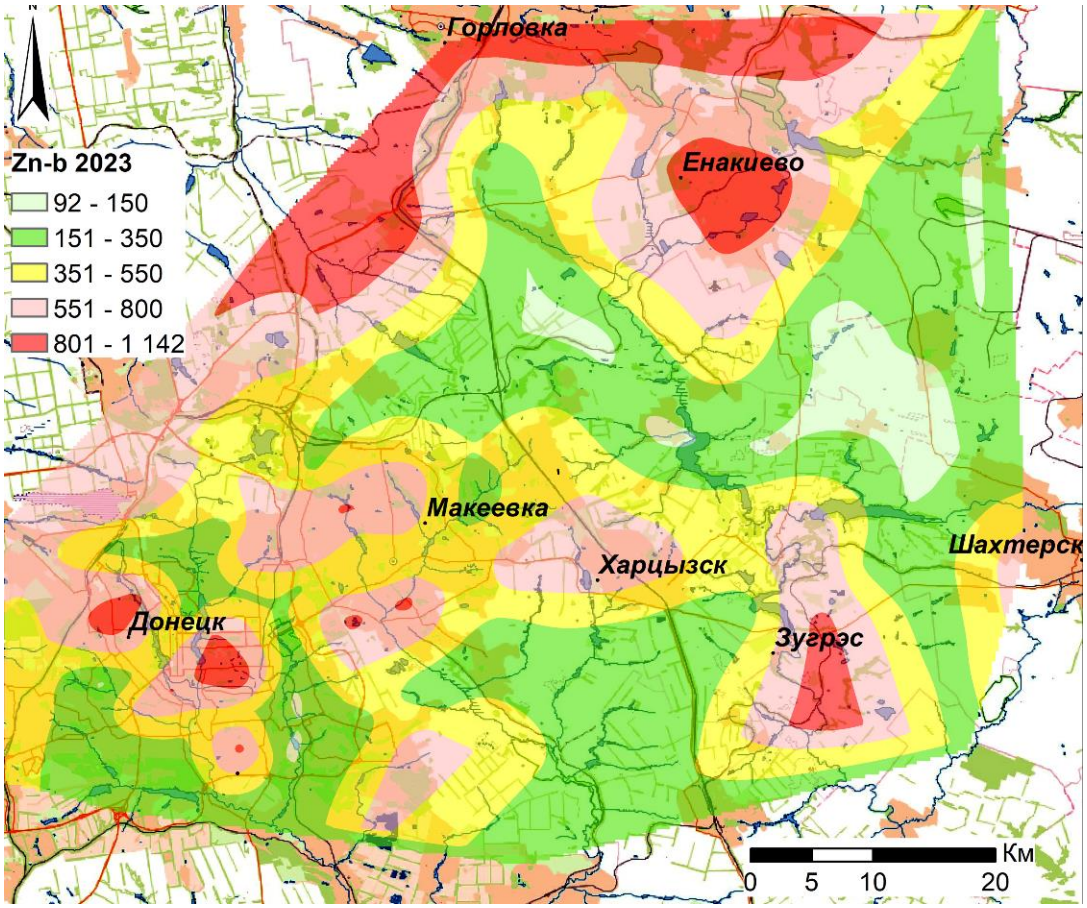


Рис. 8. Концентрации Zn в бриофитах на территории Донбасса (2023 г.)

Сравнительный анализ массивов данных по геоинформационным локалитетам и по показателю содержания цинка (в валовом его эквиваленте) в растительных пробах как гаметофитов бриофитов, так и генеративных частей сборов цветковых растений представителей преимущественно семейства астровых, как наиболее информативного таксона при сборе данных макромаркерных признаков, показал разницу в 4 % абсолютных значений в данных о концентрации токсического (в случае высоких значений) элемента. Коэффициент корреляции в парном сравнении показателей Zn 2023 и Zn-b 2023 равен +0,98. Поэтому сделано рабочее заключение, что при анализе Zn-содержания в фитопробах данные о концентрации этого элемента в цветках и соцветиях также информативны, как и при использовании бриоиндикации для сравнительной оценки в экотопической разнице и в дифференциации между разными компонентами природных сред, а также территориальном разграничении в градиенте удаления от источника загрязнения.

Для представителей семейства астровых при средних значениях Мм (макромаркеров) характерны изменения в дистопии околоцветника, преимущественно отгиба венчика в количественном и взаимном расположении составляющих элементов, а также пролификации и фасциации тычиночных структур, в 5–7 % случаев наблюдается петализация тычинок. При высоких значениях Мм для представителей астровых в 2013 г. отмечены: 1) элиминация части гинецея (2–15 % исследуемых образцов); 2) деструкция андроцея по типу фасциации или хоризы (3–18 % исследуемых образцов). В 2023 г. к этим преобразованиям добавляются более частые их проявления и новообразования: 1) петализация тычинок в более 17 % случаев до 25–26 %; 2) дистопия кругов цветка (до 20 % регистрируемых примеров) – этот признак формирует в целом асимметричность контуров цветка, явление в целом флуктуирующее для разных экотопов, поэтому фенотипически адекватное в полевой фитоиндикации; 3) олигомеризация частей отгиба венчика до 10–11 % исследуемых образцов; 4) полная деструкция семязачатков и их элиминация при анализе структуры гинецея (более 5 % в диапазоне до 17 % от всех проанализированных образцов при высоких уровнях загрязнения и полемострессового воздействия в целом).

Качественное описание по специфике распределения Zn в природных средах Центрального Донбасса позволяет установить несколько закономерностей:

– в трансекте Енакиево – Горловка – Ясиноватая – Авдеевка уровни содержания Zn к 2023 г. в образцах растений настолько высоки, что превышают таковые (или приближаются к ним) в старопромышленных очагах металлургического производства, формируя картографически значимую полосу активных цинк-зависимых трансформаций, территориально совпадающую с линией полемостресса для растительных организмов;

– континуальность распределения данных на карте и переход между диапазонами варьирования показателей накопления элемента в фитосубстратах связанны с интенсификацией антропогенного фактора;

– территориально высокие показатели содержания Zn, связанного также с полемострессом в Донбассе, тяготеют к местам урбанизации и развития металлургической промышленности, а новые ареолы загрязнения напрямую отражают линию военной конфронтации, границы которой сохранялись в горячей фазе развития конфликта в 2022 и 2023 гг.;

– учитывая динамику развития сопряженного процесса изменения показателей макромаркеров и предположительную физиологическую зависимость развития большинства частей цветка от цинкового загрязнения сформировано доказательное предположение, что специфика военных действий имеет индикаторный сопутствующий элемент – цинк, который связан с его использованием в процессах милитаризации региона;

– специфика распределения данных на картографических изображениях (см. рис. 7 и 8) указывает на необходимость корректного использования фоновых характеристик, то есть имеющих значение для большой площади в эквиваленте рассеивания как действующего элемента, так и зависимых от него процессов стимулирования высокого уровня морфогенетической пластичности индикаторных растений.

Доказательство о сопряженности процессов информационного накопления отдельных диагностически значимых элементов (на примере цинка) имеет значение при расширении возможностей проводимого фитомониторинга, поскольку в таком случае можно осуществлять процесс непрерывного сбора стратегически значимой информации в разные сезоны года.

Выводы

Для дифференцированной оценки фактора милитаризационной активности в Донбассе за последние 10 лет было установлено, что корректнее оперировать сравнительными результатами в динамике 2013–2018 и 2018–2023 гг., что методически грамотнее в привязке к годам до начала военного конфликта (2013 г.) и учетом первичных волн полемостресса в 2014–2015 гг. и вторичных волн с фиксированной линией военного противостояния (трансекта соприкосновения) в 2022–2023 гг., с принятием во внимание существенных трансформаций в индустриальной сфере региона по показателям преимущественно отрицательного развития тяжелой промышленности и разновекторного функционирования предприятий-загрязнителей.

Оперируя ингредиентным монофакторным сравнением корреляционной связи между показателями макромаркеров и особенностью содержания отдельных элементов (Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Br, Rb, Sr, Zr, Mo, Cd, Sb, I, Cs, Ba, La, Ce, Nd, Sm, Eu, Tb, Dy, Yb, Hf, Ta, W, Hg, Pb, Th, U) в тканях индикаторных видов растений, была установлена наиболее тесная положительная связь критерия полевой фитодиагностики с факторами полемостресса по накоплению соединений цинка в валовой его концентрации в биопробах. Установлена также тесная корреляция содержания цинка в гаметофитах мохообразных и тканях генеративных частей индикаторных видов цветковых растений, что наглядно продемонстрировано при использовании картографического способа визуализации данных.

Разработанный и внедренный авторский подход в системе анализа и оценки экотопов вдоль линии экологического ландшафтного профиля позволил установить динамические тренды при смещении полей угнетения растений-индикаторов в сопряженном процессе интенсификации непрекращающихся военных действий на территории Донбасса с 2014 г. по настоящее время.

Благодарности

Авторы выражают благодарность научным сотрудникам Объединенного института ядерных исследований (г. Дубна) под руководством заведующей лабораторией нейтронно-активационного анализа И. И. Зиньковской, а также заведующей кафедрой аналитической химии ДонГУ А. С. Алемасовой за вклад в химико-аналитическую часть разработок, результаты которых представлены в других публикациях в специализированной научной литературе. Для реализации полевой части работы большую помощь оказали в разные годы сотрудники и студенты кафедры ботаники и экологии ДонГУ: А. В. Калинина, Е. И. Морозова, Т. С. Ночвина, Е. Н. Бондарь, Е. А. Цеплая, В. С. Медяник, Ю. Д. Дорофеева, Е. В. Зайцева, Д. А. Мельник и А. С. Кострикина.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Работа выполнена в рамках инициативной научной темы кафедры ботаники и экологии Донецкого государственного университета «Ботаника антропотехногенеза: индикация и оптимизация», № 0122D000085 без финансирования сторонними организациями.

Список литературы

1. *Алемасова А. С., Сафонов А. И.* Тяжелые металлы в фитосубстратах – индикаторы антропогенного загрязнения воздуха в промышленном регионе // Лесной вестник. Forestry Bulletin. 2022. Т. 26, № 6. С. 5–13. DOI : 10.18698/2542-1468-2022-6-5-13. EDN : XRXDNV.

2. *Гермонова Е. А., Сафонов А. И.* Анализ ботанико-экологической информации по геолокации в промышленном Донбассе // Донецкие чтения 2019: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности. Донецк : Изд-во ДонНУ, 2019. С. 202–204. EDN : XFYXFQ.

3. *Гермонова Е. А., Сафонов А. И.* ГИС-фитоиндикация при анализе факторов войны: полемостресс в Донбассе // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем. Киров : Вятский государственный университет, 2023. С. 36–41. EDN : FWJYJH.

4. *Епринцев С. А., Клепиков О. В., Шекоян С. В.* Дистанционное зондирование Земли как способ оценки качества окружающей среды урбанизированных территорий // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. 2020. № 4 (325). С. 5–12. DOI : 10.35627/2219-5238/2020-325-4-5-12. EDN : EIIXWM.

5. *Епринцев С. А., Клепиков О. В., Шекоян С. В., Жигулина Е. В.* Исследование социально-экологических условий, определяющих устойчивое развитие регионов России // Экология. Экономика. Информатика. Серия: Системный анализ и моделирование экономических и экологических систем. 2019. Т. 1, № 4. С. 212–216. DOI : 10.23885/2500-395X-2019-1-4-212-216. EDN : OIRUTJ.

6. *Епринцев С. А., Шекоян С. В.* Геоинформационное картографирование урбанизированных территорий как механизм социально-экологического мониторинга // Экология. Экономика. Информатика. Серия: Геоинформационные технологии и космический мониторинг. 2019. № 4. С. 25–28. DOI : 10.23885/2500-123X-2019-2-4-25-28. EDN : SSYGGR.

7. *Ермаков В. В.* Современное развитие биогеохимических идей В. И. Вернадского // Геохимия. 2023. Т. 68, № 10. С. 995–1008. DOI : 10.31857/S0016752523100047. EDN : YHRINA.

8. *Зиньковская И. И., Вергель К. Н., Кравцова А. В., Сафонов А. И.* Биомониторинговая программа по оценке воздуха в Донбассе с помощью нейтронно-активационного анализа // Донецкие чтения 2022: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности. Донецк : Донецкий национальный университет, 2022. С. 69–71. EDN : SQZVXC.

9. *Зиньковская И. И., Вергель К. Н., Сафонов А. И., Юшин Н. С., Чалигава О., Кравцова А. В. Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid в оценке техногенного загрязнения (Ni, Zn, Mn, Al, Se, Cs, La, Sm) трансформированных экотопов Донбасса // Трансформация экосистем. 2023. Т. 6, № 3 (21). С. 22–38. DOI : 10.23859/estr-220726. EDN : GHVAZY.

10. *Калинина А. В.* Популяционный мониторинг техногенных экотопов некоторых породных отвалов г. Макеевки // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем. Киров : Изд-во ВятГУ, 2019. С. 13–15. EDN : QCAPKF.

11. *Калинина А. В., Гермонова Е. А.* Геостратегическая визуализация фитоценозов породных отвалов угольных шахт г. Макеевки в условиях самозарастания и рекультивации // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2018. № 3–4. С. 28–34. EDN : KDDDQU.

12. *Колесников С. И.* Сравнительная оценка экотоксичности химических элементов // Почвы и окружающая среда. Новосибирск : Институт почвоведения и агрохимии Сибирского отделения РАН, 2023. С. 635–637. EDN : HBTZNV.

13. *Морозова Е. И., Сафонов А. И.* Мониторинг в условиях промышленных экотопов с помощью мохообразных // Донецкие чтения 2016. Образование, наука и вызовы современности. Донецк : Изд-во ЮФУ, 2016. С. 317–318. EDN : YUAPBZ.

14. *Мудрик Е. А., Мирненко Н. С.* Анализ пыльцевых спектров селитебных участков г. Донецка // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». 2023. Т. 1, № 15. С. 91–95. EDN : KGWXLY.

15. *Мирненко Н. С.* Качество пыльцы *Diplotaxis muralis* (L.) DC. в условиях пгт. Новый свет Старобешевского района // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. 2018. № 3–4. С. 157–161. EDN : YVEOSL.

16. *Николаева О. Н., Евграфов А. В., Евграфова И. М.* Картографическое моделирование техногенного загрязнения Геленджикской бухты // Вестник СГУГиТ (Сибирского

государственного университета геосистем и технологий). 2021. Т. 26, № 6. С. 86–95. DOI : 10.33764/2411-1759-2021-26-6-86-95. EDN : JWEATT.

17. *Сафонов А. И.* Макромаркеры антогенеза в диагностике природных сред Донбасса // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем. Киров : Вятский государственный университет, 2023 а. С. 93–96. EDN : GDAIQG.

18. *Сафонов А. И.* Фоновые фитоиндикационные реакции на факторы военных действий в Донбассе // Актуальные экологические проблемы и экологическая безопасность в современных условиях. Саратов : Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н. И. Вавилова, 2023 б. С. 345–351. EDN : OKMKIN.

19. *Сафонов А. И., Гермонова Е. А.* Экологические сети фитомониторингового назначения в Донбассе // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2019. № 3–4. С. 37–42. EDN : TZQVLA.

20. *Сафонов А. И., Гермонова Е. А.* Оценка геосистем Донбасса : фитоиндикация тератогенности и картографический анализ // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. 2023. № 1. С. 98–104. EDN : PHAMBH.

21. *Сафонов А. И., Глухов А. З.* Фитомониторинг антропогенно измененной среды: формализация терминологии и реализация на практике // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. 2023. № 3. С. 62–70. EDN : NTNOHR.

22. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2022622609 РФ. Параметры остаточного загрязнения тяжелыми металлами речной сети и прилегающих территорий полиметаллического рудного района после прекращения активной горно-добывающей деятельности: № 2022622507: заявл. 12.10.2022: опубл. 24.10.2022 / В. В. Ермаков, А. П. Дегтярев, У. А. Гуляева; заявитель Институт геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского РАН. EDN : NEOSGI.

23. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2023620642 РФ. Геоэкологическая оценка седиментов природных и искусственных водоемов в условиях трех субрегионов южной лесостепи - БД-2011-2022: № 2023620350: заявл. 10.02.2023: опубл. 20.02.2023 / С. Ф. Тютиков, М. В. Капитальчук, В. В. Ермаков, И. П. Капитальчук; заявитель Институт геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского РАН. EDN : GARTWN.

24. *Семенищенков Ю. А*. Некоторые итоги сравнительного анализа двух подходов к крупномасштабному картографированию лесной растительности в Южном Нечерноземье России // Современные проблемы экспериментальной ботаники. Минск: Колорград, 2017. С. 19–23. EDN : HFOAAM.

25. *Слепнев М. А., Попов А. В*. Экологическая емкость городских природно-антропогенных территориальных комплексов // Жилищное строительство. 2019. № 3. С. 57–60. DOI : 10.31659/0044-4472-2019-3-57-60. EDN : RXTVDM.

26. *Фрунзе О. В.* Сорбционная способность декоративных травянистых растений в условиях загрязнения почвы ионами хрома // Экосистемы. 2023. № 33. С. 152–159. EDN : DMWIJH.

27. *Янников И. М., Телегина М. В., Кузнецов Н. П.* Методика оценки экологической ситуации загрязненных территорий // Экология промышленного производства. 2020. № 1 (109). С. 28–32. EDN : NZQQVI.

28. *Ermakov V. V., Tyutikov S. F., Degtyaryov A. P., Gulyaeva U. A., Danilova V. N.* Characteristics of the accumulation of metals by plants and the activity of soil enzymes in metallogenic territories of the Northern Caucasus // Geochemistry International. 2022. Vol. 60, N 8. – P. 772–778. DOI : 10.1134/s0016702922070023. EDN : HCOKUZ.

29. *Frunze O.* Sorption capacity of ornamental herbaceous plants under conditions of soil contamination with lead // E3S Web of Conf. 2023. Vol. 462. P. 02004. DOI : 10.1051/e3sconf/202346202004.

30. *Jianina F.* Environmental governance: challenges of environmentally friendly industrial areas in Dhaka city of Bangladesh // International Journal Papier Advance and Scientific Review. 2023. N 4. P. 19–25. DOI : 10.47667/ijpasr.v4i4.260.

31. *Hosseini N., Hajizadeh Y., Nikaeen M., Hatamzadeh M.* Spatiotemporal variation of ambient bioaerosols in a large and industrialized metropolis of Iran and their association with $PM_{2.5}$ and meteorological factors // Aerobiologia. 2020. DOI : 10.1007/s10453-020-09672-6. EDN : WQXSXF.

32. *Kolesnikov S. I., Zubkov D. A., Zharkova M. G., Kazeev K. Sh., Akimenko Yu. V.* Influence of oil and lead contamination of ordinary chernozem on growth and development of spring barley // Russian Agricultural Sciences. 2019. Vol. 45, N 1. P. 57–60. DOI : 10.3103/S1068367419010075. EDN : USDWAE.

33. *Kuznetsova V., Kuznetsova E., Kushanova A.* Geographic information mapping of flood zones for sustainable development and urban landscape planning // 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2018. Albena, Bulgaria. 2018. P. 393–400. DOI : 10.5593/sgem2018/2.3/S11.050. EDN : VNAQXA.

34. *Strizhenok A. V., Ivanov A. V.* Monitoring of air pollution in the area affected by the storage of primary oil refining waste // Journal of Ecological Engineering. 2021. Vol. 22, N 1. P. 60–67. DOI : 10.12911/22998993/128873. EDN : MXYYIW.

Safonov A. I., Germonova E. A. **Dynamics of phytoindication indicators based on cartographic data in Donbass (2013–2023).** – Over the ten-year period from 2013 to 2023 inclusive, dynamic trends in changes in key indicators of the state of the generative sphere of indicator plants in the Donbass were analyzed according to the criteria of atypical polymorphism of flowers and inflorescences (antogenesis), diagnosed in the field, therefore called in this context macromarkers (Mm) as an option for express diagnostics of the state of natural ecosystems. An attempt was made to perform ingredient monitoring of natural populations of phytoindicators in the context of the forms of dominant influence on the geochemical parameters of the landscape. Cartographic materials and results are presented in the dynamics of anthogenesis and the most associated element with the factors of active military operations in the Donbass – Zn.

Key words: phytoindication, Donbass, environmental monitoring, plant teratogenesis, GIS, environmental mapping, landscape diagnostics, war in Donbass.

УДК 581.9 : 58.006 : 502.75 : 712.253 : 57.087 (477.60)

© **А. И. Сафонов**

ЭКСПОЗИЦИИ РАРИТЕТНЫХ РАСТЕНИЙ НА КАФЕДРЕ БОТАНИКИ И ЭКОЛОГИИ ДОНЕЦКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»
Россия, 283050, ДНР, г. Донецк, ул. Щорса, 46
andrey_safonov@mail.ru

Сафонов А. И. **Экспозиции раритетных растений на кафедре ботаники и экологии Донецкого государственного университета.** – Представлены фрагменты выставочной работы на кафедре ботаники и экологии Донецкого государственного университета: экспозиция охраняемых растений Донбасса, отдельные стенды в учебных лабораториях большого практикума и систематики высших растений, авторские гербарные коллекции ведущих флорологов кафедры ботаники и экологии ДонГУ, экспонаты ботанического музея по вопросам искусственного мутагенеза, дендрологии и органогенных пород в Донецком регионе. Ценность представленных фотоснимков заключается в актуальной угрозе утраты коллекционного фонда и сложности сохранения в связи с актуальными военно-политическими условиями в Донбассе.

Ключевые слова: Донбасс, охраняемые растения, редкие растения, раритетные виды, ценные коллекции, гербарий, ботанический музей, фитоиндикация, Донецкий государственный университет.

Введение

Ботанические объекты в учебных и научных лабораториях представляют собой широкий спектр форм наглядного материала и способов его сохранности, как в живом, так и в специально подготовленном для коллекционирования, и возможности проводить изучение в фиксированном (неизменном) состоянии. Из распространенных систем сохранности и сбора информации о фиторазнообразии конкретных регионов преобладают гербарные коллекции [7, 8, 14, 27, 32], описательные способы новых локалитетов, в том числе редких и охраняемых видов растений [2, 5, 18, 26, 28, 31], реализуются перспективные направления цифровизации в ботанике [12, 26]. Краеведческое богатство является также предметом исследования журналистов [13].

Цель работы – продемонстрировать некоторые фрагменты учебно-научной и просветительской работы созологического направления сотрудников кафедры ботаники и экологии, привести примеры экспонируемых материалов, представляющих собой определенную раритетную ценность, как для сохранения исторических фактов, так и информации о состоянии природной среды в Донбассе за годы его изучения специалистами-ботаниками Донецкого государственного университета.

Материал и условия исследования

Организация современной ботанико-экологической лаборатории сохраняет свои натуралистические традиции и в первую очередь призвана для сбора информации о биоразнообразии в регионах [6]. Созданная в 1965 г. кафедра ботаники и экологии в Донецком государственном университете формировалась в рамках научных школ и востребованных прикладных задач, типичных для промышленного региона Восточной Европы. Спектр практических вопросов, выполняемых сотрудниками кафедры, был связан с разработками основателей кафедры, описан в некоторых публикациях [10, 11, 17, 24]. С первых дней расположения биологического факультета в отдельном корпусе университета был разработан и внедрен проект формирования музея кафедры ботаники и экологии для хранения документов, артефактов, ведения просветительской работы, комплектования отдельных тематических экспозиций [16]. На современном этапе активно реализуются ботанико-экологические проекты по комплексному изучению биоразнообразия [3, 15, 25], библиографическому анализу [1], расширению методической базы [19, 21, 22], актуальному аналитическому контролю состояния экотопов с помощью растений-индикаторов [9, 20, 23], в том числе с привлечением лицеистов и студентов [4, 29, 30].

© **Сафонов А. И., 2023**

Результаты и обсуждение

Фронтальной стороной экспозиционных работ для демонстрации раритетных объектов ботанического интереса в Донбассе является набор данных в музее. На рис. 1 представлена постоянная выставка охраняемых растений. Опытным путем установлено, что тематика редких и исчезающих растений является наиболее запоминающейся экскурсантами, а значит доказательно представленной для восприятия и запоминания. Экспозиция сопровождается нижними стендами с учебными изданиями, монографиями, справочными пособиями на тему охраны природы и непосредственно ботанической ее составляющей.

Рис. 1. Центральная экспозиция фитосозологических объектов ботанического музея ДонГУ, составитель О. В. Петкогло, 2002–2022 гг.

Папки гербарных коллекций по специализированным курсам «Заповедное дело», «Большой практикум. Охраняемые виды растений Донбасса», «Геоботаника», собранные в разные годы преподавателями кафедры ботаники и экологии Д. Я. Зацепиной, Л. Н. Хоботковой, Э. И. Дацун, Н. А. Хижняк и многими другими сотрудниками составляют основу учебного дидактического блока дисциплин, а также позволяют использовать ценные коллекции, например, *Allium lineare* L., *Amygdalus nana* L., *Centaurea ruthenica* Lam., *C. tanaitica* Klokov, *Echium russicum* J. F. Gmel., *Ephedra distachya* L., *Euphorbia stepposa* Zoz, *E. seguierana* Neck., *Hyacintella pallasiana* (Steven) Losinsk., *Paeonia tenuifolia* L., *Pulsatilla bohemica* (Scalicky) Tzvelev, *Stipa capillata* L., *S. dasyphylla* (Czern. ex Lindem.) Trautv., *S. lessingiana* Trin. & Rupr., *S. grafiana* Steven. и др. для осуществления студентами начальной (профориентационной) научной подготовки при написании курсовых и части выпускных квалификационных работ. Большая часть растений этой коллекции собрана в периоды летних полевых практик студентов биологического факультета.

Также для специальных семинаров с учителями школ, при реализации курсов переподготовки, повышения квалификации учителей, краеведческих семинарах кафедры используются отдельные папки гербарных коллекций, содержащие раритетные виды растений *Calophaca wolgarica* (L. f.) DC., *Dianthus elongatus* C. A. Mey., *Eryngium campestre* L., *Genista scythica* Pacz., *Jurinea centauroides* Klokov, *Tulipa ophiophylla* Klokov & Zoz, *Allium lineare* L., *S. adoxa* Klokov & Ossycznjuk, *S. capillata* L., *S. dasyphylla* (Czern. ex Lindem.) Trautv., *S. lessingiana* Trin. & Rupr., *S. grafiana* Steven, *S. tirsa* Steven, *S. zalesskii* Wilensky, *Vincetoxicum intermedium* Taliev, *V. maeoticum* (Kleopow) Barbar. и др. Для анализируемых гербарных коллекций, которые на время проведения научно-технических мероприятий также выполняют функцию экспозиции раритетной флоры Донбасса, демонстрация каждого

отдельного экспоната имеет обязательную привязку не только к месту сбора (локалитету), но и некоторые экологические характеристики места произрастания видов (эдафотоп, фитоценоз, экотоп в целом).

Для студентов кафедры, проходящих долгосрочный период специализации на большом практикуме, максимально натуралистичны выставочные стенды с раритетными растениями песчаных и меловых обнажений Донбасса, именно в этих эдафических условиях формируются специфические рефугиумы для сохранения флористических реликтов, как, например, объектов, представленных на рис. 2.

А **Б**

Рис. 2. Фрагмент экспозиции меловых флористических реликтов Донбасса *Hyssopus cretaceus* Dubj. (А) и *Pimpinella titanophyla* Woronow (Б) в лаборатории большого практикума кафедры ботаники и экологии ДонГУ, составитель Д. Я. Зацепина, 1999 г.

Особую ценность представляют сборы растений первых лет и десятилетий развития кафедры, укомплектованные в авторских папках (рис. 3–8). За 2014–2020 гг. гербарные коллекции кафедры ботаники обновлялись, были дополнены более 300 гербарными листами, в том числе видами: *Achillea leptophylla* M. Bieb., *A. nobilis* L., *A. pannonica* Scheele, *A. stepposa* Klokov & Krytzka, *Artemisia austriaca* Jacq., *Cleistogenes bulgarica* (Bornm.) Keng., *Dianthus andrezejowskianus* (Zapal.) Kulcz., *Jurinea arachnoidea* Bunge, *Galatella villosa* (L.) Rchb. f., *Galium rythenicum* Willd., *Bromopsis riparia* (Rehmann) Holub, *Filipendula vulgaris* Moench, *Falcaria vulgaris* Bernh., *Pseudolysimachion barrelieri* (Schott) Holub, *Salvia nutans* L., *S. tesquicola* Klokov & Pobed., *Plantago urvillei* Opiz, *Securigera varia* (L.) Lassen, *Thalictrum minus* L., *Thymus dimorphus* Klokov & Des.-Shost., *T. marschallianus* Willd., *Veronica sclerophylla* Dubovik и др. Куратором гербария кафедры ботаники и экологии является Т. В. Демьяненко.

С 2021 по 2023 гг. гербарная коллекция высших цветковых растений на кафедре ботаники и экологии Донецкого государственного университета не пополнялась, что связано с карантинными мерами ведения учебного и научного процесса, а также невозможностью обеспечения условий для хранения ценных экспонатов засушенных растений.

Рис. 3. ***Colchicum autumnale*** **L. и** ***Astragalus albicaulis*** **DC. коллекции Ф. Л. Щепотьева, 1966–1967 гг.**

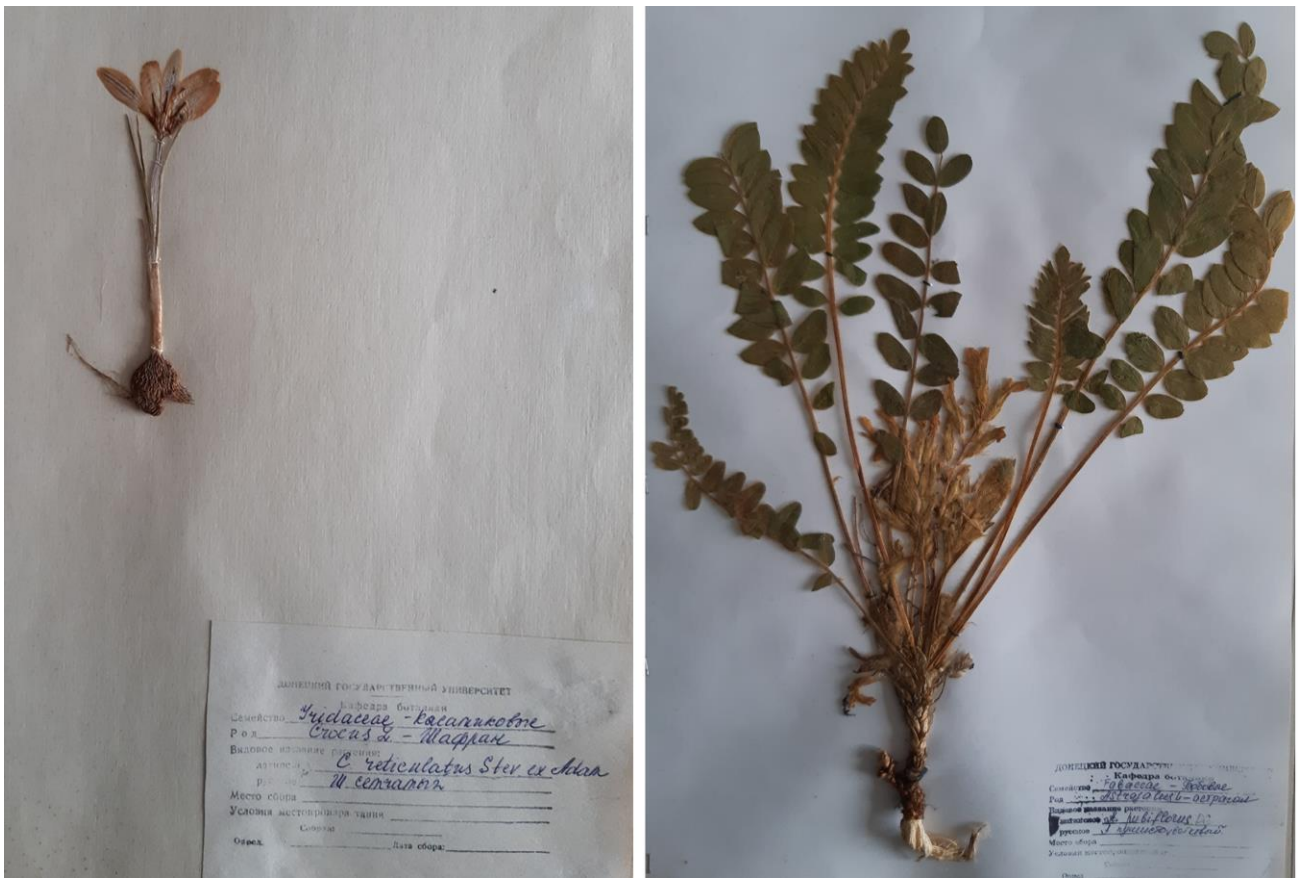


Рис. 4. ***Crocus reticulatus*** **Steven ex Adams и** ***Astragalus pubiflorus*** **DC. коллекции М. Л. Ревы, 1971–1973 гг.**

Рис. 5. ***Polygala cretacea*** **Kotov и** ***Stipa capillata*** **L. коллекции Д. Я. Зацепиной, сборы 70–80-х гг. XX ст.**

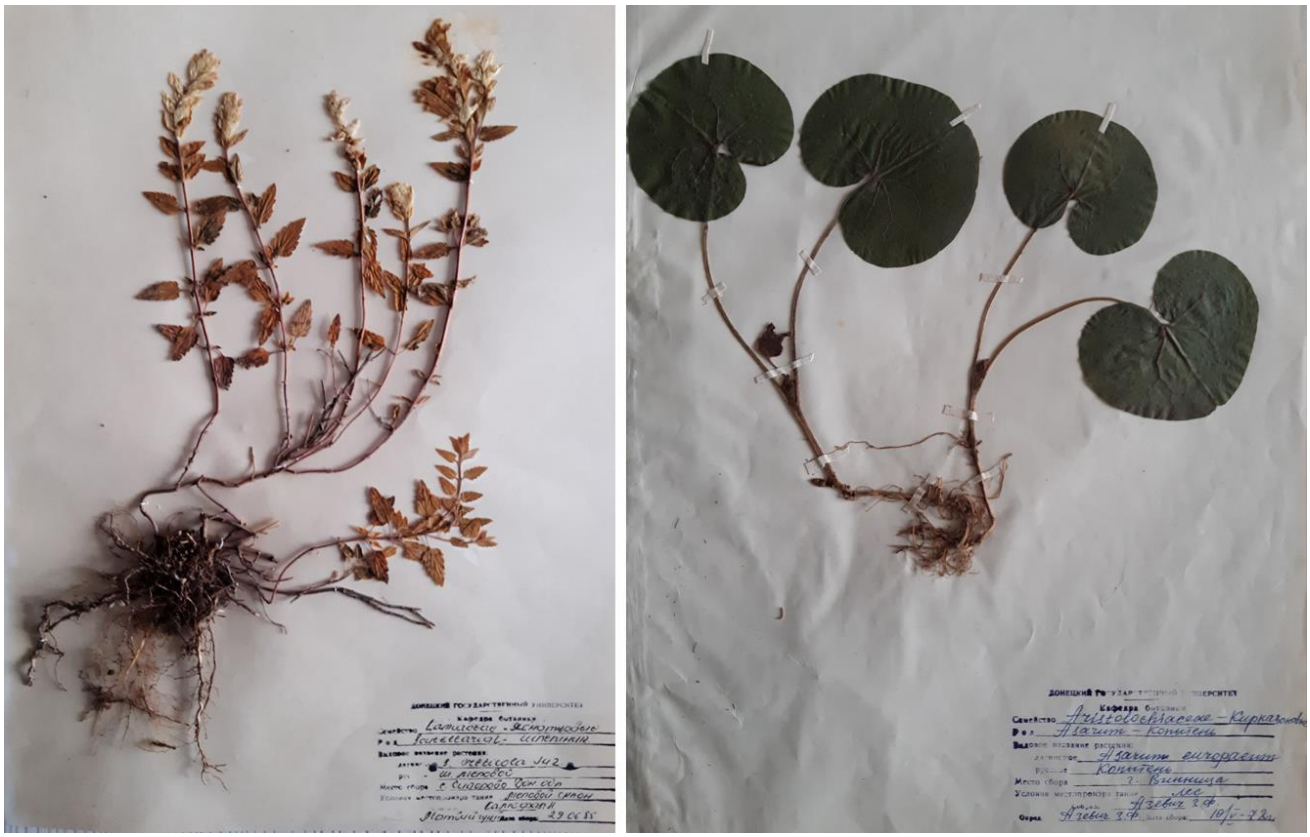


Рис. 6. ***Scutellaria creticola*** **Juz. и** ***Asarum europaeum*** **L. коллекции Л. Н. Хоботковой, сборы 70–80х гг. XX ст.**

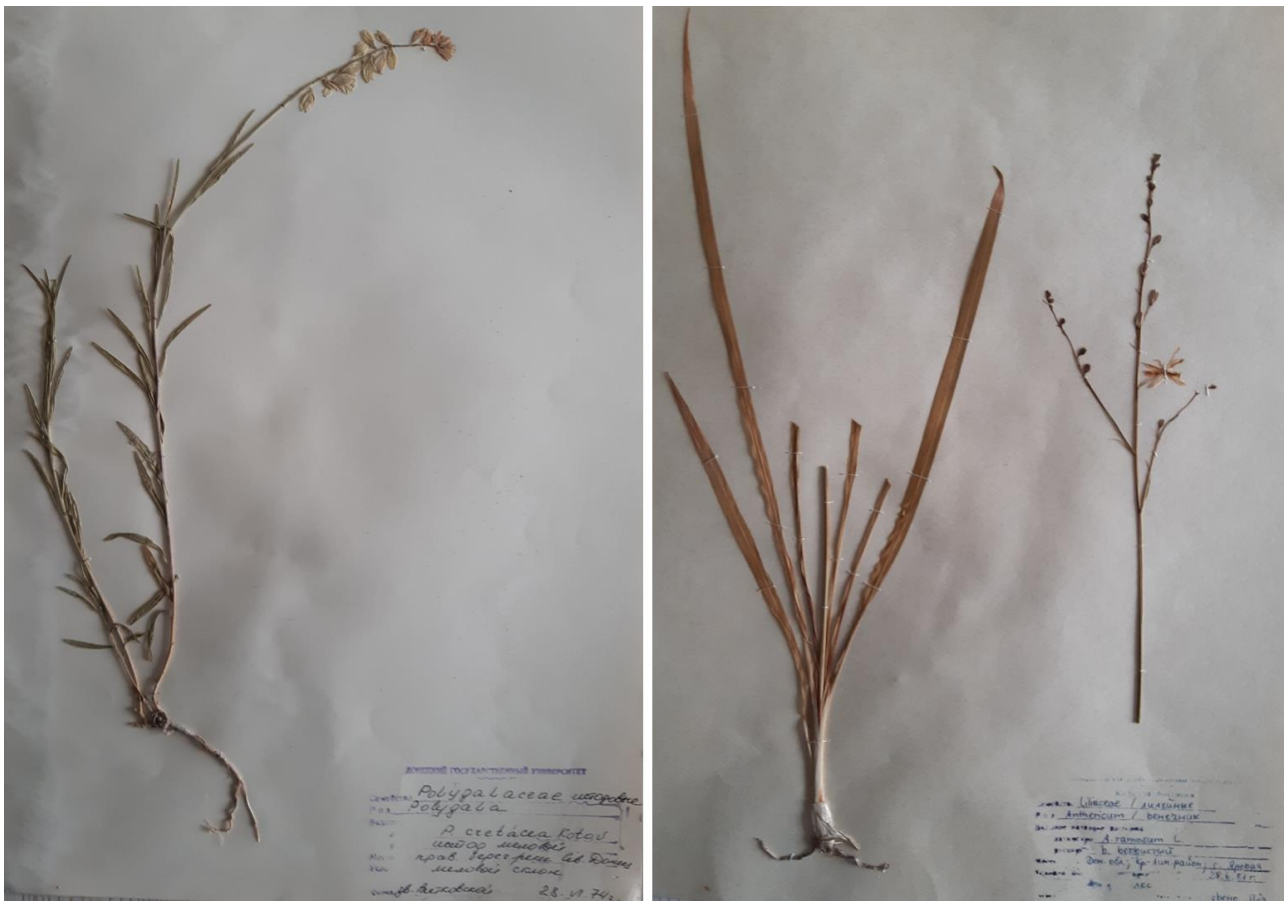


Рис. 7. ***Polygala cretacea*** **Kotov и** ***Anthericum ramosum*** **L. коллекции Э. И. Дацун, сборы 70–80-х гг. XX ст.**

Рис. 8. ***Onosma tanaitica*** **Klokov и** ***Thymus ciliatissimus*** **Klokov коллекции Н. А. Хижняк, сборы 70–80-х гг. XX ст.**

Чеклист по состоянию на сентябрь 2023 г. экспозиции охраняемых растений Донбасса, представленных в гербарной коллекции Magnoliophyta кафедры ботаники и экологии для использования при прохождении специализированных курсов, содержит виды:

– *Achillea glaberrima* Klokov, *Acinos graveolens* (M. Bieb.) Link, *Aconitum rogoviczii* Wissjul., *Aconogon alpinum* (All.) Schur., *Adenophora lilifolia* (L.) Ledeb. ex A. DC., *Agropyron cimmericum* Nevski, *Agropyron tanaiticum* Nevski, *Allium firmotunicatum* Fomin, *Allium guttatum* Steven, *Allium lineare* L., *Allium pervestitum* Klokov, *Alyssum lenense* Adams., *Anacamptis coriophora* (L.) R. M. Bateman, Pridgeon et M. W. Chase, *Anacamptis fragrans* (Pollini) R. M. Bateman, *Anacamptis palustris* (Jacq.) R. M. Bateman, Pridgeon et M. W. Chase, *Anemone nemorosa* L., *Anemone sylvestris* L., *Artemisia argentata* Klokov, *Artemisia armeniaca* Lam., *Artemisia hololeuca* M. Bieb. ex Besser, *Artemisia nutans* Willd., *Artemisia tanaitica* Klokov, *Asarum europaeum* L., *Asparagus brachyphyllus* Turcz., *Astragalus asper* Jacq., *Astragalus novoascanicus* Klokov, *Astragalus pallescens* M. Bieb., *Astragalus ponticus* Pall., *Astragalus pubiflorus* DC., *Astragalus tanaiticus* K. Koch, *Astragalus testiculatus* Pall., *Atraphaxis frutescens* (L.) K. Koch, *Avenella flexuosa* (L.) Drejer,

– *Brachypodium pinnatum* (L.) P. Beauv., *Brassica cretacea* (Kotov) Stank. ex Tzvelev, *Bromopsis heterophylla* (Klokov) Holub, *Bulbocodium versicolor* (Ker Gawl.) Spreng., *Bupleurum affine* Sadler., *Bupleurum marschallianum* C. A. Mey.,

– *Caltha palustris* L., *Campanula cervicaria* L., *Campanula persicifolia* L., *Campanula trachelium* L., *Caragana mollis* (M. Bieb.) Besser, *Caragana scythica* (Kom.) Pojark., *Cardamine pratensis* L., *Carex caryophyllea* Latourr., *Carex cespitosa* L., *Carex diluta* M. Bieb., *Carex elata* All., *Carex pediformis* C. A. Mey., *Carex pilosa* Scop., *Cathartolinum catharticum* (L.) Small, *Centaurea donetzica* Klokov, *Centaurea protogerberi* Klokov, *Centaurea pseudoleucolepis* Kleopow, *Centaurea pseudophrygia* C. A. Mey., *Centaurea salicifolia* M. Bieb., *Centaurea taliewii* Kleopow, *Centaurea tanaitica* Klokov, *Centaurium anatolicum* (K. Koch) Tzvelev, *Cephalanthera longifolia* (L.) Fritsch, *Cephalanthera rubra* (L.) Rich., *Cerastium heterotrichum* Klokov, *Cerastium kioviense* Klokov, *Ceratophyllum platyacanthum* Cham., *Chamaecytisus kreczetoviczii* (Wissjul.) Holub, *Chamaerion angustifolium* (L.) Holub, *Chimaphila umbellata* (L.) W. Barton, *Chrysocyathus vernalis* (L.) Holub, *Circaea lutetiana* L., *Cleome donetzica* Tzvelev, *Coccyganthe flos-cuculi* (L.) Fourr., *Comarum palustre* L., *Corydalis paczoskii* N. Busch, *Crambe aspera* M. Bieb., *Crambe maritima* L., *Crambe tatarica* Sebeok, *Crataegus klokovii* Ivaschin, *Crocus reticulatus* Steven ex Adams, *Cymbochasma borysthenica* (Pall. ex Schlecht.) Klokov et Zoz, *Cypripedium calceolus* L.,

– *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soo, *Delphinium puniceum* Pall., *Delphinium rossicum* Litv., *Delphinium sergii* Wissjul., *Dentaria bulbifera* L., *Dentaria quinquefolia* M. Bieb., *Dianthus eugeniae* Kleopow, *Drosera rotundifolia* L.,

– *Elatine alsinastrum* L., *Elytrigia cretacea* (Klokov et Prokudin) Klokov et Prokudin, *Epipactis atrorubens* (Hoffm. ex Bernh.) Besser, *Epipactis helleborine* (L.) Crantz, *Eremogone rigida* (M. Bieb.) Fenzl., *Eremurus spectabilis* M. Bieb., *Erodium beketowii* Schmalh., *Erysimum cretaceum* (Rupr.) Schmalh.,

– *Ferula tatarica* Fisch. ex Spreng., *Festuca cretacea* T. Pop. et Proskor., *Fritillaria meleagroides* Patrin ex Schult. et Schult. f., *Fritillaria ruthenica* Wikstr., *Fumana procumbens* (Dun.) Gren. et Godr.,

– *Gagea bohemica* (Zanschn.) Schult. et Schult. f., *Gagea maeotica* Artemcz., *Galium maximum* G. Moris, *Galium verticillatum* Danth., *Galium volhynicum* Pobed., *Galiumelongatum* C. Presl, *Genista donetzica* Kotov, *Genista scythica* Pacz., *Gentiana cruciata* L., *Geranium linearilobum* DC., *Geum aleppicum* Jacq., *Gladiolus tenuis* M. Bieb., *Glaucium flavum* Crantz, *Glycyrrhiza glabra* L., *Gypsophila glomerata* Pall. ex Adams,

– *Haplophyllum ciliatum* Griseb., *Hedysarum grandiflorum* Pall., *Helianthemum cretophilum* Klokov et Dobrocz., *Helianthemum nummularium* (L.) Mill., *Heliotropium intermedium* Andrz., *Heliotropium suaveolens* M. Bieb., *Hottonia palustris* L., *Hyacinthella leucophaea* (C. Koch)

Schur, *Hyacinthella pallasiana* (Steven) Losinsk., *Hypericum tetrapterum* Fr., *Hyssopus cretaceus* Dubjan.,

– *Inula caspica* Blum ex Ledeb., *Iris furcata* M. Bieb., *Iris pineticola* Klokov, *Iris taurica* Lodd., *Isolepis setacea* (L.) R. Br.,

– *Juncellus pannonicus* (Jacq.) Clarke, *Juncus nastanthus* V. Krecz. et Gontsch., *Jurinea cyanoides* (L.) Rchb., *Jurinea talijevii* Klokov,

– *Laser trilobum* (L.) Borkh., *Lathyrus niger* (L.) Bernh., *Leontodon danubialis* Jacq., *Leymus ramosus* (Trin.) Tzvelev, *Limosella aquatica* L., *Linaria cretacea* Fisch. et Spreng., *Linaria macroura* (M. Bieb.) M. Bieb., *Listera ovata* (L.) R. Br., *Lythrum hybridum* Klokov,

– *Maianthemum bifolium* (L.) F. W. Schmidt, *Matthiola fragrans* Bunge, *Melampyrum cretaceum* Czern., *Mercurialis perennis* L., *Molinia caerulea* (L.) Moench., *Muscari neglectum* Guss., *Myosotis pineticola* Klokov et Des.-Shost., *Myosotis ucrainica* Czern.,

– *Naumburgia thyrsiflora* (L.) Rhb., *Neottia nidus-avis* (L.) Rich., *Nuphar lutea* (L.) Smith,

– *Onosma polychromum* Klokov ex M. Pop., *Onosma tanaiticum* Klokov, *Orchis militaris* L., *Ornithogalum boucheanum* (Kunth) Asch., *Ornithogalum fischerianum* Krasch., *Otites maeotica* Klokov,

– *Paeonia tenuifolia* L., *Papaver maeoticum* Klokov, *Paronychia cephalotes* (M. Bieb.) Besser, *Phlomoides hybrida* (Zelen.) R. Kam. et Machmedov, *Pilosella caespitosa* (Dumort.) P. D. Sell. et C. West., *Pilosella hispidissima* (Rehmann. ex Naeg. et Peter) Schljak., *Pilosella onegensis* Norrl., *Platanthera bifolia* (L.) Rich., *Poa transbaicalica* Roshev., *Polygonum maritimum* L., *Potentilla erecta* (L.) Raeusch., *Prunella grandiflora* (L.) Scholl., *Pulsatilla bohemica* (Skalycky) Tzvelev, *Pulsatilla latifolia* Rupr., *Pycreus flavescens* (L.) P. Beauv. ex Rchb., *Pyrola chlorantha* Sw.,

– *Radiola linoides* Roth., *Ranunculus auricomus* L., *Ranunculus cassubicus* L., *Rhinanthus cretaceus* Vassilcz., *Rosa donetzica* Dubovik, *Rubus saxatilis* L., *Rumex euxinus* Klokov,

– *Salvia pratensis* L., *Salvia stepposa* Des.-Shost., *Schivereckia mutabilis* (M. Alexeenko), *Scrophularia cretacea* Fisch. ex Spreng., *Scrophularia donetzica* Kotov, *Scrophularia granitica* Klokov et A. Krasnova, *Scrophularia vernalis* L., *Scutellaria dubia* Taliev et Sirj., *Sempervivum ruthenicum* Schnittsp. et C. B. Lehm., *Senecio borysthenicus* (DC.) Andrz. ex Czern., *Senecio euxinus* Minder, *Serratula coronata* L., *Silene cretacea* Fisch. ex Spreng., *Stellaria palustris* Retz., *Stipa adoxa* Klokov et Ossycznjuk, *Stipa asperella* Klokov et Ossycznjuk, *Stipa borysthenica* Klokov, *Stipa dasyphylla* (Czern. ex Lindem.) Trautv., *Stipa disjuncta* Klokov, *Stipa fallacina* Klokov et Ossycznjuk, *Stipa grafiana* Steven, *Stipa graniticola* Klokov, *Stipa maeotica* Klokov et Ossycznjuk, *Stipa tirsa* Steven, *Stipa zalesskii* Wilenski, *Syrenia talijevii* Klokov,

– *Tamarix gracilis*Willd., *Teucrium chamaedrys* L., *Teucrium scordium* L., *Teucrium stevenianum* Klokov, *Thalictrum foetidum* L., *Thymus ciliatissimus* Klokov, *Thymus kaljmijussicus* Klokov et Des.-Shost., *Thymus pseudopannonicus* Klokov, *Trachomitum sarmatiense* Woodson, *Tragopogon donetzicus* Artemcz., *Tragopogon podolicus* (DC.) Artemcz., *Tragopogon tanaiticus* Artemcz., *Trifolium caucasicum* Tausch, *Tulipa biflora* Pall., *Tulipa gesneriana* L., *Tulipa graniticola* (Klokov et Zoz) Klokov, *Tulipa ophiophylla* Klokov et Zoz, *Tulipa quercetorum* Klokov et Zoz,

– *Verbascum laxum* Filar. et Jav., *Veronica officinalis* L., *Veronica scutellata* L., *Veronica serpyllifolia* L., *Vincetoxicum jailicola* Tuz., *Vincetoxicum rossicum* (Kleopow) Barbar., *Viola cretacea* Klokov, *Viola lavrenkoana* Klokov, *Viola palustris* L.,

– *Wolffia arrhiza* (L.) Horkel exWimmer.

В рамках учебного материала и формирования постоянной экспозиции лаборатории большого практикума в 90-х гг. XX в. Д. Я. Зацепиной было инициировано оформление учебной аудитории № 512 с демонстрацией редких, охраняемых и эндемичных растений региона (рис. 9). На сегодня эта коллекция полностью уничтожена в результате военных действий, фотографический материал сохраняет некоторые сведения о проделанной большой работе. Более 20 лет на основании этой экспозиции проводили ботанические и экологические олимпиады, осуществляли подготовку биологов по классическому высшему образованию.

Рис. 9. Фрагмент экспозиции раритетных видов флоры Донбасса в лаборатории систематики цветковых растений кафедры ботаники и экологии ДонГУ, составитель Д. Я. Зацепина, 1999–2000 гг., слева направо: *Thymus pallasianus* subsp. *ciliatissimus* (Klokov) Cáp, *Butomus umbellatus* L., *Salvinia natans* (L.) All.

Опытным путем из всей экспозиции (см. рис. 1) было отобрано 4 объекта, имеющих наибольший фокус внимания (рис. 10), в том числе, по-видимому, и благодаря озвученному материалу во время экскурсии.

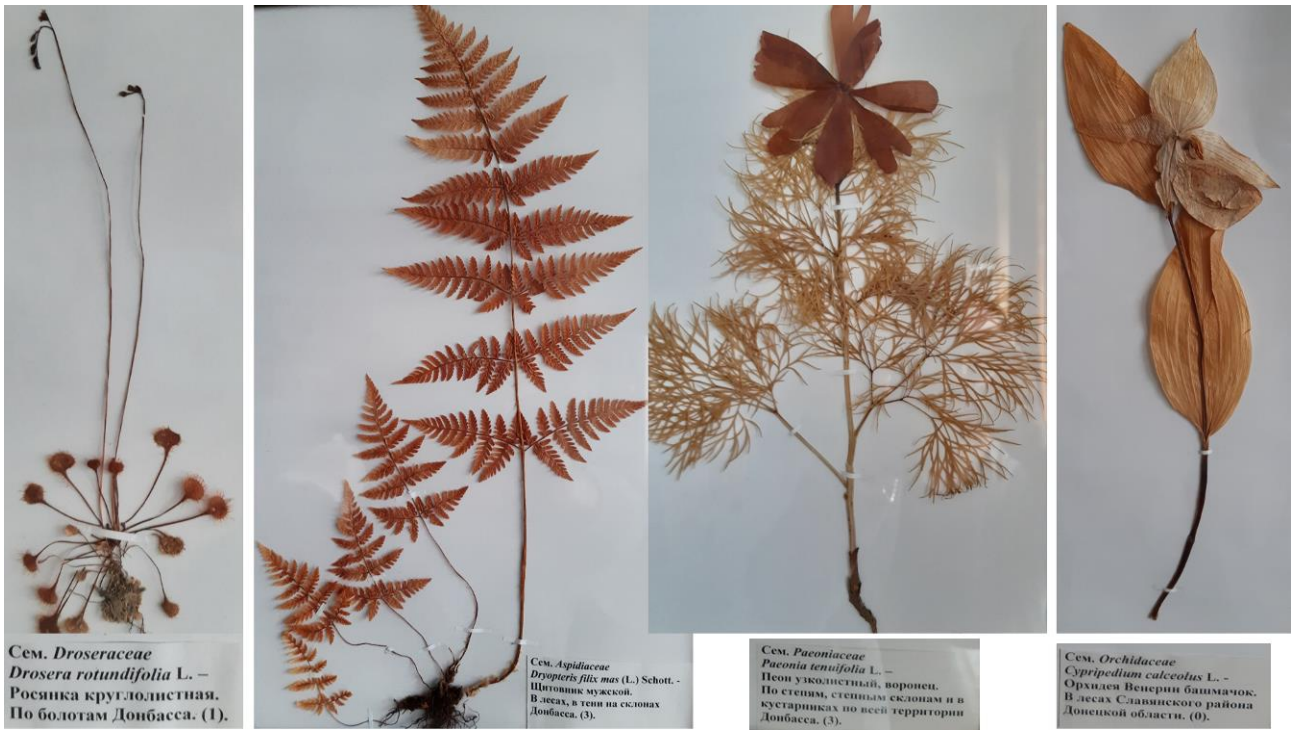


Рис. 10. Фрагмент экспозиции раритетных видов флоры Донбасса в ботаническом музее ДонГУ, составитель О. В. Петкогло, 2002–2022 гг., слева направо: *Drosera rotundifolia* L., *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott, *Paeonia tenuifolia* L., *Cypripedium calceolus* L.

В музее ботаническими раритетами являются экспонаты, отражающие успехи работы научной школы Ф. Л. Щепотьева по искусственному мутагенезу растений (рис. 11).

Рис. 11. Экспонаты ботанического музея ДонГУ по тематике искусственного мутагенеза, составитель Ф. Л. Щепотьев, 1980–1983 гг.

За счет высокой плотности скелетных структур генеративных органов древесных хвойных растений и части семенного материала селекционных форм *Juglans regia* L. на сегодня сохранены образцы растений сочинского «Дендрария» (рис. 12) – одного из центров современно биоразнообразия Юга России, а также итоговый экспонат докторской диссертации Ф. Л. Щепотьева (орехотека), неоднократно представленный в 80-х гг. XX в. на ВДНХ СССР в г. Москва на центральном стадионе «Космос» и получивший дважды серебряные медали за достижения в народном хозяйстве.

Рис. 12. Экспонаты ботанического музея ДонГУ по тематике дендрологии и селекции древесных культур, составитель Ф. Л. Щепотьев, 1971–1985 гг.

По важности в списке раритетов региональным эксклюзивом выделяется и коллекция органогенных подземных пород, сформированных доминирующими видами растений в каменноугольный период (рис. 13), что на современном этапе цивилизации и эксплуатации природных ресурсов предопределило специфику экономики и стремительное индустриальное развитие Донбасса в целом.

Рис. 13. Экспонаты ботанического музея ДонГУ по тематике органогенных пород в Донбассе, составители О. В. Петкогло, А. И. Сафонов, 1996–2022 гг.

По результатам начального поискового и ретроспективного анализа были идентифицированы представители вымерших растений следующих таксономических групп: *Stigmaria, Lepidodendron, Sigillaria, Calamites, Neuropteris*. По отделам современных растений рассматриваемые группы аналогичны хвощам, плаунам, папоротникам и первичным голосеменным, что важно при проведении глубокого ботанико-исторического анализа в реконструкции палеоклиматических ситуаций и сценариев развития растительного мира в глобальном эволюционном процессе.

С 2015 г. на кафедре по инициативе студентов начали формировать коллекцию мохообразных [3, 4, 15, 30] – специализированную бриотеку, которая на сегодня насчитывает более 400 образцов. Изучение мохообразных в степной зоне Восточной Европы не было приоритетной научной задачей ботаников до тех пор, пока не было установлено их уникальное свойство проявлять индикационные способности для диагностики состояния природных и техногенно трансформированных сред. Появившиеся научные публикации стали стимулом для продвижения и систематических вопросов в изучении бриофитов в качестве мониторов по ингредиентному и морфофункциональному критериям в промышленных ландшафтах. Современные списки наиболее раритетных бриофитов для территории Донбасса включают *Brachythecium albicans* (Hedw.) Bruch et al., *Dicranella cerviculata* (Hedw.) Schimp., *Ditrichum pussilum* (Hedw.) Hampe., *Homomallium incurvatum*

(Schrad. ex Brid) Loeske, *Marchantia polymorpha* L. и *Pleuridium acuminatum* Lindb. Единичные места регистрации установлены для видов мохообразных *Abietinella abietina* (Hedw.) M. Fleisch., *Dicranum fulvum* Hook., *Didymodon fallax* (Hedwig) R. H. Zander, *Grimmia pulvinata* (Hedw.) Sm., *Hamatocaulis vernicosus* (Mitt.) Hedenäs, *Mnium lycopodioides* Schwägr., *Orthotrichum diaphanum* Brid., *Plagiomnium* affine (Blandow ex Funck) T. J. Kop.

Важно отметить, что современные мировые тенденции по цифровизации ботанических объектов, в первую очередь гербарных сборов, не представляются возможными на территории ведения активных военных действий, поскольку предполагают обязательное уточнение геолокалитета в координатном эквиваленте и свободный доступ к информации, что недопустимо в сложившихся условиях социально-политического конфликта.

В качестве перспектив для развития коллекционного процесса на кафедре ботаники и экологии актуальны лучшие отечественные практики:

– живые дендрологические коллекции [28];
– планомерные наблюдения за существующими объектами флорокомплексов [6];
– возможные ценопопуляционные описания редких видов растений [2];
– учет новых находок видов растений, имеющих статус охраняемых [5, 31];
– многофункциональный региональный мониторинг, в том числе экологический [7, 8];
– формирование актуальных тематических экспозиций, проведение экскурсий [14, 27];
– возможное формирование интерактивной базы данных о состоянии растений [26];
– сохранение авторских и историко-культурных экспедиционных сведений [8, 32].

Учитывая удовлетворительную сохранность гербарных коллекций в тематическом направлении сорно-рудеральной фракции флоры (более 50 лет в репрезентативной повторности более 10 гербарных образцов одного вида в каждый год сборов) и устойчивую потребность в проведении эколого-токсикологического мониторинга, возможно проследить изменчивость климат-зависимых структур растений при установлении заключений о направлениях в трансформации микроклиматических показателей. Особо ценные экземпляры и представленность раритетных видов в местах сбора и сохранения для будущих исследований могут быть перспективны в вопросах молекулярно-генетических экспертиз или прикладных фармацевтических экспериментов, а также в вопросах геохимической аналитики для антропогенно трансформированной территории Донбасса.

Заключение

За 58-летний период плодотворной работы кафедры ботаники и экологии Донецкого государственного университета было много успешных программ, направленных на обеспечение высокого уровня образования и подготовку специалистов, в том числе ботанико-экологического профиля: формирование кафедрального гербария, проведение системного обучения студентов, в том числе на территориях баз практик, биологических стационаров и в периоды инициативных экспедиций, создание и функционирование музея кафедры как места сборка ценных артефактов и выставочной деятельности, проведения экскурсий и привлечения внимания школьников в профориентационной работе. Все эти достижения были осуществлены благодаря самоотверженной и профессиональной работе коллектива кафедры.

Однако, нужно планировать в долгосрочной перспективе грамотное ведение коллекционной работы: 1) пройти регистрацию гербария в международных базах; 2) провести детальную инвентаризацию и составить каталог имеющихся образцов, включая раритетные; 3) выстроить единую номенклатуру и систематический подход в комплектации всего накопленного материала; 4) обеспечить соблюдение необходимых санитарно-микроклиматических условий для сохранения сборов, которые в мировой практике имеют эквивалент раритетным.

Таким образом, к 2023 г. сформировалась необходимость представить некоторые аспекты деятельности структурного подразделения университета в связи с угрозой их утраты в результате военных действий в Донбассе с 2014 г. по настоящее время.

Благодарности

Автор выражает благодарность заведующей музеем кафедры ботаники и экологии О. В. Петкогло за добросовестную работу на протяжении 45 лет по сохранению и увеличению коллекционного фонда музея, подготовку интересных экскурсий и грамотное ведение хронологического документооборота кафедры в целом; старшему преподавателю кафедры журналистики Донецкого государственного университета Е. А. Кухаренко за пристальное внимание к экспозициям ботанического музея (фото используются на рис. 1, 11 и 12 настоящей публикации), освещение некоторых аспектов деятельности кафедры ботаники и экологии в средствах массовой информации, привлечение студентов-журналистов в рамках фотографической практики.

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Работа выполнена в рамках инициативной научной темы кафедры ботаники и экологии Донецкого государственного университета «Ботаника антропотехногенеза: индикация и оптимизация», № 0122D000085 без дополнительного финансирования сторонними организациями.

Список литературы

1. *Авраимова Т. В., Сафонов А. И.* Экологические разработки в Донбассе: библиографический учёт и популяризация научных исследований // Научные и технические библиотеки. 2023. № 3. С. 30–42. DOI : 10.33186/1027-3689-2023-3-30-42. EDN : BLUFHQ.

2. *Безрученко Т. С., Семенищенков Ю. А.* Результаты мониторинга состояния ценопопуляций редких видов растений семейства Орхидных и перспективы их охраны в Фокинском участковом лесничестве (Брянская область) // Ученые записки Брянского государственного университета. 2021. № 2 (22). С. 14–24. EDN : KAUCWC.

3. *Беспалова С. В., Горецкий О. С., Рева М. В., Прокопенко Е. В., Сафонов А. И.* Аспекты изучения биоразнообразия в Центральном Донбассе : инвентаризация, оценка природных сред, регистрация антропогенных трансформаций // Степная Евразия – устойчивое развитие. Ростов-на-Дону : ЮФУ, 2022. С. 179–181. EDN : LUJGKG.

4. *Бондарь Е. Н.* Мохообразные Донбасса как объект выставочной работы // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». 2023. Т. 1, № 15. С. 29–33. EDN : CVEDQF.

5. *Булохов А. Д., Панасенко Н. Н., Семенищенков Ю. А., Харин А. В., Купреев В. Э.* Находки редких видов сосудистых растений и лишайников в Брянской области в 2018–2021 гг. // Разнообразие растительного мира. 2021. № 3 (10). С. 37–45. DOI : 10.22281/2686-9713-2021-3-37-45. EDN : VBOAPB.

6. *Владимиров Д. Р., Гладилин А. А., Гнеденко А. Е., Глухов А. И., Грудинская В. А., Здравчев Н. С., Лебедев П. А., Минин А. А., Мироненко И. В., Сенатор С. А., Симакова К. А., Тихомирова А. В., Шайкина М. Н., Шипилина Л. Ю., Ширяев А. Г., Юрманов А. А., Янцер О. В.* Методика ведения фенологических наблюдений. СПб. : Альпина ПРО, 2023. 208 с. EDN : HRYVJA.

7. *Волдаева С. Ю., Волкова Е. М.* Гербарий ТулГУ как основа для мониторинга флоры Тульской области // Вестник Тульского государственного университета. 2021. С. 607–612. EDN : HCCCPX.

8. *Волдаева С. Ю., Волкова Е. М.* Состояние гербарного фонда Тульского государственного университета // Флора и растительность Центрального Черноземья – 2021. п. Заповедный : Издательский дом ВИП, 2021. С. 12–13. EDN : JONMIK.

9. *Гермонова Е. А., Сафонов А. И.* Анализ ботанико-экологической информации по геолокации в промышленном Донбассе // Донецкие чтения 2019: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности. Донецк : ДонНУ, 2019. С. 202–204. EDN : XFYXFQ.

10. *Горецкий О. С., Столярова Т. П., Сафонов А. И.* К 115-летию выдающегося биолога Фёдора Львовича Щепотьева (1906–2000) // Историко-биологические исследования. 2021. Т. 13, № 4. С. 169–183. DOI : 10.24412/2076-8176-2021-4-169-183. EDN : ZUJVDA.

11. *Горецкий О. С., Столярова Т. П., Сафонов А. И.* К 100-летию основателя Донецкого ботанического сада М. Л. Ревы (1922–1996) // Историко-биологические исследования. 2023. Т. 15, № 1. С. 187–204. DOI : 10.24412/2076-8176-2023-1-187-204. EDN : CHZGFD.

12. *Григорьевская А. Я., Владимиров Д. Р., Субботин А. С.* Перспективы создания и практического использования регионального флористического ресурса «Цифровой гербарий сосудистых растений – VORG» // Коллекции как основа изучения генетических ресурсов растений и грибов. СПб. : Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН, 2022. С. 10. EDN : RZDZNP.

13. *Кухаренко Е. А.* Год истории Донбасса. О доисторическом периоде [Электронный ресурс]. URL : http://news.donnu.ru/2018/07/11/doistoricheskij-donbass-tajny-zhizni-do-poyavleniya-lyudej-i-dinozavrov/ (дата обращения 01.11.2023).

14. *Минеева Л. Ю., Борисова И. Н., Бугаенко Л. С., Агапова И. Б.* Краткие итоги формирования и сохранения коллекций растений в ботаническом саду ИВГУ (2007–2017 гг.) // Научные труды Чебоксарского филиала Главного ботанического сада им. Н. В. Цицина РАН. 2018. № 11. С. 76–81. EDN : YWXGEX.

15. *Морозова Е. И., Сафонов А. И.* Видовой состав, особенности произрастания и морфометрическая характеристика мхов-индикаторов г. Макеевки // Донецкие чтения 2017: Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса. Донецк : ДонНУ, 2017. С. 100–101. EDN : YOUSVF.

16. *Петкогло О. В., Сафонов А. И.* Научный ресурс ботанического музея в Донецке // Донецкие чтения 2016. Образование, наука и вызовы современности. Донецк : ЮФУ, 2016. С. 139–140. EDN : WCLWCT.

17. *Петкогло О. В., Сафонов А. И.* Ретроспективный анализ интерьерной и ландшафтной фитооптимизации промышленной среды (к 100-летию профессора М.Л. Ревы) // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. 2022. № 3. С. 72–79. EDN : GTDLEL.

18. *Розно С. А., Рузаева И. В., Жавкина Т. М., Рогулева Н. О., Янков Н. В., Помогайбин А. В., Соболева М. Н.* Ботанический сад Самарского университета – ex-situ рефугиум раритетных растений аборигенной и экзотической флор // Проблемы ботаники: история и современность. Воронеж : Цифровая типография, 2020. С. 320–324. EDN : VFAIQK.

19. *Сафонов А. И.* Специфика подготовки учебно-методической продукции ботанико-экологического содержания для научной библиотеки ДонНУ // Донецкие чтения 2019: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности. Донецк : ДонНУ, 2019. С. 294–297. EDN : AZCFDC.

20. *Сафонов А. И.* Актуальные позиции индикационных разработок на кафедре ботаники и экологии ДонНУ // Донецкие чтения 2020: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности. Донецк : ДонНУ, 2020. С. 252–254. EDN : IGTWBF.

21. *Сафонов А. И.* Фитоиндикационная тематика в учебном процессе на кафедре ботаники и экологии ДонНУ // Проблемы экологического образования в XXI веке. Владимир : АРКАИМ, 2021. С. 121–126. EDN : PDBBMU.

22. *Сафонов А. И.* Опыт проведения экологической олимпиады в вузах Донбасса (2015–2023 гг.) // Куражсковские чтения. Астрахань : Астраханский гос. ун-т, 2023. С. 431–435.

23. *Сафонов А. И., Глухов А. З.* Фитомониторинг антропогенно измененной среды: формализация терминологии и реализация на практике // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. 2023. № 3. С. 62–70. EDN : NTNOHR.

24. *Сафонов А. И., Глухов А. З., Приходько С. А., Гридько О. А.* Образовательные технологии подготовки биологов специализации по садово-парковому дизайну в Донецком национальном университете // Проблемы и перспективы развития современной ландшафтной архитектуры. Симферополь : Ариал, 2017. С. 73–75. EDN : ZKZGCB.

25. *Сафонов А. И., Морозова Е. И.* Редкие виды мохообразных Донецко-Макеевской промышленной агломерации // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2018. № 1–2. С. 33–43. EDN : XRAFBR.

26. *Семенищенков Ю. А., Булохов А. Д., Волкова Е. М., Полуянов А. В.* База данных по мезофитным широколиственным лесам юго-западной России // Растительность Восточной Европы и Северной Азии. Брянск : Брянский гос. ун-т, 2020. С. 51. EDN : EOTUNT.

27. *Семенищенков Ю. А., Панасенко Н. Н.* Экспозиция «Гербарий Брянского государственного университета имени академика И. Г. Петровского» // Ученые записки Брянского государственного университета. 2018. № 2 (10). С. 78–80. EDN : KUJUMB.

28. *Солтани Г. А.* Раритеты коллекции сочинского «Дендрария» // Hortus Botanicus. 2019. Т. 14. С. 186–245. DOI : 10.15393/j4.art.2019.6545. EDN : COAQDY.

29. *Фомина А. Д.* Гербарное дело – основа научной идентификации данных о природе в Донбассе (на примере отдельных таксонов) // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». 2023. № 15. С. 126–130. EDN : KBISUN.

30. *Цеплая Е. А.* Экспозиция мохообразных как наглядно-иллюстративная часть бриотеки кафедры ботаники и экологии ДонНУ // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». 2021. № 13. С. 181–185. EDN : XOOYUI.

31. *Щербаков А. В., Григорьевская А. Я., Владимиров Д. Р., Субботин А. С., Мирошникова А. А., Якименко О. В., Фатин С. Н.* Охраняемые сосудистые растения Воронежской области. Воронеж : Цифровая полиграфия, 2021. 445 с. EDN : KAOOYP.

32. *Щербаков А. В., Сенатор С. А.* Брянский гербарий БИН РАН (LE) и Черниговская ботаническая экспедиция под руководством И. И. Спрыгина // Фиторазнообразие Восточной Европы. 2023. Т. 17, № 2. С. 191–199. DOI : 10.24412/2072-8816-2023-17-2-191-199. EDN : EBRYGJ.

Safonov A. I. **Expositions of rare plants at the Department of Botany and Ecology of Donetsk State University. –** Fragments of exhibition work at the Department of Botany and Ecology of Donetsk State University are presented: an exposition of protected plants of Donbass, separate stands in the educational laboratories of a large workshop and taxonomy of higher plants, author's herbarium collections of leading florologists of the Department of Botany and Ecology of Donetsk State University, exhibits of the botanical museum on artificial mutagenesis, dendrology and organogenic rocks in the Donetsk region. The value of the photographs presented lies in the threat of their loss and the difficulty of preserving them due to the current military-political conditions in the Donbass.

Key words: Donbass, protected plants, rare plants, rare species, valuable collections, herbarium, botanical museum, phytoindication, Donetsk State University.

ФАУНА, ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ЖИВОТНОГО МИРА
FAUNA, ECOLOGY AND PROTECTION OF THE ANIMAL KINGDOM

УДК 598.294

© **Е. В. Прокопенко, К. И. Остроух**

БИОТОПИЧЕСКОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И ЧИСЛЕННОСТЬ ДОМОВОГО И ПОЛЕВОГО ВОРОБЬЕВ В г. ДОНЕЦКЕ

ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»
Россия, 283050, ДНР, г. Донецк, ул. Щорса, 46
helen_procop@mail.ru

Прокопенко Е. В., Остроух К. И. **Биотопическое распределение и численность домового и полевого воробьев в г. Донецке.** – Численность *Passer domesticus* L., 1758 в урбанизированных ландшафтах в марте 2023 г. более чем в 1,5 раза выше, чем численность *P. montanus* L., 1758. Наибольшая средняя численность воробьев отмечена в городских древесных насаждениях. В районах жилой застройки численность воробьев значительно снижается, причем в одноэтажной застройке она выше, чем в многоэтажной. Какие-либо значимые отличия в биотопических предпочтениях двух видов воробьев не отмечены. Кластерный анализ исследованных биотопов по показателям численности воробьев демонстрирует высокое своеобразие городских древесных насаждений и значительное сходство – кварталов одно- и многоэтажной застройки.

Ключевые слова: воробьи, урбанизация, фауна.

Введение

Исследования синантропных видов птиц представляют особый интерес в связи с тем, что формирование авифауны в условиях антропогенного ландшафта сопровождается коренными изменениями наиболее консервативных сторон их биологии [3]. Кроме того, урболандшафт, наряду с мозаичностью и пестротой своей структуры, не является неизменным, а довольно быстро эволюционирует, расширяется и перестраивается. Поэтому характеристики населения птиц постоянно изменяются, следуя за трансформацией окружающей среды. В связи с этим получение современных данных о параметрах популяций синантропных видов птиц сохраняют актуальность.

Целью данной работы было изучить биотопическое распределение и показатели численности домового и полевого воробьев в урболандшафте на примере Ворошиловского и Буденновского районов г. Донецка.

Материал и методы исследования

Учеты домового и полевого воробьев (*Passer domesticus* L., 1758; *Passer montanus* L., 1758) проводились площадочным методом в Буденновском и Ворошиловском районах г. Донецка в марте 2023 г. Применялся сознательно-выборочный способ закладки площадки, когда одна–две площадки отбираются в наиболее типичных (с точки зрения исследователя) участках биотопа [2, 4, 6]. Метод позволяет охватить сравнительно небольшим числом площадок все основные местообитания птиц на изучаемой территории.

В Буденновском районе было заложено три учетных площади суммарной площадью 0,78 км^2 (рис. 1). Обследованы следующие типы местообитаний: одноэтажная жилая застройка (№ 1), четырехэтажная жилая застройка (№ 2), девятиэтажная жилая застройка (№ 3). На территории Ворошиловского района было заложено пять учетных площадок суммарной площадью 1,08 км^2 (рис. 2). Обследованы следующие типы местообитаний: благоустроенный парк (№ 1), лиственное древесное насаждение с грунтовыми тропинками и старыми деревьями (№ 2), сквер (№ 3), одноэтажная жилая застройка (№ 4), девятиэтажная жилая застройка (№ 5).

При расчете средних значений численности использовалась процедура бутстрэп-анализа (bootstrap; number of bootstrap replicates 9999), статистическая обработка данных произведена в программе Past [7].

© **Прокопенко Е. В., Остроух К. И., 2023**

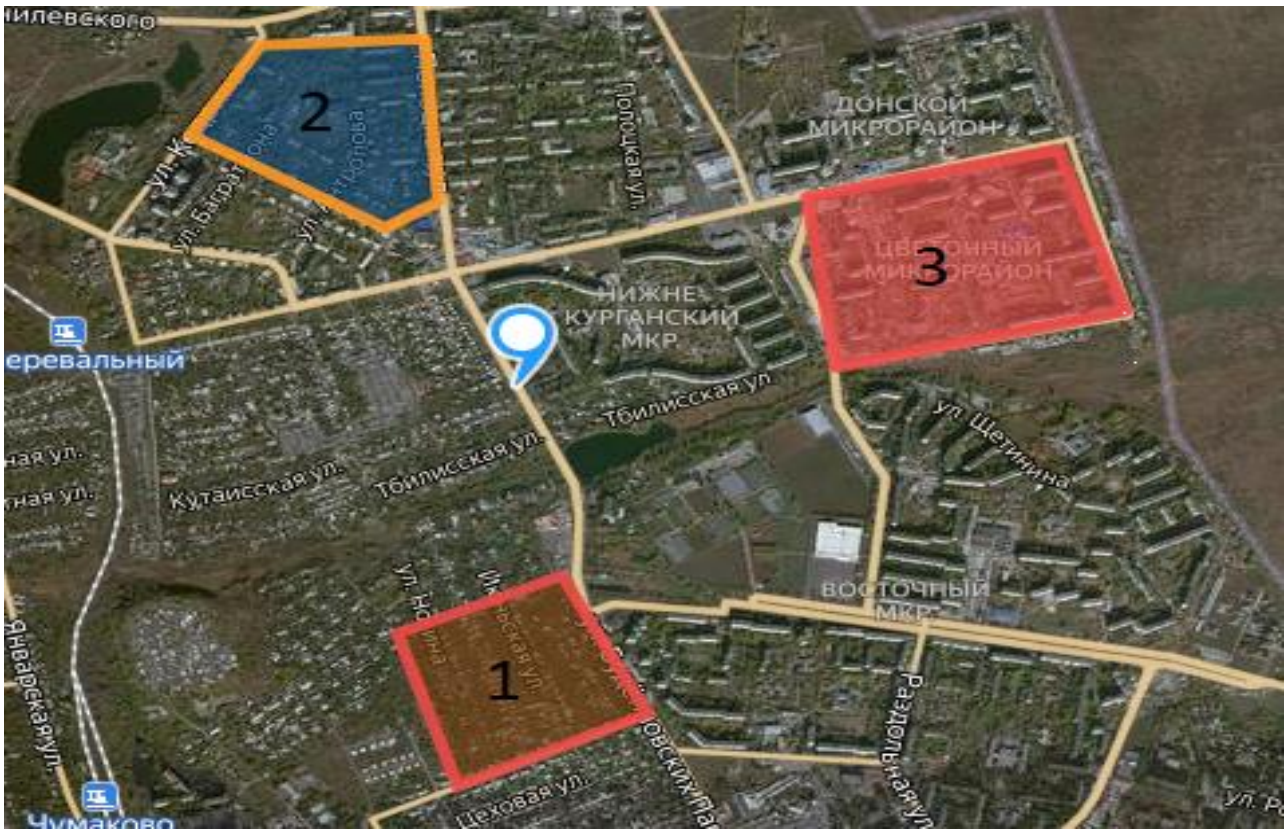


Рис. 1. Расположение обследованных площадок в Буденновском районе г. Донецка (источник – Яндекс. Карты; обозначения площадок – в табл. 1)

Рис. 2. Расположение обследованных площадок в Ворошиловском районе г. Донецка (источник – Яндекс. Карты; обозначения площадок – в табл. 1)

Результаты и обсуждение

Результаты проведенных учетов представлены в табл. 1. Средняя численность *P. domesticus* составила 58,1 ± 8,2 экз./км^2. Для *P. montanus* этот показатель значительно ниже – 37,2 ± 2,4 экз./км^2.

Наибольшая средняя численность воробьев отмечена в древесных насаждениях: *P. domesticus* – 76,7 экз./км^2, *P. montanus* – 44,7 экз./км^2 (рис. 3). В районах жилой застройки численность воробьев значительно снижается. Минимальные значения зарегистрированы в четырехэтажной застройке: *P. domesticus* – 42,4 экз./км^2, *P. montanus* – 28,3 экз./км^2. В районах многоэтажных домов и одноэтажной застройки показатели численности следующие: *P. domesticus* – 45,5 и 50,6 экз./км^2, соответственно; *P. montanus* – 30,7 и 36,9 экз./км^2, соответственно.

В городских древесных насаждениях численность домового воробья колеблется от 56,6 до 110,2 экз./км^2. Наибольшей она была в городском сквере. Численность полевого воробья в этом типе биотопов варьировала от 31,6 до 51,8 экз./км^2 с максимумом в древесном насаждении в Ворошиловском районе (№ 2).

Таблица 1

Численность домового и полевого воробьев в исследованных биотопах

Район	Биотоп	Численность (экз./км^2)	
		P. domesticus	*P. montanus*
Буденновский р-н	Одноэтажная застройка (№ 1)	49,7	36,2
	Четырехэтажная застройка (№ 2)	42,4	28,3
	Девятиэтажная застройка (№ 3)	59,3	32,9
Ворошиловский р-н	Благоустроенный парк (№ 1)	63,3	31,6
	Древесное насаждение (№ 2)	56,6	51,8
	Сквер (№ 3)	110,2	50,8
	Одноэтажная застройка (№ 4)	51,6	37,5
	Девятиэтажная застройка (№ 5)	31,6	28,4
Среднее значение		58,1	37,2

Таким образом, изменение численности двух видов воробьев в исследованных биотопах имеет сходную тенденцию возрастания в древесных массивах и одноэтажной застройке и снижения – в многоэтажной застройке. Какие-либо значимые отличия в биотопических предпочтениях не отмечены (критерий λ Колмогорова-Смирнова равен 0,56).

Взаимодействие двух видов воробьев в урбанизированных ландшафтах в последние десятилетия стало предметом многочисленных исследований [1, 3]. Устоявшиеся взгляды относят к предпочитаемым биотопам для полевого воробья зеленую, рудеральную и промышленную зоны, в селитебной зоне – одноэтажную застройку, коллективные сады [1]. Для домового воробья предпочитаемым считается центр города, в частности – районы многоэтажной застройки. Высказывались предположения о вытеснении домового воробья полевым, о резком сокращении численности первого вида. В целом ряде населенных пунктов России отмечалось увеличение численности полевого воробья в кварталах многоэтажной застройки [3].

Определяющими факторами заселения воробьями городских кварталов являются, по-видимому, не наличие мест для устройства гнезд, которых достаточно много, а доступность кормовых объектов, поскольку у данных видов требования к кормовым стациям в период гнездования значительно отличаются [5]. Полевых воробьев большей частью привлекают места с древесно-кустарниковой растительностью, особенно поймы рек, луга, степи, кустарниковые заросли, где происходит сбор корма для птенцов.

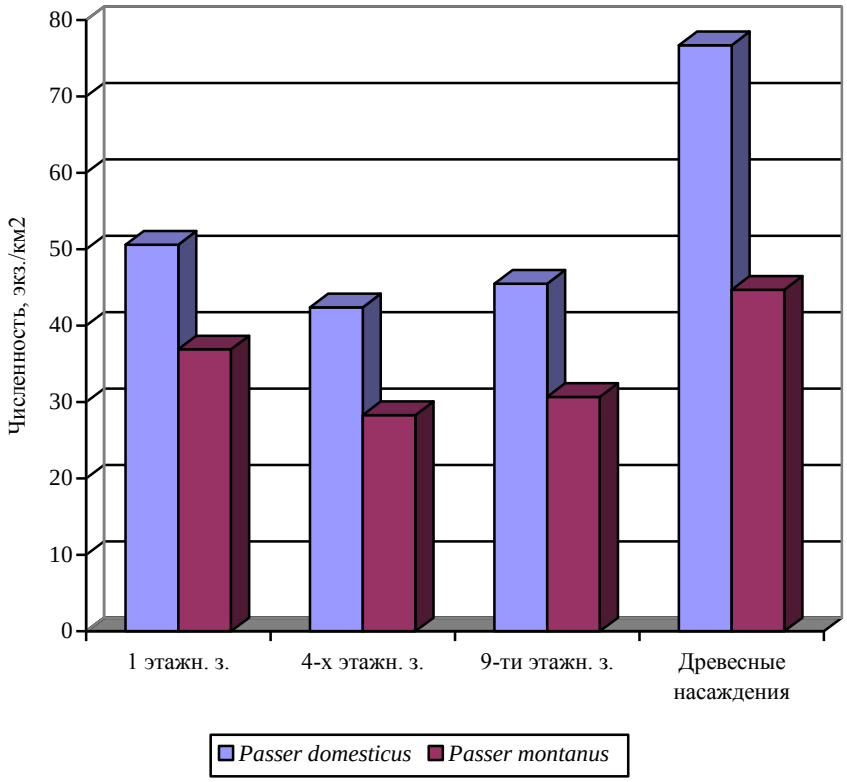
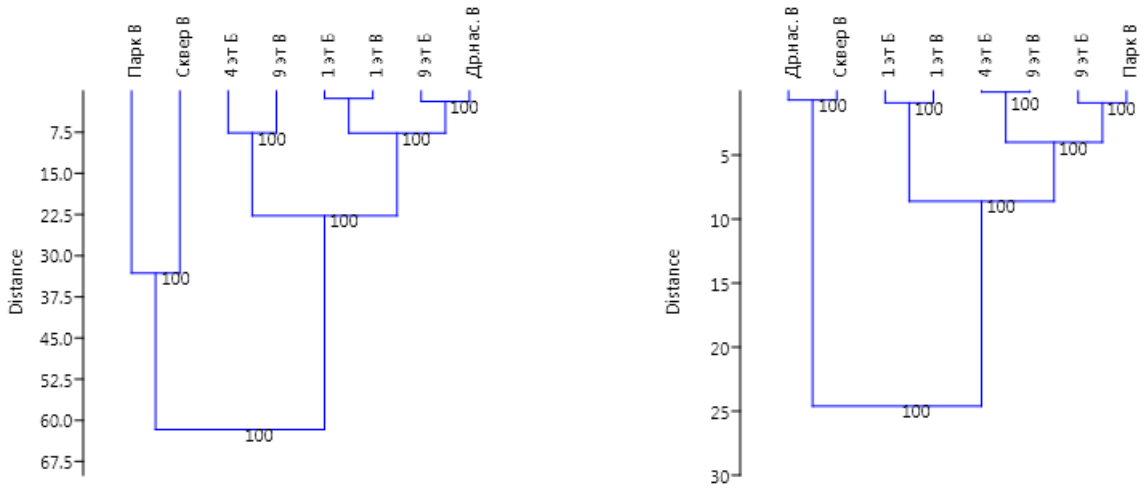


Рис. 3. Численность воробьев в исследованных биотопах

Домовые воробьи собирают корм на поверхности земли, предпочитая участки низкой и редкой травянистой растительности, либо без таковой. Кроме того, в ходе выкармливания птенцов взрослые полевые воробьи переходят на преимущественное питание беспозвоночными. Домовые воробьи в этот период наряду с насекомыми употребляют достаточно большое количество растительной пищи, в том числе кухонных остатков [5]. Таким образом, для более полного анализа биотопических предпочтений и распределения воробьев в условиях г. Донецка необходимо провести исследования их кормового поведения.

Анализ исследованных биотопов по показателям численности воробьев методами кластеризации показал высокое сходство кварталов одноэтажной застройки, где для них создаются благоприятные условия для поиска пищи и гнездования (рис. 4).



P. domesticus ***P. montanus***

Рис. 4. Дендрограмма сходства исследованных биотопов по показателям численности воробьев (Евклидово расстояние, метод Ворда, number of bootstrap replicates 9999): Ворошиловский р-н: Парк В (№ 1), Древ. нас. В (№ 2), Сквер В (№ 3), 1 эт В (№ 4), 9 эт В (№ 5); Буденновский р-н: 1 эт Б (№ 1), 4 эт Б (№ 2), 9 эт Б (№ 3)

Высокое сходство имеют также районы многоэтажной застройки (четырех- и девятиэтажные). Девятиэтажная застройка в Буденновском районе демонстрирует сходство с древесными насаждениями Ворошиловского района, возможно, вследствие своего положения на окраине города и соседства с сельскохозяйственными полями и лесополосами. С другой стороны, городские древесные насаждения значительно отличаются от остальных биотопов.

Выводы

Численность *P. domesticus* в урбанизированных ландшафтах в марте 2023 г. более чем в 1,5 раза выше, чем численность *P. montanus*. Наибольшая средняя численность воробьев отмечена в городских древесных насаждениях. В районах жилой застройки численность воробьев значительно снижается, причем в одноэтажной застройке она выше, чем в многоэтажной. Каких-либо значимых отличий в биотопических предпочтениях двух видов воробьев не отмечено. Кластерный анализ исследованных биотопов по показателям численности воробьев демонстрирует высокое своеобразие городских древесных насаждений и значительное сходство – кварталов одно- и многоэтажной застройки.

Список литературы

1. *Барановский А. В.* Механизмы экологической сегрегации домового и полевого воробьёв : монография. Рязань, 2010. 192 с.

2. *Воробьев Г. П.* Открытое гнездование домового воробья (*Passer domesticus*) в городском ландшафте // Орнитология. М., 1991. Вып. 25. С. 182–183.

3. *Глушенков О. В., Яковлев А. А.* Влияние урбанистического и социального факторов на популяции домового и полевого воробья // Бутурлинский сборник : Матер. V Междунар. Бутурлинских чтений (Ульяновск, 22–24 сентября 2015 г.). Ульяновск : Изд-во «Корпорация технологий продвижения». С. 116–128.

4. *Гудина А. Н.* Методы учета гнездящихся птиц: картирование территорий. Запорожье, 1999. 241 с.

5. *Доржиев Ц. З., Саая А. Т.* Экология гнездования домового воробья *Passer domesticus* в Южной Сибири // Baikal Zoological Journal. 2023. № 1 (33). С. 16–26.

6. *Романов В. В.* Методы исследований экологии наземных позвоночных животных: количественные учеты : учеб. пособие. Владимир : Изд-во Владимирского гос. ун-та, 2005. С. 16–20.

7. *Hammer Ø., Harper D. A. T., Ryan P. D.* PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis // Palaeontologia Electronica. 2001. Vol. 4, iss. 1. 9 p. URL : http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm

Prokopenko E. V., Ostroukh K. I. Biotopic distribution and abundance of house and field sparrows in Donetsk. – The number of *Passer domesticus* L., 1758 in urbanized landscapes in March 2023 is more than 1,5 times higher than the number of *P. montanus* L., 1758. The highest average numbers of sparrows were recorded in urban tree plantations. Sparrow numbers were significantly lower in residential areas, and higher in single-storey buildings than in multi-storey buildings. No significant differences in biotopic preferences of the two sparrow species were observed. Cluster analysis of the studied biotopes according to sparrow abundance indicators demonstrates high diversity of urban tree plantations and significant similarity between single- and multi-storey building blocks.

Key words: sparrows, urbanization, fauna.

УДК 576.89

© Л. В. Скрипка[1], С. В. Калиберда[1], Т. Н. Рожкова[1], Е. Н. Маслодудова[2]

АНАЛИЗ РАСПРОСТРАНЕННОСТИ ПАРАЗИТОЗОВ СРЕДИ НАСЕЛЕНИЯ Г. МАКЕЕВКИ ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ

[1]ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Донецкой Народной Республике»
Россия, 283015, ДНР, г. Донецк, ул. Любавина, 3
[2]ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»
Россия, 283050, ДНР, г. Донецк, ул. Щорса, 46
e.n.maslodudova@mail.ru

Скрипка Л. В., Калиберда С. В., Рожкова Т. Н., Маслодудова Е. Н. **Анализ распространенности паразитозов среди населения г. Макеевки Донецкой Народной Республики.** – В работе представлены результаты анализа данных официальной статистической отчетности о распространении паразитозов среди населения г. Макеевки ДНР за период 2020–2022 гг. Также проведен анализ эпидемиологического обследования микроочагов паразитозов. За отчетные три года отмечена тенденция к снижению численности паразитарных заболеваний, таких как лямблиоз, аскаридоз, энтеробиоз, чесотка. Отмечено значительное преобладание в численности заражения детского населения такими инвазиями как энтеробиоз и аскаридоз. Зарегистрированы в единичных случаях, но очень опасные способностью высокой иррадиации яиц во внешнюю среду, такие паразитозы как эхинококкоз, токсокароз и, единственный трансмиссивно передающийся кровососущими комарами, дирофиляриоз.

Ключевые слова: паразитозы, лямблиоз, аскаридоз, энтеробиоз, трихуроз, эхинококкоз, токсокароз, дирофиляриоз, педикулез, чесотка, г. Макеевка.

Введение

Город Макеевка расположен к востоку от г. Донецка, входит в Донецкую агломерацию. Его территория представлена пятью административными районами. Численность населения на 1 января 2023 г. составляла 364200 человек.

На здоровье населения крупного промышленного города отрицательно сказывается техногенное загрязнение из-за предприятий угольной, металлургической, коксохимической промышленности, машиностроения.

Также определенную опасность для здоровья населения представляют паразитозы, занимающие значительное место среди всех инфекционных болезней [1, 4].

Распространенности паразитозов и поддержанию или появлению новых очагов способствуют многие факторы, прежде всего, высокая контагиозность возбудителей, наличие факторов и поддержание путей передачи.

Наличие паразитарного загрязнения окружающей среды связано с многими социальными факторами: недостаточный уровень водоснабжения, несоблюдение санитарно-гигиенических норм проживания в больших городах, отсутствие контроля за увеличением числа безнадзорных собак и кошек, являющихся носителями возбудителей таких паразитозов как токсокароз, эхинококкоз, дирофиляриоз, токсоплазмоз.

Цель нашего исследования – провести анализ распространенности паразитозов среди населения г. Макееевки ДНР.

В задачи исследования входило: изучение распространенности паразитозов среди населения г. Макеевки; эпидемиологический анализ паразитарной заболеваемости у разных возрастных категорий; рекомендации профилактических мероприятий по ликвидации очагов паразитозов.

Материал и методы исследования

В работе использованы данные официальной статистики (сведения об эпидемиологической ситуации по паразитарным заболеваниям г. Макеевки за период 2020–2022 гг.). В 2020 г. в Макеевке зарегистрировано 1065 случаев новых больных паразитарными заболеваниями, что составляет 287,0 на 100 тыс. населения, в 2021 г. – 790 случаев (214,0 на 100 тыс. населения), в 2022 г. – 416 случаев (114,2 на 100 тыс. населения).

© Скрипка Л. В., Калиберда С. В., Рожкова Т. Н., Маслодудова Е. Н., 2023

Результаты и обсуждение

Видовой спектр возбудителей паразитозов представлен десятью видами, относящимися к разным систематическим группам – протозоозы, гельминтозы, энтомозы, акаридозы.

Таблица 1

Паразитарная заболеваемость населения г. Макеевки в 2020–2022 гг.

Паразитозы	2020		2021		2022	
	Зарегистрировано случаев заболеваний всего	В том числе у детей (до 17 лет включительно, всего)	Зарегистрировано случаев заболеваний всего	В том числе у детей (до 17 лет включительно, всего)	Зарегистрировано случаев заболеваний всего	В том числе у детей (до 17 лет включительно, всего)
Лямблиоз	81	40	56	25	36	15
Аскаридоз	57	53	37	32	17	13
Энтеробиоз	565	549	403	391	161	155
Трихуроз	1	-	-	-	-	-
Эхинококкоз	1	-	2	-	-	-
Токсокароз	3	-	1	-	1	-
Дирофиляриоз	-	-	1	-	2	-
Чесотка	154	57	123	35	97	28
Педикулёз	-	-	167	134	-	-
Укусы клещей	316	175	488	269	-	-

Энтеробиоз. Контагиозный паразитоз. Контактный путь передачи возбудителя реализуется по укороченной цепи, от человека к человеку. Численность зараженных возрастает на фоне паразитарного загрязнения внешней среды при ухудшении социальных условий жизни. Основной контингент зараженных энтеробиозом – дети в возрасте до 17 лет – 96–97 % в сумме заболевших.

Сравнивая показатели выявляемости энтеробиоза за период 2020–2022 гг. следует отметить тенденцию к снижению в каждом последующем году (см. табл. 1).

Абсолютные показатели в 2020 г. составили 565 случаев, в 2021 г. – 403, в 2022 г. – 161 случай. Показатели детского заражения, хотя и снизились в 2,5 раза в 2022 г., все же остаются высокими – 239,9 на 100 тыс. населения. По-видимому, это связано с невыполнением графиков своевременного и в полном объеме обследования организованных детей в связи с дистанционной формой обучения. Обследование школьников начальных классов проводилось по клиническим показаниям, а также при профосмотрах перед выездом детей на оздоровление в РФ.

В результате проведенной работы в ДДУ, в 2022 г. из 83 учреждений 46 (55 %) были свободны от энтеробиоза, а в 9 коллективах (5 %) регистрировались случаи энтеробиоза. Санитарно-паразитологический контроль за состоянием внешней среды в ДДУ выявил 1,23 % загрязнений в смывах. Кроме того, выявлены 2 случая заболевания энтеробиоза в интернатах, что обусловлено заносом инвазии из неблагополучных семей и детьми асоциальных групп населения, а также нарушениями текущего санитарно-гигиенического режима.

Источники заражения энтеробиозом в семьях установлены в 9 случаях, т.е. 5,6 % от общего числа инвазированных. Семейная очаговость энтеробиоза составила 9 очагов с двумя случаями. В ходе эпидрасследований в домашних очагах отобрано 125 смывов с выявлением отклонений в 10,4 % ,что позволило выявить факторы передачи. Установлено, что наиболее часто яйца остриц находились на стульях, перилах, дверных ручках, игрушках.

Таблица 2

Паразитарная заболеваемость детского населения г. Макеевки в 2020–2021 гг.

Категории детского населения	2020		2021		+/-
	Абс. числ.	На 100 тыс. нас.	Абс. числ.	На 100 тыс. нас.	
Энтеробиоз					
Всего населения	565	153,5	403	109,5	-1,4 р
Дети до 17 лет	549	1021,7	391	727,7	-1,4 р
Дети ДДУ	131	1534,5	97	1144,4	-1,4 р
Дети школ	255	1074,0	165	648,8	-1,6 р
Дети школ интернатов	2	854,7	4	1694,9	+2,0 р
Неорганизованные дети	161	900,3	125	637,9	-1,4 р
Учащиеся ПТУ, техникумов	-	-	-	-	-
Аскаридоз					
Всего населения	57	15,3	37	10,04	-1,5 р
Дети до 17 лет	53	98,6	32	59,6	-1,6 р
Дети ДДУ	15	16,9	7	82,6	-2,0 р
Дети школ	26	109,1	15	58,9	-1,9 р
Дети школ интернатов	-	-	-	-	-
Неорганизованные дети	12	67,1	10	51,0	-1,3 р
Учащиеся ПТУ, техникумов	-	-	-	-	-

Категории детского населения	2020		2021		+/-
	Абс. числ.	На 100 тыс. нас.	Абс. числ.	На 100 тыс. нас.	
Лямблиоз					
Всего населения	81	21,8	56	15,2	-1,4 р
Дети до 17 лет	40	73,4	25	46,5	-1,6 р
Дети ДДУ	7	75,6	4	47,2	-1,6 р
Дети школ	18	75,5	7	27,5	-1,7 р
Дети школ интернатов	1	427,3	-	-	-
Неорганизованные дети	14	78,3	14	71,4	-
Учащиеся ПТУ, техникумов	-	-	-	-	-
Чесотка					
Всего населения	154	41,5	123	33,4	-1,2 р
Дети до 17 лет	57	104,6	35	65,1	-1,6 р
Дети ДДУ	9	97,2	1	10,8	-9,0 р
Дети школ	13	54,6	19	74,7	+1,4 р
Дети школ интернатов					
Неорганизованные дети	31	173,3	9	68,9	-2,5 р
Учащиеся ПТУ, техникумов	-	-	1	33,3	-

Таблица 3

Паразитарная заболеваемость детского населения г. Макеевки в 2021–2022 гг.

Категории детского населения	2021		2022		+/-
	Абс. числ.	На 100 тыс. нас.	Абс. числ.	На 100 тыс. нас.	
Энтеробиоз					
Всего населения	403	109,5	161	44,2	-2,5 р
Дети до 17 лет	391	727,7	155	293,9	-2,5 р
Дети ДДУ	97	1144,4	60	707,8	-1,6 р
Дети школ	165	648,8	34	133,7	-4,8 р
Дети школ интернатов	4	16,94,9	2	847,4	-2,0 р
Неорганизованные дети	125	637,9	59	378,4	-2,1 р
Учащиеся ПТУ, техникумов	-	-		-	-

Категории детского населения	2021		2022		+/-
	Абс. числ.	На 100 тыс. нас.	Абс. числ.	На 100 тыс. нас.	
Аскаридоз					
Всего населения	37	10,4	17	4,6	-2,1 р
Дети до 17 лет	32	59,6	13	24,6	-2,4 р
Дети ДДУ	7	82,6	2	23,5	-3,5 р
Дети школ	15	58,9	5	19,6	-3,0 р
Дети школ интернатов	-	-	-	-	-
Неорганизованные дети	10	51,0	6	38,4	-1,6 р
Учащиеся ПТУ, техникумов	-	-	-	-	-
Лямблиоз					
Всего населения	56	15,2	36	9,8	-1,5 р
Дети до 17 лет	25	46,5	15	28,4	-1,6 р
Дети ДДУ	4	47,2	-	-	-
Дети школ	7	27,5	2	7,8	-3,5 р
Дети школ интернатов	-	-	-	-	-
Неорганизованные дети	14	71,4	13	83,3	-1,1 р
Учащиеся ПТУ, техникумов	-	-	-	-	-
Чесотка					
Всего населения	123	33,4	97	26,6	-1,2 р
Дети до 17 лет	35	65,1	28	53,09	-1,2 р
Дети ДДУ	1	10,8	1	11,7	-
Дети школ	19	74,7	7	27,5	-2,7 р
Дети школ интернатов	-	-	-	-	-
Неорганизованные дети	9	68,9	19	121,8	+2,1 р
Учащиеся ПТУ, техникумов	1	33,3	1	33,3	-

Аскаридоз. Возбудитель *Ascaris lumbricoides*. Геогельминт. По распространению занимает второе место в общей сумме гельминтозов и регистрируется ежегодно. В динамике эпидемиологического процесса в период с 2020 по 2022 гг. в г. Макеевке прослеживается тенденция снижения заболеваемости аскаридозом в 3 раза: в 2020 г. – 57 случаев выявления (из них 53 – детское население); в 2021 г. – 37 случаев (32 – детское население); в 2022 г. – 17 случаев (13 – дети) (см. табл. 1). Из приведенных данных видно, что уровень заболевания детей намного выше, чем взрослых.

В качестве ведущего фактора эпидемиологического неблагополучия по аскаридозу следует отметить высокую степень загрязнения почвы в черте города яйцами этих

гельминтов. Для проведения гельминтологического анализа на приусадебных участках больных было взято образцы – 640 проб почвы и 186 проб овощей. Факторы заражения установлены в 31 % микроочагов аскаридоза; обнаружены яйца аскарид разной степени зрелости в 16 пробах почвы и в 7 пробах овощей. Яйца аскариды обнаружены на корнеплодах свеклы, моркови, листьях ранней зелени, щавеля, петрушки, ягодах клубники, также были заражены капуста, редис, зеленый лук и укроп.

В поддержании циркуляции аскаридоза немаловажное значение имеет частная торговля овощами, ягодами, зеленью, реализуемыми на стихийных рынках.

Мониторинговые исследования объектов внешней среды на наличие возбудителей аскаридоза включают наблюдения за микроочагами в течение последующего эпидсезона, а также анализ проб воды, почвы на детских площадках, придомовых территориях, на приусадебных участках.

Лямблиоз. Возбудитель – *Giardia intestinalis*. Встречается повсеместно. Распространителем является больной человек, выделяющий цисты с фекалиями в окружающую среду. Допускают, что носителями цист могут быть и животные – собаки, кошки, морские свинки, кролики, а механическими переносчиками – синантропные насекомые (мухи, тараканы). Заражение происходит при проглатывании цист лямблий. Путь распространения – водный, пищевой. Факторами передачи инвазии являются некипяченая вода, продукты питания, руки, почва, загрязненные цистами лямблий. Распространению инвазии среди населения способствуют скученность людей, недостаточный уровень водоснабжения, а также низкий уровень санитарно-гигиенических навыков населения.

В 2022 г. зарегистрировано 36 случаев заболеваний лямблиозом в манифестных формах. Показатель на 100 тыс. населения – 9,8 снижен в сравнении с прошлым годом в 1,5 раза. В заболеваемости преобладали взрослые – 58 % от общего числа больных. Показатель заболеваемости среди детей до 17 лет составил 28,4 на 100 тыс. населения, что ниже уровня 2021 г. в 1,6 раза (см. табл. 3).

Контингентом риска остаются неорганизованные дети – показатель 83,2 на 100 тыс. контингента. Выявляемость протозоозов при диагностических исследованиях у больных с клиническими показаниями в учреждениях здравоохранения Макеевки в 2022 году составила 1,2 %.

Эхинококкоз. Возбудитель *Echinococcus granulosus* в личиночной фазе вызывает тяжелую форму кистозного эхинококкоза.

При отсутствии своевременной диагностики не исключен летальный исход. Встречается как в сельской, так и городской местности. Дефинитивным хозяином эхинококка являются собаки. Яйца паразита рассеиваются в окружающей среде с фекалиями собак.

По данным Л. А. Ермаковой и др. [2], эхинококковые кисты могут быть обнаружены не только в печени (72,7 %), но и в легких – в 9,1 %, редко – в брыжейке, мышцах, надпочечниках, селезенке, головном мозгу. Заражению более подвержено взрослое население от 18 до 49 лет (более 60 %).

Случаи эхинококкоза в г. Макеевка выявлены в 2020 г. – 1 случай, в 2021 г. – 2 случая, а в 2022 г. инвазия не регистрировалась.

Для эхинококкоза характерна высокая иррадиация яиц во внешнюю среду, поэтому выявление зараженных этим паразитом людей, даже в единичных случаях, свидетельствует о наличии серьезной опасности для населения.

Меры борьбы и профилактики эхинококкоза должны быть направлены на регулирование численности бродячих собак в городской местности, их дегельминтизацию, разъяснение населению опасности для здоровья содержания собак в квартире и необходимости ветеринарного надзора.

Трихоцефалез. Антропонозный геогельминтоз. Возбудитель – власоглав (*Trichocephalus trichiurus*) значительного распространения на территории РФ не имеет.

Более распространен в южных регионах. В г. Макеевка в 2020 г. зарегистрирован один случай. В последующие годы не встречался.

Токсокароз. Возбудитель – *Toxocara canis.* Геогельминтоз. Зоонозная инвазия. Заражение псовых, являющихся дефинитивными хозяевами, очень велико, в некоторых регионах до 90 %. Также заражению личиночной стадией паразита подвержены люди. Основными факторами распространения инвазии являются рост числа собак в городах, их высокая зараженность токсокарами и интенсивная экскреция яиц половозрелыми гельминтами, а также высокая устойчивость яиц во внешней среде. Также заражение может осуществляться через овощи, фрукты, зелень, воду, контаминированные яйцами токсокар.

В России проблема токсокароза актуальна, так как наблюдается ежегодный рост заболеваемости токсокарозом взрослых и детей, особенно в сельской местности [3]. Поэтому для эпидемиологической характеристики благополучия региона необходимо учитывать показатели распространения токсокароза на исследуемой территории.

На территории г. Макеевки среди населения единичные случаи токсокароза регистрировали ежегодно. В 2020 г. – 3 случая, в 2021 и 2022 гг. – по 1 случаю. Но, учитывая высокую иррадиацию яиц и очень высокую устойчивость яиц к факторам внешней среды, выявление в почве даже единичных случаев возбудителей токсокар представляет угрозу здоровью населения.

Дирофиляриоз. Отмечен как единственный трансмиссивный гельминтоз. Возбудитель – *Dirofillaria repens*, паразитирует в подкожной клетчатке, повреждает слизистую глаз и вызывает слепоту, иногда локализуется в легких. Дефинитивным хозяином являются животные семейств псовых и кошачьих, заражение которых, как и человека, происходит при укусе инвазированными комарами родов *Aedes, Culex, Anopheles*. Комары являются промежуточными хозяевами. Болезнь выявляется не только летом, но и зимой.

В последние годы на территории России отмечено увеличение числа инвазированных.

На территории г. Макеевки в 2021 г. выявлен один случай, в 2022 г. – два случая дирофиляриоза.

Все факторы риска заражения присутствуют, поэтому нужен строгий учет численности бродячих собак и проведение их изоляции от мест проживания людей. Также необходима ликвидация мест выплода комаров – подтопленные территории, осушение подвалов жилых домов, применение мер индивидуальной защиты от укусов комаров.

Чесотка. Возбудитель – клещ *Sarcoptes scabiei*. Проблема чесотки в России остается актуальной, так как является одной из самых распространенных кожных болезней. Передается контактным путем. Факторы распространения – поручни в общественном транспорте, в помещениях – дверные ручки, предметы общего обихода. Социальные проблемы – скученность населения, интенсивная миграция населения, военные действия.

Профилактические мероприятия: активное выявление больных на профосмотрах; при выявлении заболевания – ликвидация очагов чесотки с одновременным выявлением контактных лиц и постановкой их на учёт; проведение дезинфекционных мероприятий.

В г. Макеевка чесотка распространена как среди взрослых, так и среди детей. В 2020 г. выявлено 154 случая заболевания, в том числе у 57 детей; в 2021 г. – 123 случая, в том числе у 35 детей; в 2022 г. – 97 случаев, в том числе у 28 детей (см. табл. 1).

По результатам анализа отмечается снижение количества случаев выявления чесотки. Однако только постоянный мониторинг и изоляция больных сможет остановить распространение этого контактного паразитоза.

Педикулез. В современном обществе педикулез остается актуальной проблемой. Наиболее распространена головная вошь *Pediculus humanus capiti*s, реже встречаются вошь платяная *Pediculus humanus corporis* и вошь лобковая *Pthirus pubis*. Мелкие кровососущие насекомые, являются облигатными эктопаразитами. Во время Второй мировой войны платяные вши были основным фактором распространения возбудителей сыпного и возвратного тифа.

Меры борьбы с педикулезом – механические и химические. Основой личной профилактики является соблюдение правил гигиены, а общественная профилактика предусматривает регулярный обязательный медицинский осмотр детского населения в детских дошкольных учреждениях, школах и других учебных заведениях и профосмотр взрослого населения.

В г. Макеевка в 2021 г. было зарегистрировано 167 случаев педикулеза, в том числе 134 случая среди детского населения.

Подводя итог, следует отметить, что на территории г. Макеевки проводится регулярный эпидемиологический надзор, позволяющий определить объекты риска для эпидемиологического состояния в городе. В план проведения мониторинговых гельминтологических исследований включены показатели состояния почвы на детских игровых площадках придомовых территорий города, приусадебных участках частного сектора (микроочаги аскаридоза). Также проводятся исследования на зараженность яйцами гельминтов сезонных овощей, фруктов, реализуемых на рынках.

Выводы

В 2020–2022 гг. в г. Макеевке отмечена тенденция к снижению численности паразитарных заболеваний, таких как лямблиоз, аскаридоз, энтеробиоз, чесотка. Отмечено значительное преобладание в численности заражения детского населения такими инвазиями как энтеробиоз и аскаридоз. Зарегистрированы в единичных случаях, но очень опасные способностью высокой иррадиации яиц во внешнюю среду, такие паразитозы как эхинококкоз, токсокароз, а также дирофиляриоз с трансмиссивным путем передачи кровососущими комарами.

На основе проведенного эпидемиологического анализа показано влияние антропогенного воздействия на степень распространения паразитозов среди населения. Решающее значение в распространении протозоозов, гельминтозов, акарозов, энтомозов населения имеют факторы повышенной скученности населения, контагиозности, нарушения санитарных норм и правил общежития, социально-экономические факторы и снижение общественного иммунитета. Поэтому эпиднадзор призван к проведению дезинвазий, ликвидации микроочагов и путей распространения возбудителей паразитозов.

Эффективное решение проблемы профилактики паразитарного загрязнения города может быть реализовано путем минимизации распространения социально опасных паразитов.

Список литературы

1. *Давыдова И. В.* Гельминтозы, регистрируемые на территории Российской Федерации: эпидемиологическая ситуация, особенности биологии паразитов, патогенез, клиника, диагностика, этиотропная терапия // Consilium Medicum. 2017. № 19 (8). С. 32–40. DOI : 10.26442/2075-1753_19.8.32-40.

2. *Ермакова Л. А., Думбадзе О. С., Черникова М. П., Димидова Л. Л., Твердохлебова Т. И.* Анализ заболеваемости эхинококкозами в Российской Федерации // Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями : Матер. докл. науч. конф. М., 2023. С. 177–183.

3. *Масленникова О. В., Масленникова Т. В.* Распространение *Toxocara canis* (Werner, 1782) в природных биоценозах Кировской области и некоторые особенности ее локализации // Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями : Матер. докл. науч. конф. М., 2008. Вып. 9. С. 289–292.

4. *Сонин М. Д., Беэр С. А., Ройтман В. А.* Паразитарные системы в условиях антропопрессии (проблемы паразитарного загрязнения) // Паразитология. 1997. № 31 (5). С. 452–457.

Skripka L. V., Kaliberda S. V., Rozhkova T. N., Maslodudova E. N. **Analysis of the prevalence of parasitosis among the population of Makeevka, Donetsk People's Republic**. – The paper presents the results of an analysis of official statistical reporting data on the prevalence of parasitosis among the population of Makeevka, DPR for the period 2020–2022. An analysis of the epidemiological examination of microfoci of parasitosis was also carried out. Over the reporting three years, there has been a tendency towards a decrease in the number of parasitic diseases, such as giardiasis, ascariasis, enterobiasis, and scabies. A significant predominance in the number of infections of the child population with such invasions as enterobiasis and ascariasis has been noted. Registered in isolated cases, but very dangerous due to the high irradiation of eggs into the external environment, are parasitosis such as echinococcosis, toxocariasis and the only one transmissibly transmitted by blood-sucking mosquitoes – dirofilariasis.

Key words: parasitosis, giardiasis, ascariasis, enterobiasis, trichurosis, echinococcosis, toxocariasis, dirofilariasis, pediculosis, scabies, Makeevka.

УДК 595.423 : 574.34

© **А. Д. Штирц**

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА СООБЩЕСТВ ПАНЦИРНЫХ КЛЕЩЕЙ ПРОМПЛОЩАДКИ И БУФЕРНОЙ ЗОНЫ «ХАРЦЫЗСКОГО ТРУБНОГО ЗАВОДА»

ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»
Россия, 283050, ДНР, г. Донецк, ул. Щорса, 46
eco-1999@mail.ru

Штирц А. Д. **Экологическая структура сообществ панцирных клещей промплощадки и буферной зоны «Харцызского трубного завода».** – Установлен видовой состав и проанализированы основные экологические характеристики сообществ панцирных клещей промышленной площадки и буферной зоны «Харцызского трубного завода» («ХТЗ») в летний и осенний периоды года. Обнаружено 12 видов орибатид, средняя плотность населения варьировала от 800 до 2290 экз./м^2. Индексы экологического разнообразия Шеннона исследуемых сообществ невысокие. К доминирующим видам отнесены *Epilohmannia cylindrica cylindrica, Zigoribatula frisiae, Zigoribatula terricola ucrainica, Protoribates capucinus, Sheloribates laevigatus, Galumna lanceata.* Исследуемые сообщества орибатид представлены пятью основными жизненными формами, при этом отмечено явное доминирование вторично неспециализированных форм. Экологическое состояние окружающей среды на промплощадке «ХТЗ» по интегральному показателю структуры сообществ орибатид можно оценить как *значительный уровень отклонений от нормы*, в буферной зоне – соответствует *среднему уровню отклонений от нормы*.

Ключевые слова: панцирные клещи, орибатиды, экологическая структура сообщества, «Харцызский трубный завод».

Введение

Данная публикация продолжает серию исследований, посвященных изучению видового состава и экологической структуры населения панцирных клещей техногенно трансформированных экосистем Донбасса.

«Харцызский трубный завод» («ХТЗ») – крупнейший в СНГ производитель прямошовных электросварных труб большого диаметра для магистральных газо- и нефтепроводов. Основан в 1898 году. В СССР этот завод был единственным предприятием, выпускавшим трубы большого диаметра. ХТЗ имеет 2 основных трубосварочных и 4 вспомогательных цеха. «ХТЗ» прошел аудит согласно международному стандарту ISO 14001:2004 по системе менеджмента окружающей среды [5].

Целью данного исследования являлось установление видового состава и анализ экологической структуры сообществ панцирных клещей промышленной площадки и буферной зоны «Харцызского трубного завода», а также оценка состояния окружающей среды по интегральному показателю сообществ орибатид.

Материал и методы исследования

Исследовали видовой состав и экологическую структуру населения панцирных клещей промышленной площадки и буферной зоны «ХТЗ» в летний и осенний периоды года. Всего было собрано и обработано 34 стандартных почвенных пробы объемом 250 см^3, из которых извлечено 106 экз. имаго панцирных клещей, относящихся к 12 видам. Сбор материала (Я. Г. Алексеева) и его обработка проводились по общепринятой методике Е. М. Булановой-Захваткиной [1] поэтапно: взятие проб объемом 250 см^3 (в 7–10-кратной повторности), выгонка клещей с помощью термоэклекторов Тульгрена, изготовление микропрепаратов с использованием жидкости Фора, определение видового состава, математическая обработка и анализ материала. Для анализа структуры доминирования сообществ применялись градации доминирования по шкале Г. Энгельманна [7] для микроартропод. Анализ распределения жизненных форм проведен в соответствии с работами Д. А. Криволуцкого [2, 4]. Для оценки экологического разнообразия сообществ панцирных клещей применялся индекс Шеннона, рассчитанный с использованием натурального логарифма [3]. Оценка состояния окружающей среды по интегральному показателю структуры сообществ панцирных клещей проведена по предложенной нами методике [6].

© **Штирц А. Д., 2023**

Результаты и обсуждение

Результаты проведенного исследования на территории промплощадки и в буферной зоне «ХТЗ» отражены в табл. 1.

Таблица 1

Видовой состав, численность и индексы доминирования панцирных клещей промплощадки и буферной зоны «Харцызского трубного завода»

Вид	Летний период		Осенний период	
	Промпло-щадка	Буферная зона	Промпло-щадка	Буферная зона
Rhysotritia ardua aff. Sergienko, 1989	-	11,1%	7,1%	-
Epilohmannia cylindrica cylindrica (Berlese, 1904)	-	29,6%	-	7,5%
Tectocepheus velatus (Michael, 1880)	8,0%	3,7%	-	10,0%
Ramusella mihelčiči (Perez-Inigo, 1965)	-	-	7,1%	7,5%
Zigoribatula concinna Iordansky, 1990	-	-	7,1%	-
Zigoribatula frisiae (Oudemans, 1900)	-	-	50,3%	22,5%
Zigoribatula terricola ucrainica Iordansky, 1990	4,0%	14,8%	-	-
Protoribates capucinus (Berlese, 1908)	36,0%	29,6%	14,2%	20,0%
Sheloribates laevigatus (C. L. Koch, 1835)	-	-	14,2%	7,5%
Ceratozetes minutissimus aff. Willmann, 1951	-	-	-	5,0%
Tectoribates ornatus (Schuster, 1958)	4,0%	11,1%	-	2,5%
Galumna lanceata Oudemans, 1900	48,0%	-	-	17,5%
Численность (экз./пробу)	2,5	2,7	2,0	5,7

Анализ показателей ***видового богатства*** и ***средней плотности*** населения панцирных клещей промплощадки и буферной зоны «ХТЗ» показал, что в целом для них отмечены низкие значения, характерные для техногенно трансформированных территорий Донбасса. Так, в летний период на промплощадке было обнаружено 5 видов орибатид, средняя плотность населения составила 1000 экз./м^2, а в буферной зоне – 6 видов (1080 экз./м^2). В осенний период средняя плотность населения на промплощадке составила всего 800 экз./м^2 (6 видов), а в буферной зоне этот показатель возрастает до 2290 экз./м^2 (9 видов) (рис. 1).

Индексы ***экологического разнообразия*** Шеннона исследуемых сообществ панцирных клещей невысокие. Так, на промплощадке он составлял 1,2 и 1,5 нат., а в буферной зоне – 1,6 и 2,0 нат., соответственно, в летний и осенний периоды года.

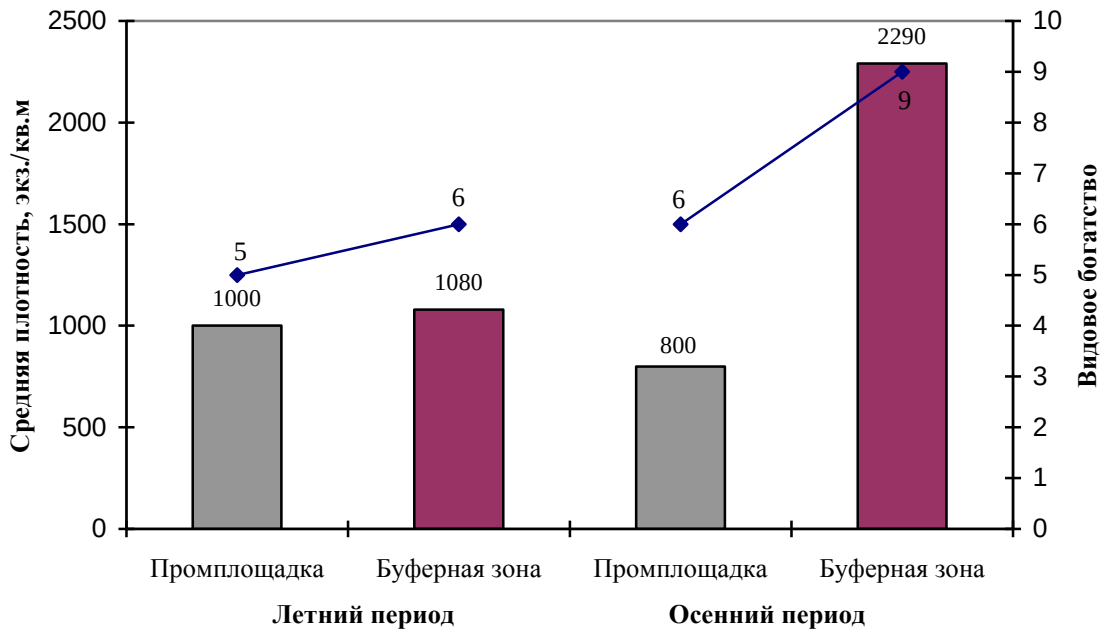


Рис. 1. Средняя плотность населения и видовое богатство панцирных клещей промплощадки и буферной зоны «Харцызского трубного завода»

Анализ ***структуры доминирования*** (см. табл. 1) в летний период показал, что в сообществе панцирных клещей на промплощадке «ХТЗ» доминируют два вида – эудоминант *G. lanceata* (48,0 %) и доминант *P. capucinus* (36,0 %), группу субдоминантов составляют 3 вида (16,0 %). Редкие виды (рецеденты и субрецеденты отсутствуют). В буферной зоне доминируют 3 вида: *E. cylindrica cylindrica* (29,6 %), *P. capucinus* (29,6 %), *Z. terricola ucrainica* (14,8 %), отмечено два субдоминанта – 22,2 % и один рецедент – 3,7 %.

В осенний период на промышленной площадке отмечен эудоминант *Z. frisiae* (50,3 %), доля доминирующего вида *P. capucinus* уменьшается до 14,2 % и появляется новый доминант *S. laevigatus* (14,2 %). Группу субдоминантов составляют 3 вида (21,3 %). Редкие виды (рецеденты и субрецеденты), также как и в летний период, на промплощадке отсутствуют. В сообществе панцирных клещей буферной зоны осенью доминируют 3 вида: *Z. frisiae* – 22,5 %, *P. capucinus* – 20,0 %, *G. lanceata* – 17,5 %. Группу субдоминантов составляют 5 видов – 37,5 % и отмечен один рецедент – 2,5 %.

В целом структура доминирования орибатид на промплощадке «ХТЗ» в летний и осенний периоды года является более нарушенной, так как в сообществе присутствует эудоминанты и отсутствуют редкие виды.

Анализируя ***соотношение жизненных форм*** орибатид следует отметить, что исследуемые сообщества представлены пятью основными жизненными формами (первично неспециализированные формы не обнаружены). Население орибатид промплощадки в летний период представлено только двумя жизненными формами (неспециализированными и мелкими скважниками), в осенний были обнаружены обитатели поверхности. В буферной зоне в летний период отмечены представители трех жизненных форм (неспециализированные, обитатели толщи подстилки и глубокопочвенные), в осенний период их количество увеличивается до четырех (рис. 2).

Явное доминирование вторично неспециализированных форм также является характерной чертой сообществ панцирных клещей техногенно трансформированных экосистем Донбасса.

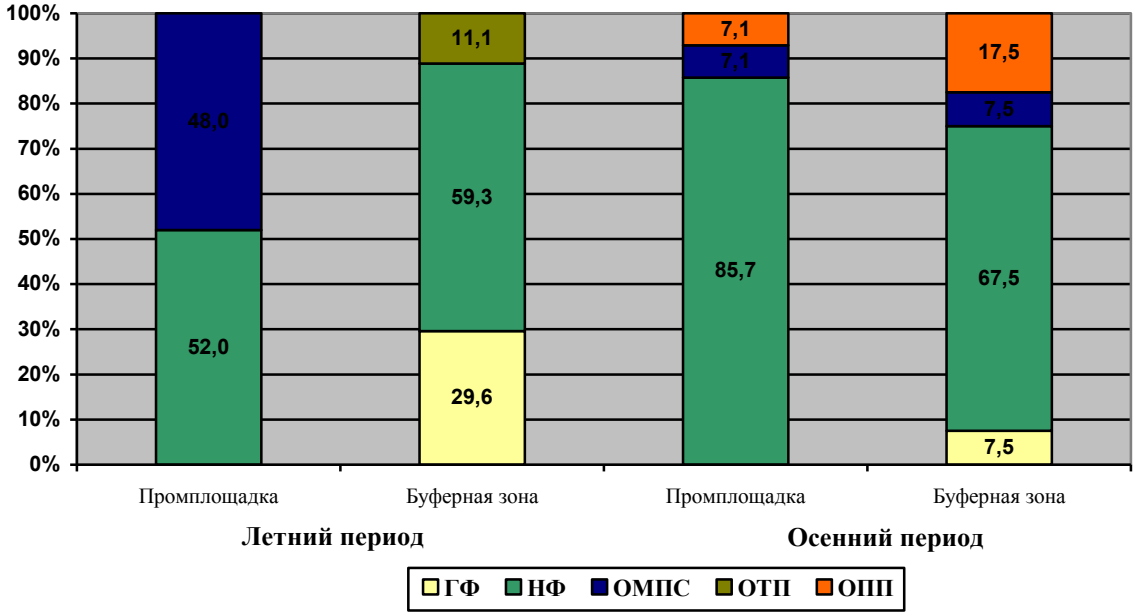


Рис. 2. Соотношение жизненных форм панцирных клещей промплощадки и буферной зоны «Харцызского трубного завода»:
ОПП – обитатели поверхности, ОТП – обитатели толщи подстилки, ОМПС – обитатели мелких почвенных скважин, НФ – вторично неспециализированные формы, ГФ – глубокопочвенные формы

Основываясь на основных экологических параметрах сообществ панцирных клещей (средняя плотность населения, видовое богатство, структура доминирования, соотношение жизненных форм, индекс экологического разнообразия Шеннона), по предложенной нами ранее методике [6], с помощью интегрального показателя структуры сообществ орибатид проведена оценка состояния окружающей среды промплощадки и буферной зоны «ХТЗ».

Интегральный показатель экологической структуры сообществ панцирных клещей на промплощадке «ХТЗ» в летний период составил 9 баллов, в осенний – 8 баллов, в буферной зоне в летний период – 12 баллов и в осенний – 14 баллов.

Соответственно экологическое состояние окружающей среды на промплощадке «ХТЗ» можно оценить как *значительный уровень отклонений от нормы*, в буферной зоне – соответствует *среднему уровню отклонений от нормы*.

Выводы

Установлен видовой состав и проанализирована экологическая структура сообществ панцирных клещей на территории промплощадки и в буферной зоне «Харцызского трубного завода» в летний и осенний периоды года. Обнаружено 12 видов орибатид, средняя плотность населения варьировала от 800 до 2290 экз./м^2. Индексы экологического разнообразия Шеннона исследуемых сообществ невысокие (1,2–2,0 нат.). К доминирующим видам отнесены *E. cylindrica cylindrica, Z. terricola ucrainica, Z. frisiae, P. capucinus, S. laevigatus, G. lanceata.* Исследуемые сообщества орибатид представлены пятью основными жизненными формами, при этом отмечено явное доминирование вторично неспециализированных форм.

Экологическое состояние окружающей среды на промплощадке «ХТЗ» можно оценить как *значительный уровень отклонений от нормы*, в буферной зоне – соответствует *среднему уровню отклонений от нормы*.

В целом экологическая структура населения панцирных клещей промплощадки и буферной зоны «ХТЗ» является типичной, характерной для техногенно трансформированных экосистем Донбасса.

Список литературы

1. *Буланова-Захваткина Е. М.* Панцирные клещи – орибатиды. М. : Высш. шк., 1967. 254 с.

2. *Криволуцкий Д. А.* Морфо-экологические типы панцирных клещей (Acariformes, Oribatei) // Зоол. журн. 1965. Т. 44, № 8. С. 1176–1189.

3. *Мэгарран Э.* Экологическое разнообразие и его измерение : пер. с англ. М. : Мир, 1992. 184 с.

4. Панцирные клещи: морфология, развитие, филогения, экология, методы, исследования, характеристика модельного вида *Nothrus palustris* C. L. Koch, 1839 / Д. А. Криволуцкий, Ф. Лебрен, М. Кунст и др. / Под ред. Д. А. Криволуцкого. М. : Наука, 1995. 224 с.

5. Харцызский трубный завод. [Электронный ресурс]. URL: https://ru.ruwiki.ru/wiki/Харцызский_трубный_завод (дата обращения: 15.10.2023).

6. *Штирц А. Д.* Оценка влияния антропогенной нагрузки на экосистемы с использованием интегрального показателя сообществ панцирных клещей // Acta Biologica Sibirica. 2015. № 1 (1–2). С. 51–66. DOI : 10.14258/abs.v1i1-2.782. EDN : VZLPGB.

7. *Engelmann H.-D.* Zur Dominanzklassifizierung von Bodenarthropoden // Pedobiologia. 1978. Bd. 18, Hf. 5/6. S. 378–380.

Shtirts A. D. **Ecological structure of oribatid mites communities at the industrial site and buffer zone of the «Khartsyzsk Pipe Plant»**. – The species composition was established and the main ecological characteristics of the oribatid mites communities of the industrial site and buffer zone of the «Khartsyzsk Pipe Plant» were analyzed in the summer and autumn periods of the year. 12 species of oribatids were discovered, the average population density varied from 800 to 2290 ind./m^2. The Shannon indices of ecological diversity of the studied communities are low. The dominant species include *Epilohmannia cylindrica cylindrica, Zigoribatula frisiae, Zigoribatula terricola ucrainica, Protoribates capucinus, Sheloribates laevigatus, Galumna lanceata*. The studied communities of oribatid mites are represented by five main life forms, with a clear dominance of secondary unspecialized forms noted. The ecological state of the environment industrial site according to the integral indicator of the structure of oribatid mites communities can be assessed as *a significant level of deviations from the norm*; in the buffer zone it corresponds to *an average level of deviations from the norm*.

Key words: oribatid mites, ecological structure of the community, «Khartsyzsk Pipe Plant».

ФИЗИОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ, МИКОЛОГИЯ
PHYSIOLOGY AND ECOLOGY OF THE PLANT, MYCOLOGY

УДК 632.937

© **С. И. Демченко**

АНТАГОНИСТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ АБОРИГЕННОГО ШТАММА *PHLEBIOPSIS GIGANTEA* Р-1-96 НА ЕСТЕСТВЕННЫХ СУБСТРАТАХ

ФГБОУ ВО *«Донецкий государственный университет»*
Россия, 283050, ДНР, г. Донецк, ул. Щорса, 46
e-mail: sdemch5@mail.ru

Демченко С. И. **Антагонистическая активность аборигенного штамма *Phlebiopsis gigantea* Р-1-96 на естественных субстратах. –** Результаты исследований позволили на естественных субстратах *in vitro* определить тип взаимоотношения между патогенными штаммами *Heterobasidion annosum* и аборигенным штаммом *Phlebiopsis gigantea* Р-1-96. Антагонистические свойства исследованного штамма *P. gigantea*, имеющего сходную экологическую зону обитания с фитопатогеном, были выражены сильнее, чем у коммерческого штамма Rotstop. Доказана перспективность использования аборигенного штамма *P. gigantea* Р-1-96 в качестве агента биологической регуляции численности фитопатогена.

Ключевые слова: гриб-антагонист, патоген, аборигенный штамм, тип взаимоотношений, антагонистическая активность, биологические средства защиты растений.

Введение

Ксилотрофы рода *Heterobasidion* являются возбудителями корневых и комлевых гнилей хвойных пород и наносят максимальный ущерб лесному хозяйству Российской Федерации и других стран [1, 6, 9, 12–14]. Кроме того, эти патогены поражают многие лиственные породы при их совместном произрастании с восприимчивыми хвойными деревьями [9, 13].

В искусственных сосновых насаждениях Донецкой Народной Республики часто встречается опасный и вредоносный фитопатоген *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. (корневая губка). Первичное заражение здоровых насаждений происходит базидиоспорами этого гриба, которые, попадая в благоприятные условия, к которым относятся свежесрубленная поверхность пней, различные механические повреждения стволов и корней, прорастают [12, 14]. Образующийся из них мицелий внедряется в древесину и, проникая в корни, вызывает их загнивание. Дальнейшее распространение *H. annosum* осуществляется в основном мицелием гриба при контакте или срастании корней больных и здоровых деревьев. Вследствие этого пораженные деревья располагаются в насаждениях куртинами и образуют постепенно увеличивающийся очаг усыхания [1, 9]. Известен и другой способ проникновения корневой губки в насаждения – через лесной отпад и подстилку [13, 14].

Важную роль в подавлении болезней растений играют грибы-антагонисты. Причем, по сравнению со всеми другими группами микроорганизмов, грибы обладают наиболее широким спектром антагонистических свойств – гиперпаразитизмом, конкуренцией за питательный субстрат, способностью продуцировать антибиотики и другие вещества, угнетающие жизнедеятельность фитопатогенов [14]. Взаимоотношения между грибами-антагонистами и фитопатогенами можно сгруппировать в пять характерных типов: I – индифферентные (безразличные) взаимоотношения (нарастание колонии гриба-антагониста на поверхность колонии фитопатогена с сохранением скорости роста обоих грибов; II – фунгистатический алиментарный (односторонний) антагонизм (нарастание колонии гриба-антагониста на поверхность колонии фитопатогена, который в этом случае прекращает активный рост); III – территориальный антагонизм (обрастание колонии патогена грибом-антагонистом, обычно патоген отстает в росте); IV – антибиотический антагонизм (замедление роста колонии патогена на расстоянии от колонии гриба-антагониста, образование зоны, в которой рост патогена не наблюдается вследствие выделения

© **Демченко С. И., 2023**

антибиотических веществ грибом-антагонистом); V – взаимный антагонизм (нарастание колонии гриба-антагониста на поверхность колонии фитопатогена с обоюдным ингибированием скорости роста) [10].

Среди дереворазрушающих грибов-антагонистов приоритетное положение в защите хвойных насаждений от корневой губки занимает сапротрофный ксилотроф *Phlebiopsis gigantea* (Fr.) Julich. [1–4, 9, 12, 13, 16]. На основе мицелиальной биомассы и спор вегетативного размножения (оидий) этого гриба в некоторых странах Европы разработаны коммерческие препараты для биологической борьбы с корневой губкой [15, 16]. Однако, согласно литературным данным [16], эти биологические средства защиты древесных растений от фитопатогена не проявляют универсального характера действия в разных экологических зонах. Кроме того, высокая стоимость импортных препаратов и фитосанитарные риски, обусловленные использованием чужеродных биоагентов, входящих в состав биофунгицидов, не позволяют массово использовать зарубежные разработки в Российской Федерации. Поэтому поиск конкурентоспособных местных штаммов гриба-антагониста *P. gigantea* и создание на их основе отечественных биопрепаратов является актуальной задачей в решении проблемы защиты искусственных сосновых насаждений Донецкой Народной Республики от опасного патогена *H. annosum*.

Целью проводимого исследования было определение типа взаимоотношения *in vitro* штаммов *P. gigantea* разного происхождения с патогенными изолятами *H. annosum* при совместном произрастании на естественных субстратах.

Материал и методы исследования

В качестве объектов исследования использовали аборигенный штамм *P. gigantea* Р-1-96, который в ранее проведенных исследованиях проявил высокую антагонистическую активность в отношении корневой губки на сусло-агаровой среде [3], и два патогенных штамма *H. annosum* (НА-3-95 и НА-5-96) из коллекции базидиальных ксилотрофов кафедры физиологии растений Донецкого государственного университета. Эталонной культурой служил коммерческий штамм Rotstop [15].

Определение типа взаимоотношения между штаммами *P. gigantea* и *H. annosum* проводили на естественных субстратах (хвойной подстилке и древесине сосны обыкновенной) методом встречных культур [7]. В опытных вариантах стерильную увлажненную лесную подстилку (5 г измельченной лесной подстилки и 25 мл водопроводной воды) в чашках Петри инокулировали с диаметрально противоположных сторон десятисуточными культурами *P. gigantea* и *H. annosum*, предварительно выращенными на скошенном сусло-агаре. Расстояние между инокулями составило 6 см. В контрольных вариантах субстрат из лесной подстилки в чашках Петри инокулировали только с одной стороны мицелием *H. annosum* или *P. gigantea*.

В процессе опыта ежедневно измеряли диаметр колоний грибов (мм) и по общепринятой методике определяли скорость роста мицелия [7]. После встречи колоний базидиомицетов (в опытных вариантах) отмечали положение границы между ними, относительно которой определяли среднесуточную скорость нарастания мицелия (мм/сут.) *P. gigantea* на *H. annosum*. Эксперимент проводили в условиях рассеянного освещения при температуре 24 ºС. Наблюдения вели в течение 30-ти суток.

Для изучения характера взаимодействия между штаммами *P. gigantea* и *H. annosum* на древесном субстрате образцы заболони *Pinus sylvestris* L. размером 4×1×1 см помещали в колбы Эрленмейера емкостью 100 мл с 30 мл среды Чапека-Докса без глюкозы и стерилизовали в автоклаве 3 раза по 30 минут при 120 ºС с 24-часовым интервалом между каждым сеансом автоклавирования. После остывания субстрата образцы древесины сосны инокулировали по схеме: мицелием 1) *P. gigantea*; 2) *P. gigantea* + *H. annosum*; 3) *H. annosum*. Расстояние между инокулями во втором варианте составило 3 см. Выращивание грибов проводили при температуре 20–24 ºС на рассеянном свету в течение 60-ти суток. По истечении срока опыта кусочки древесины извлекали из колб, с поверхности

субстрата соскребали мицелий и выбрасывали его, т. к. основное внимание уделялось грибам, растущим в древесине. Древесную стружку с каждого образца древесины получали с помощью стерильного сверла диаметром 0,64 см. Более крупную стружку вводили в сусло-агар. Чашки Петри с питательной средой инкубировали при комнатной температуре (~ 20 ºС) и проверяли их ежедневно до тех пор, пока не был получен хороший рост мицелия для идентификации культур гриба. Изоляцию культур грибов проводили в трех местах каждого образца древесины сосны обыкновенной (сторона патогена, сторона антагониста, середина брусочков древесины). Каждое место анализировали 4 раза с 3 повторами, всего 12 анализов на каждое местоположение и 36 анализов на каждый образец древесины сосны. Для идентификации грибов использовали метод микроскопирования [7]. Измерение роста грибов на образцах древесины не проводили, т. к. сложно было определить края колоний макромицетов.

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили при 5 %-м уровне значимости с помощью дисперсионного анализа и множественного сравнения средних арифметических значений по критерию Даннета [5].

Результаты и обсуждение

Согласно литературным данным [1, 6, 9, 12–14], *H. annosum* является факультативным паразитом, для которого лесная подстилка, особенно при наличии в ней древесных остатков, является вполне благоприятной средой для существования. Следовательно, подстилка (наряду с пнями и корнями) может быть резерватором инфекции и при определенных условиях способна служить источником заражения корневых систем растущих деревьев.

Нами были исследованы типы взаимоотношения между штаммами *P. gigantea* и *H. annosum* при их совместном произрастании на стерильной слаборазложившейся лесной подстилке, которая исключала наличие почвенных микроорганизмов, являющихся антагонистами возбудителей корневых гнилей. Результаты этого исследования приведены на рис. 1.

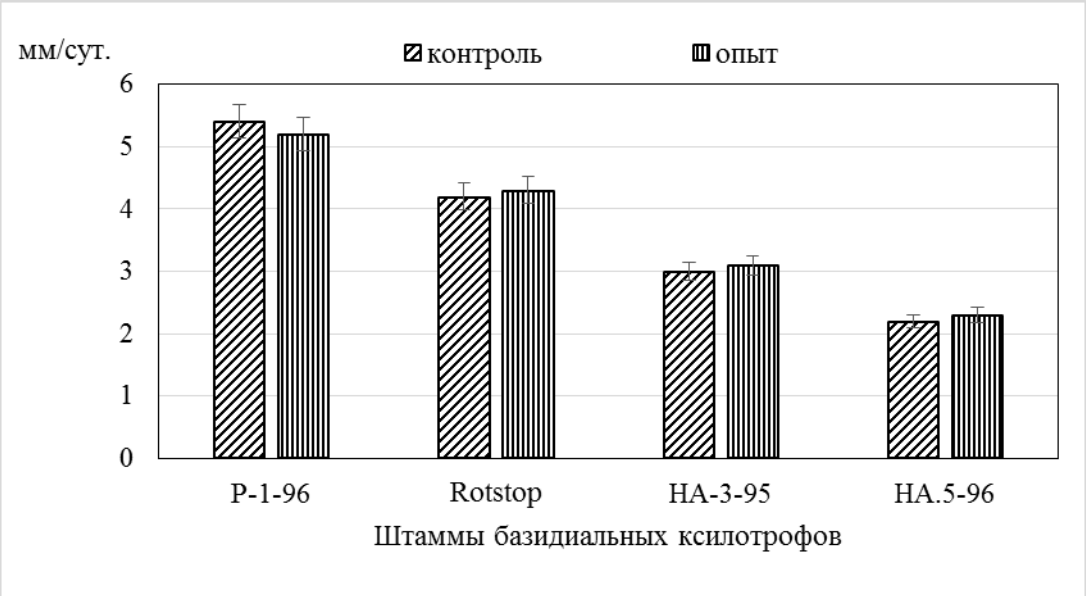


Рис. 1. Усредненная скорость роста мицелия штаммов *P. gigantea* и изолятов *H. annosum* на лесной подстилке до встречи противокультур

При анализе экспериментальных данных, представленных на рис. 1, было установлено, что исследованные штаммы флебиопсиса гигантского в смешанной культуре не оказывали достоверного влияния на изменение скорости роста корневой губки до встречи колоний базидиальных ксилотрофов. Однако штаммы *P. gigantea* Р-1-96 и Rotstop как в монокультуре, так и в смешанной культуре показали огромное преимущество в колонизации субстрата из лесной подстилки в сравнении с фитопатогеном. До встречи противокультур

мицелий изолятов *H. annosum* занял лишь 1/3 поверхности питательного субстрата. Следовательно, исследованные штаммы *P. gigantea* во время роста на лесной подстилке до встречи с колонией корневой губки демонстрировали территориальный антагонизм, т.е. вытесняли фитопатоген с питательного субстрата за счет более высокой скорости роста мицелия и быстрого использования питательных веществ, т.к. гриб-антагонист лучше был приспособлен к жизнедеятельности на лесной подстилке, чем корневая губка.

После встречи колоний базидиомицетов рост мицелия изолятов *H. annosum* остановился, а у штаммов флебиопсиса гигантского резко замедлился. Несмотря на снижение темпов роста, мицелий обоих штаммов *P. gigantea* продолжал нарастать на поверхность колонии фитопатогена и через 17–20 суток полностью покрыл мицелиальной пленкой противокультуру.

Перед нарастанием на колонии корневой губки гриб-антагонист формировал на границе двух культур мицелиальные валики, от которых затем отходили ветвящиеся уплотненные тяжи, распространяющиеся по поверхности мицелия фитопатогена. Через некоторое время мицелиальные тяжи *P. gigantea* одновременно увеличивались в диаметре, образуя после смыкания между собой бугристую белую поверхность над мицелием *H. annosum*. При физическом контакте гиф корневой губки и флебиопсиса гигантского наблюдалось быстрое локальное разрушение гиф фитопатогена. Аналогичное явление, получившее название «интерференция гиф», было описано нами и другими учеными [3, 4, 16] при изучении антагонистической активности природных штаммов *P. gigantea* на агаризованных средах.

На лесной подстилке также, как и на сусло-агаровой среде [3], штаммы *P. gigantea* проявили фунгистатический алиментарный антагонизм и с разной скоростью нарастали на мицелий исследованных изолятов *H. annosum* (рис. 2). При этом антагонистические свойства *P. gigantea* при выращивании на лесной подстилке были выражены сильнее, чем на искусственных питательных средах. Это, по-видимому, связано с тем, что корневая губка на лесной подстилке образует менее плотную мицелиальную пленку, на которую быстрее нарастает мицелий антагониста.

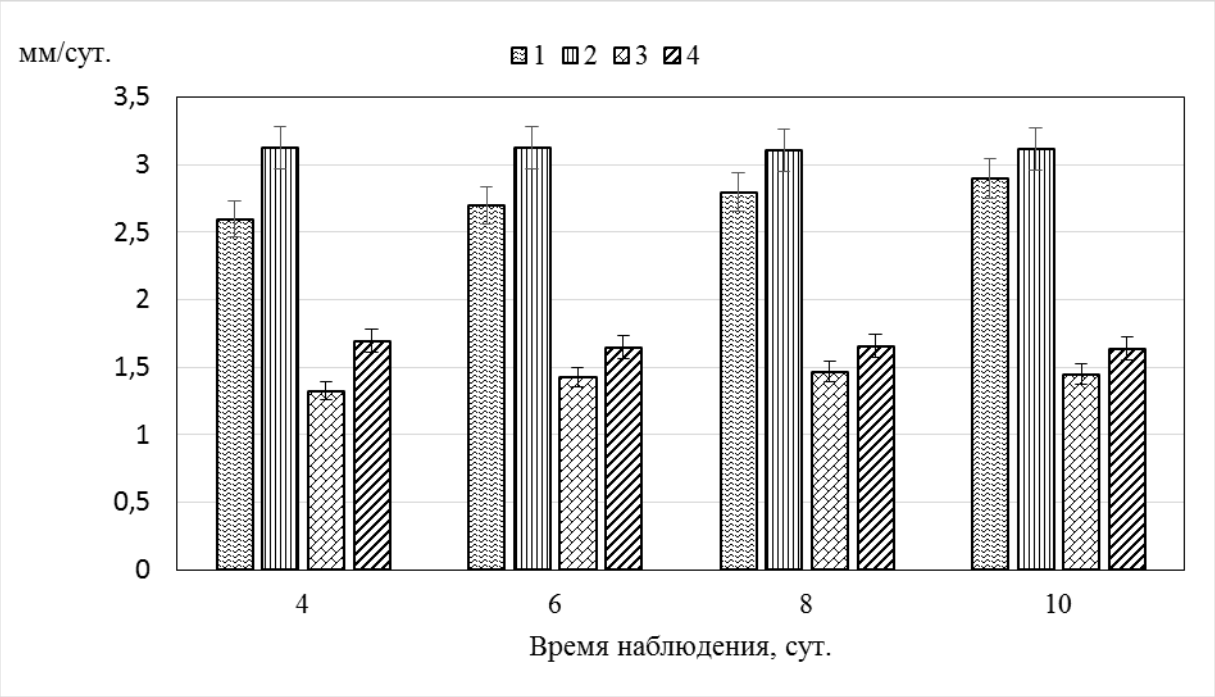


Рис. 2. Среднесуточная скорость нарастания штаммов *P. gigantea* на колонии изолятов *H. annosum* во время роста в смешанной культуре на лесной подстилке:
1 – *P. gigantea* P-1-96 + *H. annosum* HA-3-95; 2 – *P. gigantea* P-1-96 + *H. annosum* HA-5-96;
3 – *P. gigantea* Rotstop + *H. annosum* HA-3-95; 4 – *P. gigantea* Rotstop + *H. annosum* HA-5-96

У аборигенного штамма *P. gigantea* Р-1-96 на лесной подстилке наблюдалась более высокая антагонистическая активность, чем у коммерческого штамма Rotstop.

В исследованной выборке культур фитопатогена не выявлены изоляты *H. annosum* с явно выраженной устойчивостью к антагонистическому действию флебиопсиса гигантского. У изолятов корневой губки через 10–12 суток с момента инокуляции полностью прекращался рост мицелия в смешанной культуре на лесной подстилке, а через 17–20 суток они теряли свою жизнедеятельность.

Нами была также исследована антагонистическая активность аборигенного и коммерческого штаммов *P. gigantea* на древесине сосны обыкновенной. В ходе эксперимента было обнаружено, что скорость колонизации древесного субстрата *in vitro* у исследованных штаммов *P. gigantea* в монокультуре была выше, чем у патогенных изолятов *H. annosum*. Мицелий гриба-антагониста полностью покрыл торцовую поверхность образцов древесины за 21–22 суток с момента посева, а корневой губки – за 30–35 суток. В смешанной культуре до встречи с колонией гриба-антагониста мицелий изолята *H. annosum* НА-5-96 занял лишь 25 % поверхности образца древесины; изолят *H. annosum* НА-3-95 обрастал образцы на 30–35 %.

Результаты исследования, полученные через 60 суток с начала опыта, показали, что наиболее высокой антагонистической активностью по отношению к корневой губке обладал аборигенный штамм *P. gigantea* Р-1-96 (табл. 1). За исследованный период он плотным слоем мицелия покрыл колонии патогена и полностью вытеснил изоляты *H. annosum* из древесного субстрата. Коммерческий штамм Rotstop характеризовался меньшей агрессивностью к возбудителю корневой гнили. Он вытеснил корневую губку из 85–90 % взятых для анализа образцов древесины.

Таблица 1

Антагонистическая активность штаммов флебиопсиса гигантского по отношению к корневой губке на древесине сосны

Штаммы *P. gigantea*	Изоляты фитопатогена			
	НА-3-95		НА-5-96	
	Количество образцов древесины, заселенных мицелием, %			
	P. gigantea	*P. gigantea* + *H. annosum*	*P. gigantea*	*P. gigantea* + *H. annosum*
Р-1-96	100	–	100	–
Rotstop	85	15	90	10

Выводы

Все исследованные штаммы гриба *P. gigantea* в смешанной культуре на естественных субстратах проявили территориальный и фунгистатический алиментарный антагонизм по отношению к фитопатогенному грибу *H. annosum*. Механизм антагонистического действия сапротрофного ксилотрофа *P. gigantea* обусловлен преимущественно конкурентным вытеснением фитопатогена с питательного субстрата за счет более высокой скорости роста мицелия, быстрого использования источников питания, способности проникать в субстрат, уже колонизированный *H. annosum*, с последующим разрушением клеточных стенок гиф патогена при физическом контакте с ними.

Установлено, что антагонистическая активность по отношению к фитопатогену у аборигенного штамма *P. gigantea* Р-1-96, имеющего сходную экологическую зону обитания с *H. annosum*, выражена сильнее, чем у коммерческого штамма Rotstop. Для дальнейших исследований отобран местный штамм *P. gigantea* Р-1-96, который характеризуется комплексом полезных свойств, определяющих его конкурентоспособность и перспективность использования для защиты сосновых насаждений от корневой губки.

Исследование проводилось по теме государственного задания (№ госрегистрации 1023031100013-9-1.6.6;2.9.1).

Список литературы

1. *Василяускас А. П.* Корневая губка и устойчивость экосистем хвойных лесов. Вильнюс : Мокслас, 1989. 175 с.

2. *Волченкова Г. А., Звягинцев В. Б., Савицкий А. В.* Скрининг штаммов *Phlebiopsis gigantea* (Fr.) Jülich по приживаемости на пнях сосны после рубок ухода // Проблемы лесоведения и лесоводства : сб. науч. тр. 2013. Вып. 73. С. 219–222.

3. *Демченко С. И.* Антагонистическая активность природных штаммов *Phlebiopsis gigantea* (Fr.) Jülich. по отношению к фитопатогену *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2023. № 1–2. С. 77–84.

4. *Ерошкина Н. Е.* Биологические особенности гриба *Peniophora gigantea* (Fr.) Masse как антагониста *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. (корневой губки) : Автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.05; 03.00.24. К., 1985. 22 с.

5. *Лакин Г. Ф.* Биометрия. М. : Высш. шк., 1990. 350 с.

6. *Лыков И. В., Максимчук П. А.* Обзор современного состояния и эффективности мероприятий по защите сосновых насаждений от корневой губки (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.) // Лесотехнический журнал. 2021. № 3. С. 63–73.

7. Методы экспериментальной микологии : справ. / Под ред. В. И. Билай. К. : Наук. думка, 1982. 550 с.

8. *Мокрицкий В. А.* Изменчивость и особенности инфекционной биологии *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. : Автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.24. К., 1992. 24 с.

9. *Негруцкий С. Ф.* Корневая губка. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Агропромиздат, 1986. 196 с.

10. *Поликсенова В. Д., Хромцов А. К., Пискун С. Г.* Методические указания к занятиям спецпрактикума по разделу «Микология. Методы экспериментального изучения микроскопических грибов» для студентов 4 курса дневного отделения специальности «G 31.01.01 – Биология». Минск : Изд-во БГУ, 2004. 36 с.

11. *Семенов С. М.* Лабораторные среды для актиномицетов и грибов : справ. М. : Агропромиздат, 1990. 240 с.

12. *Полещук Ю. М., Ковбаса Н. П.* Биологическая защита сосновых насаждений от корневой губки // Труды Белорусского государственного технологического университета. Сер. 1. Лесное хозяйство. 1993. Вып. 1. С. 27–32.

13. *Федоров Н. И.* Корневые гнили хвойных пород. М. : Лесная промышленность, 1984. 160 с.

14. *Харченко Н. А., Кузнецов И. В.* Пути и способы заражения корневых систем сосны обыкновенной корневой губкой // Проблемы и перспективы лесного комплекса : сб. науч. тр. Воронеж : ВГЛТА, 2005. С. 183–187.

15. *Bailey P. J., Woodward S., Pratt J. E.* Colonisation and degradation of *Sitka spruce* sapwood by the Rotstop strain of *Phlebiopsis gigantea* // Root and Butt Rots of Forest Trees: proc. of the IUFRO Working Party. 2003. P. 200–205.

16. *Holdriender O., Greig B.* Biological methods of control // *Heterobasidion annosum*: Biology, Ecology, Impact and Control. Oxon (UK) – New York (USA) : CAB International, 1998. P. 235–258.

Demchenko S. I. **The antagonistic activity of *Phlebiopsis gigantea* native strain P-1-96 on natural substrates**. – The results of the research allowed us to determine the type of relationship between *Heterobasidion annosum* pathogenic strains and *Phlebiopsis gigantea* native strain P-1-96 on natural substrates *in vitro*. The antagonistic properties of the studied *P. gigantea* strain, which has a similar ecological habitat to the phytopathogen, were more pronounced than those of the commercial strain Rotstop. The prospects of using the *P. gigantea* native strain P-1-96 as an agent of biological regulation of the phytopathogen abundance have been proved.

Key words: antagonist fungus, phytopathogen, native strain, type of relationship, antagonistic activity, biological plant protection products.

УДК 631.425

© Д. В. Сыщиков, Ю. А. Штирц

ОЦЕНКА ПОДОБИЯ ГУМУСО-АККУМУЛЯТИВНОГО ГОРИЗОНТА ПОЧВ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ШАХТЕРСКОГО РАЙОНА ДНР НА ОСНОВЕ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА

ФГБНУ Донецкий ботанический сад
Россия, 283059, ДНР, г. Донецк, пр. Ильича, 110
2007dmitry@rambler.ru, yu.shtirts@mail.ru

Сыщиков Д. В., Штирц Ю. А. **Оценка подобия гумусо-аккумулятивного горизонта почв северной части Шахтерского района ДНР на основе гранулометрического состава**. – Проведено исследование гранулометрического состава гумусо-аккумулятивного горизонта почв северной части Шахтерского района ДНР. Проанализирована представленность различных фракций и проведена оценка сходства гранулометрического состава гумусо-аккумулятивного горизонта почв 8 исследуемых участков.

Ключевые слова: агроэкосистема, почва, гумусо-аккумулятивный горизонт, гранулометрический состав.

Введение

Почва как природное тело является результатом суммарного действия многочисленных факторов и процессов почвообразования, на которые существенное воздействие оказывает гранулометрический состав [8]. Гранулометрический состав представляет собой один из важнейших показателей плодородия почв, определяющий интенсивность протекания почвообразовательных процессов, которые связаны с превращением, миграцией и аккумуляцией тонкодисперсной фракции (< 0,01 мм), органических и минеральных соединений в профиле почв, оказывает влияние на качество почв, находящихся в интенсивной системе земледелия, определяет их производительную способность и агроэкологический потенциал для эффективного возделывания сельскохозяйственных культур [3].

Распределение химических элементов почвы также существенно зависит от ее гранулометрического состава. Так, к увеличению количества поглощенных тяжелых металлов, как и к усилению прочности их закрепления на поверхности высокодисперсных частиц, приводит увеличение дисперсности гранулометрических фракций [6].

Гранулометрический состав, наряду с другими почвенно-физическими условиями, определяет потенциальные возможности выращиваемых растений. Являясь «базовым свойством» почвы, гранулометрический состав значительно трансформирует экологические факторы жизни растений, в частности, культурных [7]. По мнению ряда авторов [1, 4], гранулометрический состав почв является одним из весомых факторов продуктивности сельскохозяйственных земель, от которого в значительной степени зависят химический состав, физические, физико-химические, биологические и другие свойства почв, их режимы, интенсивность и направленность почвенных процессов.

Ранее считалось, что гранулометрический состав представляет собой консервативную генетическую характеристику почв, так как в природных условиях его преобразование протекает довольно медленно в сравнении с изменчивостью других свойств. Следует отметить, что хозяйственная деятельность может в значительной степени ускорить его преобразование [8].

Цель исследования – на основе гранулометрического состава провести анализ гумусо-аккумулятивного горизонта почв северной части Шахтерского района ДНР.

Реализация поставленной цели предусматривала решение следующих задач:

– проанализировать представленность различных фракций в гранулометрическом составе гумусо-аккумулятивного горизонта исследуемых участков;

– на основании представленности различных фракций в составе гумусо-аккумулятивного горизонта оценить степень сходства выбранных модельных участков.

© Сыщиков Д. В., Штирц, Ю. А., 2023

Материал и методы исследования

При выборе модельных участков для исследования почвенного покрова деградированных агроэкосистем учитывалась степень их антропогенной трансформации. Были выбраны следующие участки почв северной части Шахтерского района ДНР.

Участок № 1. Участок со степной растительностью (с. Малоорловка, Шахтерский район, 48°11'23.3"N 38°17'08.9"E).

Участок № 2. Склоновый участок поля под яровой пшеницей (с. Славное, Шахтерский район, 48°12'45.0"N 38°19'57.1"E).

Участок № 3. Поле под яровой пшеницей, первый год после пара (с. Славное, Шахтерский район, 48°12'47.2"N 38°19'48.8"E).

Участок № 4. Выведенные из сельскохозяйственного использования земли для выгона скота (с. Славное, Шахтерский район, 48°13'06.6"N 38°20'02.0"E).

Участок № 5. Поле под паром (с. Славное, Шахтерский район, 48°13'19.1"N 38°20'09.7"E).

Участок № 6. Поле под яровым ячменем (с. Малоорловка, Шахтерский район, 48°10'46.5"N 38°17'39.1"E).

Участок № 7. Поле под яровой пшеницей (с. Малоорловка, Шахтерский район ,48°10'15.2"N 38°17'36.3"E).

Участок № 8. Склоновый участок поля под яровым ячменем (с. Малоорловка, Шахтерский район, 48°10'04.1"N 38°17'37.8"E).

Отбор почвенных образцов проводили в сентябре 2022 г. согласно «Методам почвенной микробиологии и биохимии» [5]. Исследование гранулометрического состава почвенных горизонтов проведено в соответствии с ГОСТ 12536–2014 [2]. Для оценки степени подобия гранулометрического состава исследуемых участков применен кластерный анализ с использованием средних арифметических невзвешенных значений евклидова расстояния. Кластерный анализ проведен в программе Statistica 6.0. Построение дендрограмм сходства проводилось на основании долевого участия почвенных фракций в гранулометрическом составе почвенного горизонта выделяемых участков.

Результаты и обсуждение

Гранулометрический состав почв гумусо-аккумулятивного горизонта исследуемых участков представлен в табл. 1.

Таблица 1

Гранулометрический состав почв гумусо-аккумулятивного горизонта исследуемых участков почв северной части Шахтерского района ДНР, %

Фракция	Участки							
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8
более 10 мм	21,8	5,2	2,1	0,0	0,6	24,5	0,0	0,0
10 мм – 5 мм	5,7	12,0	5,0	0,7	1,1	3,5	0,0	0,1
5 мм – 2 мм	10,9	19,0	9,6	5,4	1,7	14,9	5,4	0,7
2 мм – 1 мм	17,9	20,6	14,9	38,3	23,2	19,3	21,3	19,6
1 мм – 0,5 мм	4,5	5,3	6,0	6,7	7,7	4,0	12,8	9,4
0,5 – 0,1 мм	27,2	18,6	12,9	13,7	16,7	1,5	28,9	1,0
менее 0,1 мм	12,0	19,4	49,4	35,1	48,9	32,4	31,5	69,2

Согласно данным табл. 1, участок № 1 характеризуется преобладанием фракции с размером почвенных частиц 0,5 – 0,1 мм, несколько ниже долевое участие в структуре почв фракции более 10 мм. Участок № 2 характеризуется значительным долевым участием фракции 2 мм – 1 мм. Для участка № 3 отмечено преобладание фракции менее 0,1 мм. Участок № 4 характеризуется преобладанием фракции 2 мм – 1 мм, несколько ниже долевое участие фракции менее 0,1 мм. Участок № 5, как и участок № 3, характеризуется

существенным преобладанием фракции менее 0,1 мм. Преобладание данной фракции отмечено также в составе гумусо-аккумулятивного горизонта участка № 6, вместе с тем в процентном соотношении его долевое участие ниже, чем на участках № 3 и 5. Гранулометрический состав участка № 7 характеризуется представленностью в наибольшей степени двух фракций: фракцией менее 0,1 мм, долевое участие которой более выражено, и фракцией 0,5 – 0,1 мм. Участок № 8 характеризуется максимальной выраженностью фракции менее 0,1 мм: долевое участие достигает 69,2 %.

В большинстве случаев в составе гумусо-аккумулятивного горизонта выявлено преобладание фракции с размером частиц менее 0,1 мм. Исключением являются участки № 1 (преобладает фракция частиц размером 0,5 – 0,1 мм), № 2 и 4 (преобладает фракция частиц 2 мм – 1 мм).

Участки № 4 и 8 характеризуются отсутствием фракции частиц размером более 10 мм. Участок № 7 характеризуется отсутствием фракции частиц размером более 5 мм (рис. 1).

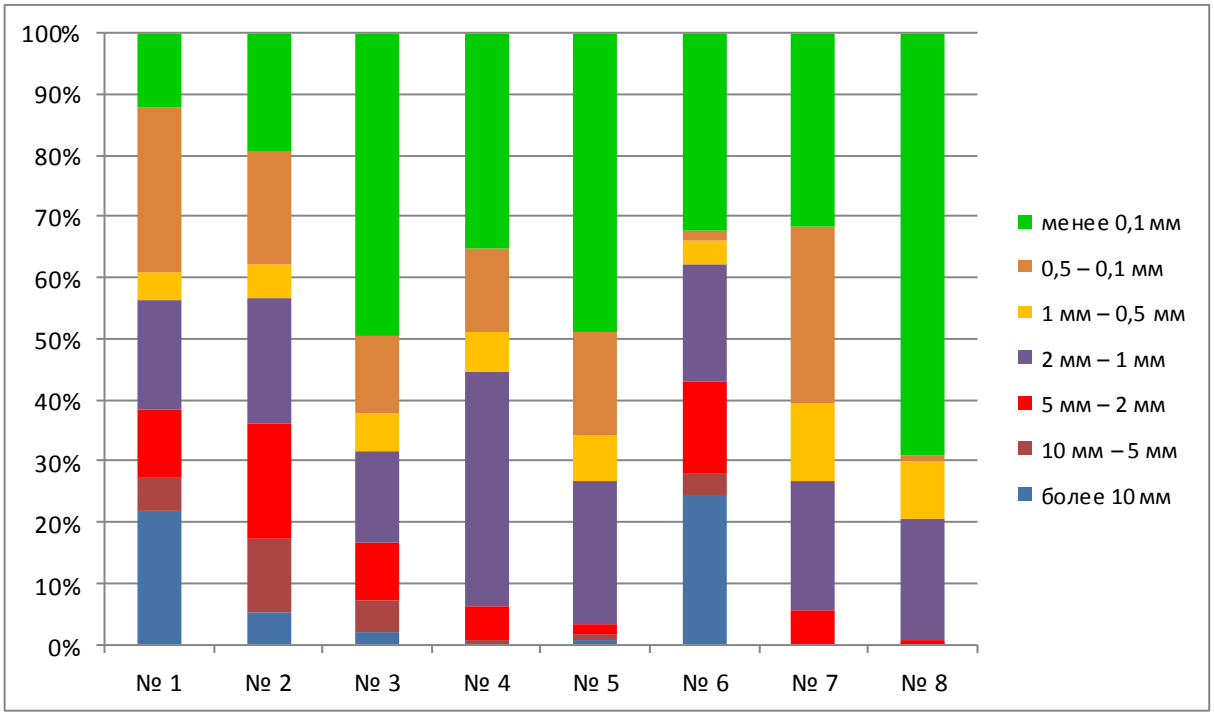


Рис. 1. Гранулометрический состав почв гумусо-аккумулятивного горизонта исследуемых участков почв северной части Шахтерского района ДНР

Результаты кластерного анализа отражены на рис. 2.

В соответствии с результатами проведенного кластерного анализа выделены два кластера: 1) участки № 3, 4, 5, 7, 8; 2) участки № 1, 2, 6.

В первом кластере наибольшая степень сходства отмечена между участками № 3 и 5. Данные участки проявляют максимальную степень сходства для всех сравниваемых участков. Высокая степень сходства выявлена также при сравнении участков № 4 и 7.

Во втором кластере наиболее сходны участки № 1 и 2. Максимальная степень отличия выявлена при сравнении участка № 8 со всеми остальными участками.

Таким образом, наиболее сходным является гранулометрический состав гумусо-аккумулятивных горизонтов следующих участков (перечисление идет в порядке уменьшения степени сходства): № 3 и 5; № 1 и 2; № 4 и 7.

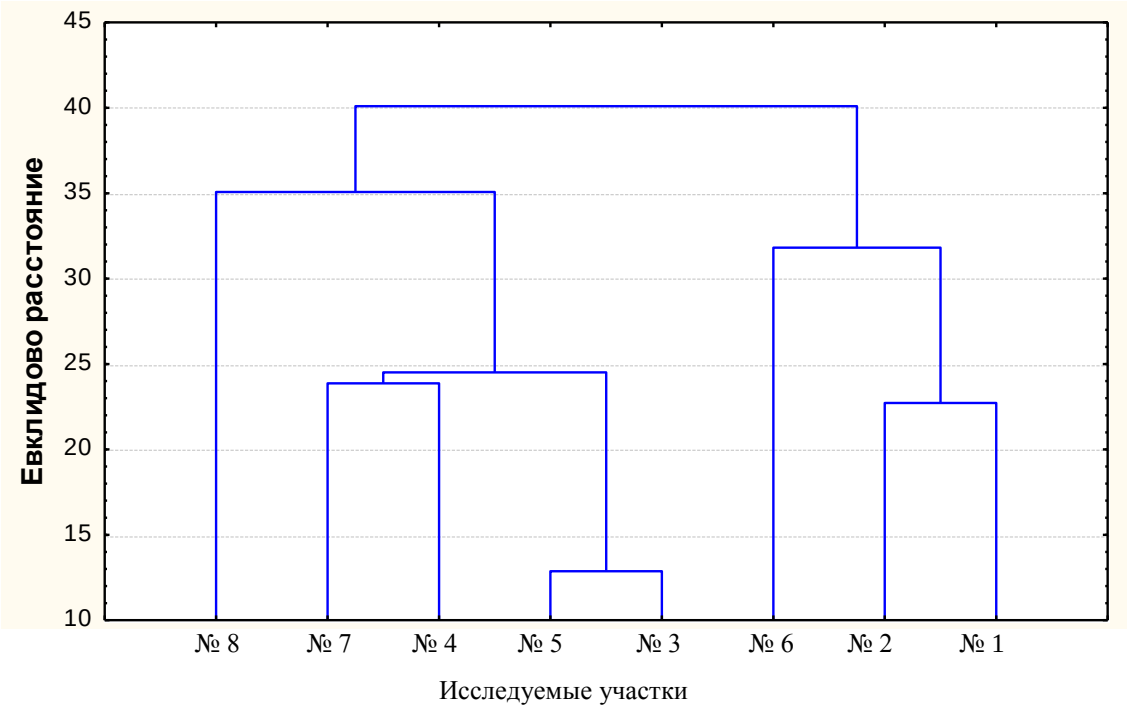


Рис. 2. Дендрограмма сходства на основании гранулометрического состава гумусо-аккумулятивных горизонтов исследуемых участков почв северной части Шахтерского района ДНР

Выводы

В большинстве случаев в составе гумусо-аккумулятивного горизонта почв исследуемых участков северной части Шахтерского района ДНР выявлено преобладание фракции с размером частиц менее 0,1 мм. Исключением являются участки № 1 (преобладает фракция частиц размером 0,5 – 0,1 мм, ее долевое участие составляет 27,2 %), № 2 и 4 (преобладает фракция частиц 2 мм – 1 мм – 20,6 и 38,3 % соответственно). Участки № 4 и 8 характеризуются отсутствием фракции частиц размером более 10 мм. Участок № 7 характеризуется отсутствием фракции частиц размером более 5 мм.

Согласно результатам проведенного кластерного анализа наиболее сходным является гранулометрический состав гумусо-аккумулятивного горизонта следующих участков (перечисление сравниваемых пар участков приведено в порядке уменьшения степени сходства): 1) № 3 и 5; 2) № 1 и 2; 3) № 4 и 7. Максимальная степень отличия выявлена при сравнении участка № 8 со всеми остальными участками.

Информация о финансировании работы

Исследования проведены в рамках выполнения госбюджетной темы «Качественные и функциональные характеристики почв сельскохозяйственных угодий в степной зоне и пути восстановления их биологической продуктивности».

Список литературы

1. *Бабичев А. Н., Сидаренко Д. П.* Гранулометрический состав как важный экологический показатель плодородия почв Багаевского района // Экология и водное хозяйство. 2023. Т. 5, № 1. С. 32–44. DOI : 10.31774/2658-7890-2023-5-1-32-44.

2. ГОСТ 12536-2014. Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава. Взамен ГОСТ 12536-79; введ. 2015-07-01. М. : Стандартинформ, 2019. 23 с.

3. *Дыдышко С. В., Азаренок Т. Н., Матыченкова О. В., Ананько Е. Д.* Применение данных гранулометрического состава почв для мониторинга их агроэкологического состояния // Охрана окружающей среды – основа безопасности страны : сб. статей по матер. Межунар. науч. экол. конф. (Краснодар, 29–31 марта 2022 г.). Краснодар : КубГАУ, 2022. С. 470–472.

4. *Зинченко Е. В., Горохова И. Н., Круглякова Н. Г., Хитров Н. Б.* Современное состояние орошаемых почв Приволжской возвышенности // Бюллетень Почвенного института им. В. В. Докучаева. 2019. № 99. С. 68–109. DOI : 10.19047/0136-1694-2020-104-68-109.

5. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Под. ред. Д. Г. Звягинцева. М. : Изд-во МГУ, 1991. 304 с.

6. *Минкина Т. М., Пинский Д. Л., Манджиева С. С., Антоненко Е. М., Сушкова С. Н.* Влияние гранулометрического состава на поглощение меди, свинца и цинка черноземными почвами Ростовской области // Почвоведение. 2011. № 11. С. 1304–1311.

7. *Татаринцев В. Л., Татаринцев Л. М., Рассыпнов В. А.* Гранулометрический состав почв Алтайского Приобья и его агроэкологическая оценка // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2012. № 6 (92). С. 36–40.

8. *Цытрон Г. С., Шульгина С. В., Матыченкова О. В.* Устойчивость гранулометрического состава дерново-подзолистых почв Беларуси к антропогенным воздействиям // Весці Нацыянальнай Акадэміі Навук Беларусі. Сер. аграрных навук. 2014. № 2. С. 69–74.

Syshchykov D. V., Shtirts Yu. A. **Evaluation of the similarity of the humus-accumulative horizon of soils in the northern part of the Shakhtersky district of the DPR based on the particle size distribution**. – A study of the granulometric composition of the humus-accumulative horizon of soils in the northern part of the Shakhtersky district of the DPR was carried out. The representation of various fractions was analyzed and the similarity of the granulometric composition of the humus-accumulative soil horizon of the 8 study areas was assessed.

Key words: agroecosystem, soil, humus-accumulative horizon, granulometric composition.

УДК 582.284 : 577.151.52

© **О. В. Чемерис**

ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ШТАММА *IRPEX LACTEUS* 2434 – ПЕРСПЕКТИВНОГО ПРОДУЦЕНТА ВНЕКЛЕТОЧНЫХ ЦЕЛЛЮЛАЗ

ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»
Россия, 283050, ДНР, г. Донецк, ул. Щорса, 46
chemeris07@rambler.ru

Чемерис О. В. **Оптимизация условий культивирования штамма *Irpex lacteus* 2434 – перспективного продуцента внеклеточных целлюлаз.** – Проведен подбор условий культивирования штамма *Irpex lacteus* 2434 на кукурузном талаше (листьях початков) – активного продуцента целлюлозолитических ферментов – по pH питательной среды и температуре с целью увеличения синтеза эндоглюканаз и целлобиаз. Оптимальной температурой культивирования штамма *I. lacteus* 2434 на кукурузном талаше является 30 °С. Максимальные значения эндоглюканазной активности культуральной жидкости продуцента отмечены на 5-е сутки культивирования при pH 4,5, целлобиазной – на 10-е сутки при pH 4,0.

Ключевые слова: *Irpex lacteus*, целлюлазы, эндоглюканаза, целлобиаза, оптимизация, температура культивирования, кислотность питательной среды.

Введение

Одной из ключевых отраслей биотехнологии является биоконверсия возобновляемого растительного сырья в различные продукты и полупродукты для химической и микробиологической промышленности с помощью ферментов и микроорганизмов [9]. Для эффективного гидролиза целлюлозы необходимо наличие сбалансированного по составу ферментного комплекса целлюлаз, включающего в себя эндоглюканазу (эндо-1,4-β-D-глюканазу, КФ 3.2.1.4), экзоглюканазу (целлобиогидролазу, экзо-1,4-β-D-глюканазу, КФ 3.2.1.91) и β-глюкозидазу (1,4-β-D-глюкозидазу, КФ 3.2.1.21). Эти три компонента целлюлазы действуют синергически и могут замедлить расщепление целлюлозы до глюкозы [17].

Исследования ученых направлены на поиск продуцентов, способных к эффективному гидролизу целлюлозы до глюкозы. Некоторые виды микроорганизмов (бактерии, актиномицеты и грибы), способны синтезировать целлюлазы [1, 12, 17]. Причем наибольший интерес представляют мицелиальные грибы, поскольку они выделяют свои ферменты внеклеточно [11]. К числу факторов внешней среды, способных оказать значительное влияние на метаболизм клетки и на биосинтез ферментов, в том числе и на образование целлюлаз, относятся pH среды и температура. Они могут оказать влияние на стабильность ферментов, ускорять или замедлять их денатурацию, влиять на сродство к субстрату [1, 6]. Биосинтез целлюлозолитических ферментов наиболее интенсивно протекает при величине pH от 3,0 до 6,0 [2, 3], а температурный оптимум для базидиальных грибов может находиться от 25 до 36 °С [2, 3, 14] и изменяться в зависимости от субстрата и других условий культивирования [18]. С помощью оптимизации условий культивирования продуцента удается усилить его биосинтетические свойства [1, 6, 19].

Целью настоящей работы было изучение активности целлюлозолитических ферментов, продуцируемых штаммом *Irpex lacteus* 2434 при жидкофазном культивировании на кукурузном талаше при различных значениях pH среды и температуры.

Материал и методы исследования

Объектом исследования был штамм 2434 гриба *I. lacteus* из коллекции культур кафедры физиологии растений ФГБОУ ВО «ДонГУ» и Коллекции культур шляпочных грибов Института ботаники им. Н. Г. Холодного НАН Украины (ИВК).

Штамм *I. lacteus* культивировали в колбах Эрленмейера объемом 100 мл с 50 мл среды Чапека следующего состава (г/л): $NaNO_3$ – 2, K_2HPO_4 – 1, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ – 0,5, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ – 0,01 [16]. В качестве индуктора целлюлозолитических ферментов использовали

© **Чемерис О. В., 2023**

измельченный до конечного размера частиц 0,5–0,7 см кукурузный талаш (листья початков) в количестве 2 %. Начальную кислотность питательной среды доводили до значений от 4 до 6 с шагом 0,5 pH с помощью 10 %-ного раствора HCl на анализаторе ионов AI-123 (Украина). Культивирование продуцента проводили в течение 15-ти суток при температурах от 28 до 34 °С с интервалом 2 °С в термостатах ТС-80 и ТС-80-М2 (Россия). В качестве инокулюма использовали блоки размером 5×5 мм семисуточной культуры штамма, выращенного на картофельно-глюкозном агаре.

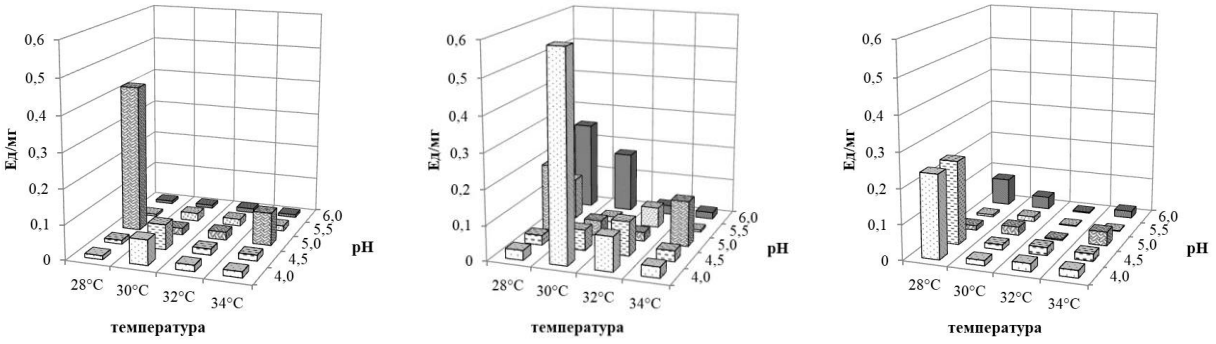
Активность целлюлозолитических ферментов культуральной жидкости (КЖ) штамма *I. lacteus* 2434 определяли относительно следующих субстратов: фильтровальная бумага (Filtrak, плотность 90 г/м^2) – общая целлюлозолитическая активность, ФБ-активность, Na-карбоксиметилцеллюлоза (C5678, Sigma, США) – эндоглюканазная активность, целлобиоза (Fluka, Германия) – целлобиазная активность. Состав реакционных смесей для определения целлюлозолитической активности и условия проведения реакций соответствовали общепринятым методикам [7, 8, 13]. За единицу целлюлозолитической активности (Ед.) принимали такое количество фермента, которое образовывало 1 μmol редуцирующих сахаров в течение 1 мин в условиях опыта (t = +37º С). Удельную активность (Ед./мг) определяли отношением общей активности культуральной жидкости (Ед./мл) к содержанию белка в культуральной жидкости (мг/мл). Редуцирующие сахара определяли методом Шомодьи-Нельсона (калибровочный график строили по глюкозе) [4, 7, 15]. Глюкозу определяли глюкозооксидазно-пероксидазным методом с использованием наборов реагентов для определения содержания глюкозы в сыворотке или плазме крови («Глюкоза-Ольвекс», Россия).

Содержание белка в культуральной жидкости определяли по методу Бредфорда [10].

Исследования проводили в трехкратной повторности. Статистическую обработку полученных данных осуществляли методом дисперсионного анализа качественных и количественных признаков, а сравнение средних арифметических величин – по критерию Дункана [5].

Результаты и обсуждение

На рис. 1 представлена удельная общая целлюлозолитическая активность по отношению к фильтровальной бумаге культуральной жидкости штамма *I. lacteus* 2434 в зависимости от условий культивирования (температуры и pH питательной среды) на кукурузном талаше.



а *б* *в*

Рис. 1. Удельная общая целлюлозолитическая активность штамма *I. lacteus* 2434 при культивировании на кукурузном талаше: *а* – 5-е сутки, *б* – 10-е сутки, *в* – 15-е сутки

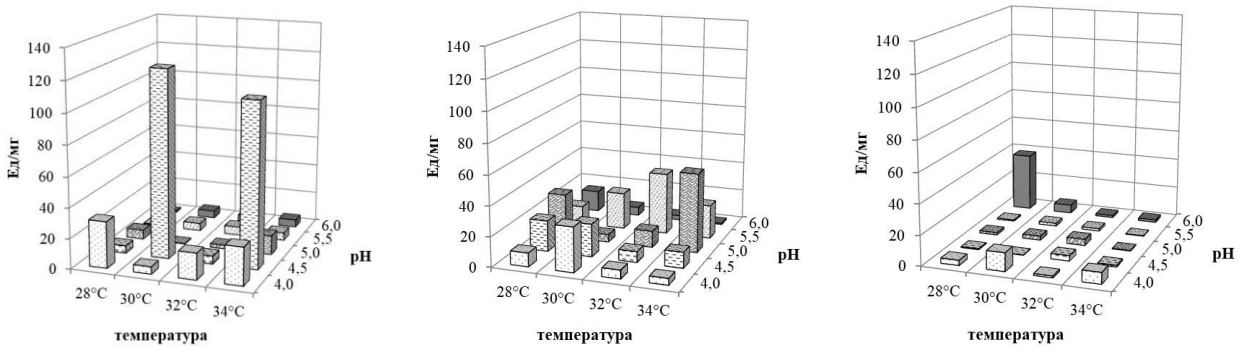
На 5-е сутки культивирования штамма *I. lacteus* 2434 с начальным pH 5,0 отмечены два пика максимальных значений ФБ-активности КЖ – при 28 °С на уровне 0,4 Ед./мг и 34 °С – 0,1 Ед./мг. Достаточно высокие значения ферментативной активности продуцента наблюдались при 30 °С и начальной кислотности питательной среды pH 4,0–4,5 (рис. 1, *а*). При культивировании на питательных средах с начальным уровнем pH 5,5 и pH 6,0

культуральная жидкость штамма почти не проявляла удельную ферментативную активность. При 32 °С удельная общая целлюлозолитическая активность штамма *I. lacteus* 2434 находилась на одном уровне независимо от pH питательной среды.

На 10-е сутки культивирования штамма *I. lacteus* 2434 на кукурузном талаше при 28 °С отмечено незначительное повышение ФБ-активности культуральной жидкости для вариантов pH 4,0 и 4,5 и более активное повышение ферментативной активности при pH 5,5–6,0 (рис. 1, *б*). При культивировании штамма при 30 °С наблюдались два пика повышения общей целлюлозолитической активности при pH 4,0 и 6,0. При культивировании штамма *I. lacteus* 2434 при 32 °С и уровне pH 4,0–4,5 и при 34 °С и pH 5,0 отмечено повышение удельной общей целлюлозолитической активности по сравнению с 5-ми сутками. Для других вариантов культивирования повышение активности ФБ-ферментов было менее выраженным.

На 15-е сутки культивирования высокая общая целлюлозолитическая активность КЖ наблюдалась только при 28 °С и pH 4,0 и 4,5. Для других вариантов исследования ферментативная активность культуральной жидкости штамма *I. lacteus* 2434 снижалась (рис. 1, *в*).

Эндоглюканазная активность штамма *I. lacteus* 2434 в зависимости от условий культивирования на кукурузном талаше представлена на рис. 2.



а *б* *в*

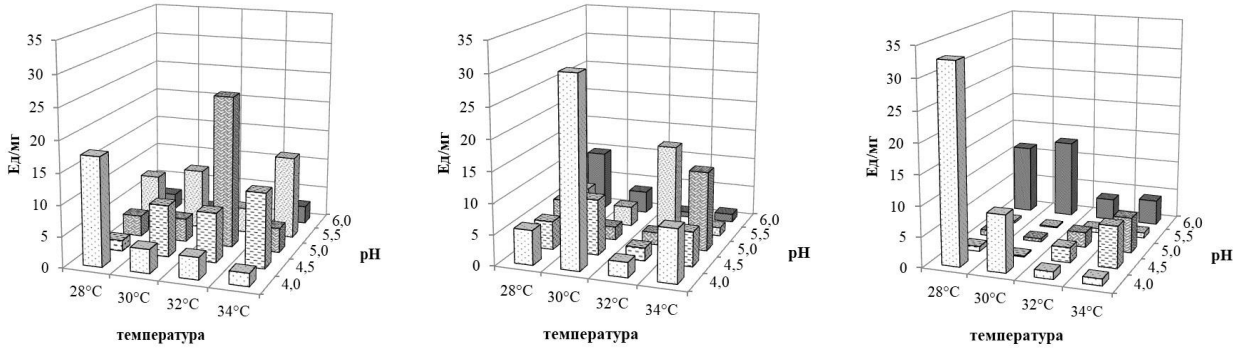
Рис. 2. Удельная эндоглюканазная активность штамма *I. lacteus* 2434 при культивировании на кукурузном талаше: *а* – 5-е сутки, *б* – 10-е сутки, *в* – 15-е сутки

Отмечено, что при культивировании штамма *I. lacteus* 2434 при разных сочетаниях физических и химических факторов на питательных средах с кукурузным талашем максимальные пики эндоглюканазной активности наблюдались на 5-е сутки на питательной среде с pH 4,5 при температурах 30 и 34 °С (рис. 2, *а*). Для других вариантов исследования активность эндоглюканаз была значительно ниже. Стоит отметить, что целлюлозолитическая активность относительно Na-КМЦ КЖ продуцента при культивировании на питательной среде с pH 4,0 была выше, чем при pH 5,0–6,0.

На 10-е сутки культивирования штамма *I. lacteus* 2434 высокие значения целлюлозолитической активности относительно Na-КМЦ наблюдались при температуре 32 °С и pH 5,5, а также при температуре 34 °С и pH 5,0 (рис. 2, *б*). При более низких температурах культивирования штамма *I. lacteus* 2434 отмечено повышение активности эндоглюканаз на 10-е сутки, за исключением варианта при 28 °С и pH 4,0.

Нужно отметить, что к 15-м суткам эндоглюканазная активность КЖ штамма *I. lacteus* 2434 значительно снижалась по всем вариантам исследования, кроме варианта культивирования при 28 °С и pH 6,0.

На рис. 3 представлена зависимость целлобиазной активности штамма *I. lacteus* 2434 от условий культивирования на кукурузном талаше. На 5-е сутки культивирования установлено две зоны высокой целлобиазной активности культуральной жидкости – при 28 °С и pH 4,0 и при 32 °С и pH 5,0. Достаточно высокие показатели активности целлобиаз отмечены на 5-е сутки культивирования продуцента при 30 °С и 34 °С и pH 4,5 и 5,5.



а *б* *в*

Рис. 3. Удельная целлобиазная активность штамма *I. lacteus* 2434 при культивировании на кукурузном талаше: *а* – 5-е сутки, *б* – 10-е сутки, *в* – 15-е сутки

На 10-е сутки культивирования штамма *I. lacteus* 2434 зафиксирован только один пик высокой целлобиазной активности при 30 °С и pH 4,0. Высокие значения целлобиазы КЖ отмечены также при условиях культивирования продуцента на питательной среде с начальным pH 5,5 при 32 °С.

В целом зависимость целлобиазной активности штамма *I. lacteus* 2434 от действия pH питательной среды и температуры культивирования на 15-е сутки схожа с наблюдаемой ранее эндоглюканазной (см. рис. 2) – отмечено снижение ферментативной активности по ряду вариантов взаимодействия факторов, но имеются и отличия. Так, в этот период выявлена максимальная целлобиазная активность культуральной жидкости (~30 Ед./мг) штамма *I. lacteus* 2434 при 28 °С и pH 4,0, а также установлено повышение активности фермента при pH питательной среды при 30–34 °С.

Выводы

Установлены оптимальные значения pH питательной среды и температуры культивирования штамма *I. lacteus* 2434 на кукурузном талаше для синтеза внеклеточных эндоглюканаз и целлобиаз. Для получения наибольшего выхода эндоглюканаз из культуральной жидкости штамм *I. lacteus* 2434 следует культивировать 5 суток при температуре 30 °С и начальном pH питательной среды 4,5, внеклеточных целлобиаз – при 30 °С и с pH 4,0 в течение 10-ти суток.

Исследование проводилось по теме государственного задания (№ госрегистрации 1023031100013-9-1.6.6;2.9.1).

Список литературы

1. *Авдеева Л. В., Осадчая М. А., Хархота М. А.* Целлюлазная активность бактерий рода *Bacillus* // Мікробіологія і біотехнологія. 2011. № 2. С. 65–72.

2. *Древаль К. Г.* Культивування базидіоміцетів – активних продуцентів целлюлозолитичніх ензимів. II. Ендоглюканазна активність культуральних фільтратів базидіоміцетів стосовно Na-карбоксиметилцелюлози // Біотехнологія. 2012. Т. 5, № 2. С. 86–91.

3. *Древаль К. Г., Бойко М. І.* Культивування базидіоміцетів – активних продуцентів целлюлозолитичніх ензимів. IV. Целобіазна активність культуральних фільтратів базидіоміцетів // Біотехнологія. 2012. Т. 5, № 4. С. 82–87.

4. Методы экспериментальной микологии : справочник / И. А. Дудка, С. П. Вассер, И. А. Элланская и др.: [отв. ред. В. И. Билай]. К. : Наук. думка, 1982. 552 с.

5. *Приседський Ю. Г.* Статистична обробка результатів біологічних експериментів : навч. посібник. Донецьк : Кассиопея, 1999. 210 с.

6. *Рабинович М. А., Черноглазова В. М., Клесов А. А.* Классификация целлюлаз, их

распространение, множественные формы и механизм действия. М. : ВИНИТИ, 1988. № 11. С. 4–189.

7. *Синицын А. П., Гусаков А. В., Черноглазов В. М.* Биоконверсия лигноцеллюлозных материалов : уч. пособие. М. : Изд-во МГУ, 1995. 224 с.

8. *Синицын А. П., Черноглазов В. М., Гусаков А. В.* Методы изучения и свойства целлюлозолитических ферментов // Итоги науки и техники. Сер. Биотехнология. 1993. Т. 25. 152 с.

9. *Шубаков А. А., Михайлова Е. А., Мартынов В. В.* Биоконверсия целлюлозосодержащего сырья. Ферментативный гидролиз целлюлозы (обзор литературы) // Известия Коми научного центра Уральского отделения РАН. Серия «Экспериментальная биология и экология». 2022. № 4 (56). С. 27–38.

10. *Bradford M. M.* A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding // Anal. Biochem. 1976. Vol. 72. P. 248–254.

11. *Dutta T., Sahoo R., Sengupta R., Ray S. S., Bhattacharjee A., Ghosh S.* Novel cellulases from an extremophilic filamentous fungi *Penicillium citrinum*: production and characterization // J. Ind. Microbiol. Biotechnol. 2008. N 35. P. 275–282. DOI : 10.1007/s10295-008-0304-2.

12. *Fang H., Xia L.* Cellulase production by recombinant *Trichoderma reesei* and its application in enzymatic hydrolysis of agricultural residues // Fuel. 2015. N 143. P. 211–216. DOI : 10.1016/j.fuel.2014.11.056.

13. *Ghose T. K.* Measurement of cellulase activity // Pure Appl. Chem. 1987. Vol. 59, N 2. P. 257–268.

14. *Inglis G. D., Popp A. P., Selinger L. B, Kawchuk L. M., Gaudet D. A., McAllister T. A.* Production of cellulases and xylanases by low-temperature basidiomycetes // Can. J. Microbiol. 2000. N 46 (9). P. 860–865. DOI : 10.1139/w00-057.

15. *Nelson N.* A photometric adaptation of the Somogyi method for the determination of sugars // J. Biol. Chem. 1944. Vol. 153, N 2. P. 375–379.

16. *Nkohla A., Okaiyeto K., Olaniran A., Nwodo U., Mabinya L., Okoh A.* Optimization of growth parameters for cellulase and xylanase production by *Bacillus* species isolated from decaying biomass // Journal of Biotech Research. 2017. N 8. P. 33–47.

17. *Singh A., Adsul M., Vaishnav N., Mathur A., Singhania R. R.* Improved cellulase production by *Penicillium janthinellum* mutant // Indian J. Exp. Biol. 2017. N 55. P. 436–440.

18. *Trinh D. K., Quyen D. T., Do T. T., Nguyen T. T. H., Nghiem N. M.* Optimization of culture conditions and medium components for carboxymethyl cellulase (cmcase) production by a novel basidiomycete strain *Peniophora* sp. NDVN01 // Iranian Journal of Biotechnology. 2013. N 11 (4). P. 251–259. DOI : 10.5812 / ijb.11039.

19. *Yadav P. R., Chauhan P. B., Gahlout M.* Isolation, screening and optimization of process parameters for enhanced production of cellulase by solid state fermentation // Int. J. Adv. Res. Biol. Sci. 2016. N 3. P. 21–27.

Chemeris O. V. **Optimization of cultivation conditions for the strain *Irpex lacteus* 2434 – a promising producer of extracellular cellulases.** – The conditions of cultivation of the strain *Irpex lacteus* 2434 on corn cob leaves, an active producer of cellulolytic enzymes, were selected according to the pH of the nutrient medium and temperature in order to increase the synthesis of endoglucanases and cellobiases. The optimal cultivation temperature of the strain *I. lacteus* 2434 on corn cob leaves is 30 °C. The maximum values of the endoglucanase activity of the producer's culture liquid were noted on the 5th day of cultivation at pH 4,5, and the cellobiase activity on the 10th day at pH 4,0.

Key words: *Irpex lacteus*, cellulases, endoglucanase, cellobiase, optimization, cultivation temperature, acidity of the nutrient medium.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

1. Для публикации в научно-практическом журнале «Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона» принимаются не опубликованные ранее научные роботы по всем разделам биологии (ботаника, физиология растений, зоология, физиология человека и животных, биофизика и др.), которые касаются проблем экологии и охраны природы.

В печать принимаются научные статьи на русском и английском языках, которые имеют необходимые элементы: постановка проблемы в общем виде и её связь с важнейшими научными и практическими задачами; анализ последних достижений и публикаций, в которых рассмотрена данная проблема и на которые ссылается автор, выделение нерешенных ранее частей общей проблемы, на решение которых направлена данная статья; формулирование цели и постановка задач; изложение основного материала исследования с полным обоснованием полученных научных результатов; выводы из этого исследования и перспективы дальнейших исследований в данном направлении.

2. Статья набирается в редакторе MS Word как документ Word (*.doc, *.docx) или текст в формате RTF (*.rtf). Шрифт – Times New Roman Cyr, размер – 12 пунктов, межстрочный интервал – одинарный; поля со всех сторон – по 2 см; абзацный отступ – 1 см; выравнивание – по ширине, без переносов; колонтитулы – 1,2 см, стиль «Обычный». Страницы рукописи не нумеруются.

Объем статьи (включая иллюстративный материал, таблицы, список литературы, резюме) – 5–16 страниц.

3. Текст статьи должен соответствовать структурной схеме:

УДК (в верхнем левом углу страницы)

Инициалы и фамилия автора (-ов)

Название статьи – **ЗАГЛАВНЫМИ БУКВАМИ**

Полное официальное название учреждения и его почтовый адрес с индексом
(для каждого из авторов, если они представляют разные учреждения)
и адрес электронной почты

4. Резюме (не более 50 слов) и ключевые слова подаются на русском и английском языках по такому образцу (размер шрифта – 10 пунктов):

Фамилия и инициалы автора (-ов). **Название статьи**. – Текст, который должен содержать краткое изложение предмета исследований, результатов и выводов.

Ключевые слова: не более 5–8 слов.

5. В тексте статьи выделяют разделы: **Введение, Материал и методы исследования, Результаты и обсуждение, Выводы, Список литературы**.

Благодарности подаются в конце статьи перед списком литературы.

6. **Список литературы** приводится согласно с правилами оформления библиографического списка (ГОСТ Р 7.05-2008).

Фамилии и инициалы авторов выделить *курсивом*.

Ссылки на литературные источники подаются цифрами в квадратных скобках.

Фамилии авторов в списке литературы размещаются в алфавитном порядке. Названия работ приводятся на языке оригинала.

Следует тщательно выверить соответствие литературных источников в тексте и в списке, проверить правильность названий периодических источников. При цитировании материалов и тезисов конференций, съездов, симпозиумов и др. обязательно указывать место и дату их проведения. При цитировании издания коллектива авторов следует указывать инициалы и фамилию ответственного редактора.

7. Латинские названия *родов* и *видов* необходимо выделить *курсивом*. Первое упоминание любого названия организма должно сопровождаться полным научным (латинским) названием с указанием автора (фамилия полностью) и года опубликования

(например, *Passer domesticus* (Linnaeus, 1758)), при следующем упоминании фамилия автора и год не приводятся, а название рода можно подавать сокращенно (*P. domesticus*).

8. В тексте, таблицах и списке литературы (там, где необходимо) следует употреблять короткое тире (–), а не дефис (-). Любой знак препинания набирается слитно с предыдущим словом и отделяется от последующего одним пробелом. Текст статьи должен быть тщательно выверен, без орфографических и стилистических ошибок.

9. Таблицы следует набирать в редакторе MS Word, размещать в «книжном», а не в «альбомном» формате, с максимальной насыщенностью информацией в строках. В названиях граф сокращение слов нежелательно. Следует избегать составления слишком громоздких таблиц. Заголовок таблицы оформить по следующему примеру:

Таблица 1

Название таблицы

10. Рисунки, схемы, графики, диаграммы, фотографии в электронной форме должны быть вставлены в текст, сразу после ссылки на них (или на следующей странице). Подписи под рисунками делать в текстовом редакторе MS Word (**Рис. 1. Название**), размер шрифта – 10 пунктов, выравнивание – «по середине». Все элементы текста на графиках и диаграммах должны быть набраны шрифтом Times New Roman Cyr. Фотографии должны быть качественными и контрастными. Объём иллюстративного материала и таблиц не должен превышать 30 % объёма статьи.

11. Математические формулы и уравнения приводить с использованием редактора MS Equation 3.0.

12. Сокращения слов, кроме общепринятых, не допускаются или обязательно даётся их расшифровка.

13. К статье прилагается заявка с указанием для каждого автора фамилии, имени и отчества (полностью), ученого звания и научной степени, полного названия и адреса организации, где выполнена работа, адреса электронной почты (обязательно!) и контактного телефона.

14. Если статья подается на английском языке, то прилагается её русский вариант.

15. Ответственность за содержание статей и качество рисунков несут авторы.

16. Рукопись проходит независимое анонимное рецензирование специалистами на предмет научной ценности статьи, её соответствия профилю и требованиям журнала. По рекомендации рецензентов редколлегия принимает решение о возможности и условиях опубликования статьи. Редакционная коллегия оставляет за собой право редактировать текст по согласованию с авторами.

Все материалы направляйте электронной почтой по адресу: **eco-1999@mail.ru**

Адрес редакции:
Биологический факультет ДонГУ,
ул. Щорса, 46, к. 310, г. Донецк, ДНР, 283050, Россия
Отв. секретарь: к.б.н. Штирц Артур Давыдович

Тел.: +7 (856) 302-09-95; +7 (949) 419-59-19

http://donnu.ru/ecolog

RULES FOR AUTHORS

1. The scientific and practical journal «Problems of ecology and nature protection of technogenic region» publishes scientific works in all fields of biology (botany, physiology of plants, zoology, physiology of man and animals, biophysics and others) that were not previously published and touches problems of ecology and nature protection.

We accept scientific articles in Russian and English, containing all the necessary elements: general problem statement and its connection with major scientific and practical objectives; analysis of latest achievements and publications on the given problem the author refers to, underlining the parts of the general problem that were not solved before, the article being aimed at solving; formulating the aim and stating tasks; presenting basic research data with full justification of the scientific results obtained; conclusion to this research and prospects for further research in this direction.

2. The article must be typed in MS Word. Font Times New Roman of size 12, single space, 2 cm in all margins; with indentation of 1 cm; justified alignment with no word division; style «Ordinary». Pages of manuscripts must not be numbered.

The length of an article (including illustrations, tables, bibliography, summary) is 5–16 pages.

3. The text of the article should correspond to the following structural scheme:

UDC (in the upper left corner)

Initials and surname of the author(s)

The title of the article – **IN CAPITAL LETTERS**

Full official name of the institution and its mailing address with postal code

(*for each author, if they represent different institutions*) *and e-mail*

4. Extended abstract in English (up to 1 page, not longer than 3000 symbols) must be attached to the article. The extended abstract has to be written according to the following example (font size 12):

Surname and initials of the author(s).

The title of the article.

Full official name of the institution and its mailing address with postal code (for each author, if they represent different institutions).

The extended abstract must contain short narration of article structure (including introduction, the purpose and objectives, methods, main results and conclusions), should be original and independent from the article source of information.

Key words: no more than 5–8.

5. The body of the article should contain the following elements: **Introduction, Material and methods of the research, Results and discussion, Conclusions, Bibliographic references.**

Acknowledgements are given at the end of the article before bibliographic references.

6. Latin names of *genus* and *species* should be typed *in italics*. The name of any organism mentioned for the first time should be accompanied with the full scientific (Latin) name with indication of the author (full surname) and publication year (for example, *Passer domesticus* (Linnaeus, 1758)). Further mentioning doesn't require the author's name and year, and the name can be shortened (*P. domesticus*).

7. The text of the article should be carefully checked, without orthographic errors. Abbreviations of words, except for generally accepted ones, are not permissible or otherwise they must be deciphered.

8. Tables should be made in MS Word. Sheet size – Letter, lines are to be maximally filled with information. Names of the columns should not contain shortened words. You should avoid creating too bulky tables. Table's title should be made as follows:

Table 1

Title of the Table

9. Figures, graphs, diagrams, photos in electronic form should be inserted in the text immediately after the reference to them (or on the next page). The legend is placed under the graph in MS Word (**Fig. 1. Legend**). All the elements of the text in the graphs and diagrams must be typed

in Times New Roman font. The pictures must be of high quality and contrast. The volume of illustrations should not exceed 30% of the article.

10. Mathematical formulas and equations are to be given using MS Equation 3.0.

11. You should enclose to your article the following documents on separate sheets: an application with full names (surname, name and patronymic) of every author, academic status and academic degree, full name and address of the organization, where the work was carried out, e-mail (obligatory!) and contact telephone.

12. The authors bear the responsibility for the article content and the figures quality.

13. The submitted manuscript is anonymously peer-reviewed by experts on the subject of its scientific value, compliance with the requirements and profile of the journal. On the recommendations of the reviewers editorial board makes a decision on the possibility of the article publication. The Editorial Board reserves the right to itself to edit the text as agreed with the authors.

All the materials are to be sent to: **eco-1999@mail.ru**

Editorial office address:
Biological faculty of Donetsk State University
Schorsa Str., 46/310
Donetsk, DPR, 283050, Russia

Managing editor: PhD in biology, Arthur Shtirts
Tel.: +7 (856) 302-09-95; +7 (949) 419-59-19

http://donnu.ru/ecolog

Научно-практический журнал

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ И ОХРАНЫ ПРИРОДЫ ТЕХНОГЕННОГО РЕГИОНА

2023

№ 4

Учредитель: ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»

Свидетельство о регистрации СМИ, выданное Министерством информации ДНР:
Серия ААА № 000073 от 21.11.2016 г.

Оригинал-макет: А. Д. Штирц

Адрес редакции:
Россия, 283050, ДНР, г. Донецк, ул. Щорса, 46, к. 310
Донецкий государственный университет,
биологический факультет

Тел.: +7 (856) 302-09-95; +7 (949) 419-59-19
e-mail: eco-1999@mail.ru

Сайт журнала: http://donnu.ru/ecolog