

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

№ 3

Основан в 1999 г.

**PROBLEMS OF ECOLOGY AND NATURE PROTECTION
OF TECHNOGENIC REGION**

Scientific and practical journal

№ 3

Founded in 1999

2023

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 (<i>главный редактор</i>)	ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»
Горецкий О. С. , проф., д-р биол. наук (<i>зам. главного редактора</i>)	ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»
Алемасова А. С. , проф., д-р хим. наук	ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»
Глухов А. З. , проф., д-р биол. наук	ФГБНУ «Донецкий ботанический сад»
Демченко С. И. , доц., канд. биол. наук	ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»
Мацюра А. В. , проф., д-р биол. наук	ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет»
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»
Соболев В. И. , проф., д-р биол. наук	Гуманитарно-педагогическая академия 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 (<i>отв. секретарь</i>)	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 № 9 от 29.09.2023 г.

© ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет», 2023

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
Alemasova A. S.	Donetsk State University
Glukhov A. Z.	Donetsk Botanical Garden
Demchenko S. I.	Donetsk State University
Matsyura A. V.	Altai State University
Ostapko V. M.	Donetsk Botanical Garden
Prokopenko E. V.	Donetsk State University
Safonov A. I.	Donetsk State University
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 № 9 dated 29.09.2023*

СО Д Е Р Ж А Н И Е

ФЛОРА, ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА

<i>Калинина А. В., Сафонов А. И.</i> Травянистые фитоценозы придорожной территории г. Макеевки	6
<i>Мирненко Н. С., Сафонов А. И.</i> Пыльца как тест-система индикации неблагоприятной городской среды (на примере г. Донецка)	12

ФАУНА, ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ЖИВОТНОГО МИРА

<i>Амолин А. В.</i> Складчатокрылые осы подсемейства Eumeninae (Hymenoptera: Vespidae) Донецкой возвышенности и прилегающих территорий	18
<i>Прокопенко Е. В.</i> Новые данные о численности и плодовитости каракурта (<i>Latrodectus tredecimguttatus</i> (P. Rossi, 1790)) (Aranei, Theridiidae) в Северном Приазовье	30

ФИЗИОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ, МИКОЛОГИЯ

<i>Демченко С. И.</i> Ростковая и спорообразовательная активность аборигенного штамма <i>Phlebiopsis gigantea</i> P-1-96 на субстратах из растительных отходов	36
<i>Левченко Е. А., Фрунзе О. В.</i> Изменение морфометрических показателей декоративных травянистых растений в условиях загрязнения почвы ионами кобальта и свинца	44

C O N T E N T S

FLORA, ECOLOGY AND PROTECTION OF THE PLANT KINGDOM

- Kalinina A. V., Safonov A. I.* Herbaceous phytocenoses of the roadside area of Makeevka **6**
- Mirnenko N. S., Safonov A. I.* Pollen as a test system for the identification of an unfavorable urban environment (on the example of Donetsk) **12**

FAUNA, ECOLOGY AND PROTECTION OF THE ANIMAL KINGDOM

- Amolin A. V.* Wasps of the subfamily Eumeninae (Hymenoptera: Vespidae) of the Donetsk upland and adjacent territories **18**
- Prokopenko E. V.* New data on the abundance and of the karakurt (*Latrodectus tredecimguttatus* (P. Rossi, 1790)) (Aranei, Theridiidae) in the Northern Azov region **30**

PHYSIOLOGY AND ECOLOGY OF THE PLANT, MYCOLOGY

- Demchenko S. I.* The growth and spore-forming activity of *Phlebiopsis gigantea* native strain P-1-96 on substrates from plant waste **36**
- Levchenko E. A., Frunze O. V.* Changes in morphometric parameters of ornamental herbaceous plants in conditions of soil contamination with cobalt and lead ions **44**

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

УДК 581.524.34 : 581.9 (477.60)

© А. В. Калинина, А. И. Сафонов

**ТРАВЯНИСТЫЕ ФИТОЦЕНОЗЫ ПРИДОРОЖНОЙ ТЕРРИТОРИИ
Г. МАКЕЕВКИ**

ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»

Россия, 283050, ДНР, г. Донецк, ул. Щорса, 46

kalinina.angela91@mail.ru, andrey_safonov@mail.ru

Калинина А. В., Сафонов А. И. Травянистые фитоценозы придорожной территории г. Макеевки. – Представлены результаты исследования травостоя придорожной территории некоторых улиц г. Макеевки. Выявлен флористический состав фитоценозов обочин дорог, включающий 104 вида. Установлено значительное флористическое сходство придорожных растительных сообществ, обладающих близкой направленностью антропогенного воздействия (вдоль ул. Ленина, ул. Гаврилова, просп. 250-летия Донбасса). Определена ценогическая структура придорожных фитоценозов, выявлено преобладание рудерантов.

Ключевые слова: травянистый покров, придорожные фитоценозы, трансформированные растительные сообщества, флористическое сходства, ценоморфы, г. Макеевка.

Введение

Транспортные сети являются важным элементом инфраструктуры городов [1, 6]. Вследствие строительства, эксплуатации и стремительно развивающейся модернизации систем коммуникации, дороги являются постоянными источниками загрязнения окружающей среды. Придорожные территории представляют собой специфические экосистемы, на состояние которых оказывает влияние комплексное воздействие различных антропогенных факторов (прямое влияние выбросов транспорта в атмосферу, последствий эксплуатации дорог, экологической ситуации в регионе и т. д.) [1, 2, 4, 9].

Растительный покров, сформированный вдоль автодорог, подвергается значительной трансформации [1, 3, 5, 7]. Соответственно, образуются растительные сообщества, на которые накладываются процессы естественного зарастания, адвентизации и синантропизации флоры [1, 4]. Все это делает дороги уникальным объектом для изучения механизмов антропогенной трансформации растительного покрова.

Исследования придорожной растительности являются актуальным научным направлением. Полученные данные имеют практическую значимость, служат основой для диагностики интенсивности антропогенного воздействия на экосистемы, используются с целью разработки ассортимента устойчивых видов для функционального озеленения придорожной полосы, проектирования экологически рациональных сообществ [1, 4, 7].

Цель работы – установить особенности флористического состава и ценогической структуры травянистых сообществ придорожной полосы некоторых улиц г. Макеевки.

Материал и методы исследования

Объектом исследования стал травянистый покров вдоль автомобильных дорог г. Макеевки, дороги различаются интенсивностью движения: 1) ул. Ленина – центральная улица города, для которой характерна высокая интенсивность движения транспорта и плотная жилая застройка; 2) просп. 250-летия Донбасса – важный элемент автодорожной инфраструктуры города, соединяющий столицу ДНР (г. Донецк) и Ростовскую область, на проспекте отмечен значительный транспортный поток; 3) ул. Гаврилова – улица второстепенного значения, на территории пос. Ханженково, характеризуется менее интенсивным движением автотранспорта в сравнении с вышеперечисленными автодорогами; 4) ул. Академическая, на которой обследован участок объездной дороги. Отмеченная

трансформация прилегающей к дороге территории определена как локальный фрагмент измененной природной растительности в регионе.

Исследования проводились в августе 2023 г. В ходе исследования применялись общепринятые методические приемы и подходы геоботаники и фитоценологии [8]. Анализ флористического сходства проводили с использованием коэффициента Жаккара (K_j) и Сёренсена-Чекановского (K_{s-c}).

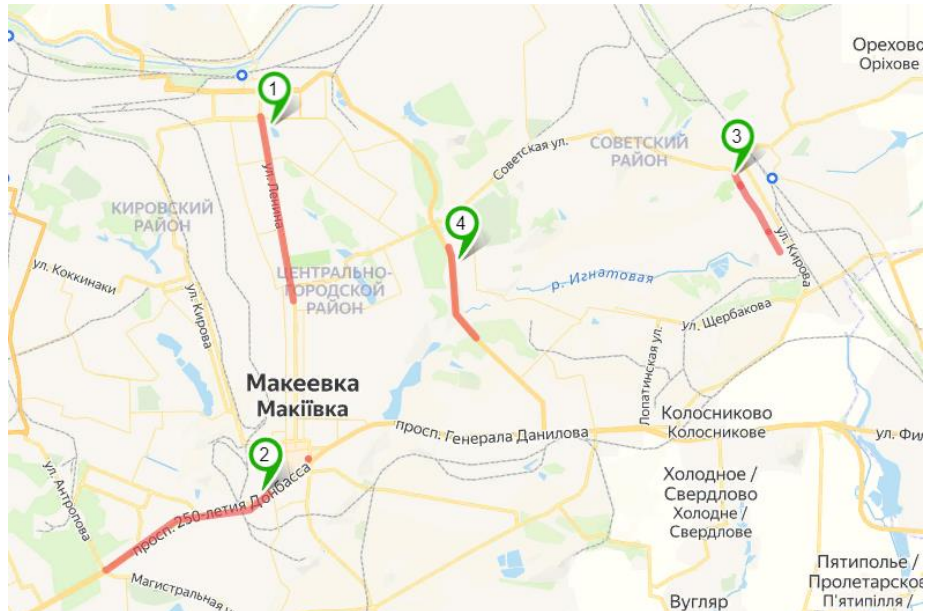


Рис. 1. Карта-схема исследованных участков придорожных полос г. Макеевки (карта-схема создана с использованием сервиса Яндекс.Карты):

1 – ул. Ленина; 2 – просп. 250-летия Донбасса; 3 – ул. Гаврилова; 4 – ул. Академическая

Проезжая часть обследованных дорог имеет обочины с обеих сторон, в среднем, шириной 1–1,5 м, важно отметить, что на ул. Ленина некоторые обочины достигают 5 м. Для выполнения геоботанических описаний были выбраны участки с высотой травянистого покрова от 20 до 80 см.

Результаты и обсуждение

В придорожных сообществах просп. 250-летия Донбасса выявлено 51 вид растений. Видовая насыщенность составила $8,6 \pm 0,34$ на 1 м^2 . Проективное покрытие (ПП) варьирует от 80 до 100 %. На обследованных участках отмечено преобладание *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Taraxacum officinale* F. H. Wigg. На отдельных учетных площадках придорожной полосы господствуют *Plantago lanceolata* L., *Setaria viridis* (L.) Beauv., *Convolvulus arvensis* L., *Ambrosia artemisiifolia* L., *Tragopogon major* Jacq.

В составе фитоценозов вдоль автодороги на ул. Ленина отмечено 64 вида. Видовая насыщенность – $10,3 \pm 0,53$ на 1 м^2 . ПП 90–100 %. Общими доминантными видами являются *E. repens*, *T. officinale*. Однако на некоторых площадках преобладают такие виды, как *S. viridis*, *Plantago major* L., *P. lanceolata*, *A. artemisiifolia*, *C. arvensis*.

В травостое на ул. Гаврилова зарегистрировано 57 видов растений. Видовая насыщенность – $8,2 \pm 0,57$ на 1 м^2 . ПП изменяется в пределах от 60 до 100 %. Доминантом на большинстве обследованных площадок является *E. repens*, на отдельных площадках лидирующее место занимают *T. officinale*, *P. major*, *A. artemisiifolia*, *Polygonum aviculare* L., *Cichorium intybus* L.

Исследуемый участок придорожной полосы на ул. Академической отличается от вышеуказанных пониженной степенью рекреационной нагрузки и меньшей трансформацией прилегающей территории, что отражается на флористическом составе сообщества. Выявлено 54 вида. Видовая насыщенность – $6,5 \pm 0,35$ на 1 м^2 . ПП от 70 до 100 %. Доминантом является

E. repens. Отмечены площадки с преобладанием следующих видов: *Poa angustifolia* L., *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub, *Medicago lupulina* L., *Medicago romanica* Prodan, *A. artemisiifolia*, *P. lanceolata*.

В составе флоры придорожных фитоценозов обследованных автомобильных дорог улиц г. Макеевки выявлено 104 вида из 87 родов и 27 семейств (табл. 1). Количество видов на исследованных участках придорожной полосы варьирует от 54 (ул. Академическая) до 64 (ул. Ленина). Наибольшее видовое разнообразие зарегистрировано вдоль ул. Ленина, что, вероятно, связано с увеличением площади придорожной полосы.

Таблица 1

Таксономическая структура флоры придорожной территории г. Макеевки

Показатель	Сводная флора	Ул. Ленина	Просп. 250-летия Донбасса	Ул. Гаврилова	Ул. Академическая
Семейство	27	20	20	20	17
Род	87	58	42	49	47
Вид	104	64	51	57	54

Ведущими семействами травостоя, сформированного вдоль автодорог, определены Asteraceae (26,9 %), вторую позицию занимает семейство Poaceae (10,6 %), далее следуют Fabaceae (9,6 %), Brassicaceae (5,8 %) и Rosaceae (5,8 %), 15 семейств представлены 1–2 видами. Анализ спектра ведущих семейств флоры придорожных территорий показывает значительные отличия в сравнении с региональной флорой. Два ведущих семейства соответствуют региональной флоре, однако, доля участия этих семейств увеличена. Во флоре Донбасса третью позицию занимают виды Brassicaceae, четвертую – Fabaceae, пятую – Caryophyllaceae, что свидетельствует о значительной антропогенной трансформации придорожных фитоценозов.

Коэффициент Жаккара демонстрирует значительное флористическое сходство придорожных сообществ ул. Ленина, ул. Гаврилова и просп. 250-летия Донбасса. Наиболее близким видовым составом характеризуются фитоценозы ул. Ленина и ул. Гаврилова ($K_j = 0,61$) (рис. 2), они обладают сходной антропогенной нагрузкой. Низкими показателями сходства со всеми обследованными участками характеризуется травостой ул. Академическая, к которому прилегает наименее трансформированный участок с природной растительностью. Минимальное сходство видового состава отмечено при сравнении фитоценозов ул. Ленина и ул. Академической ($K_j = 0,20$).

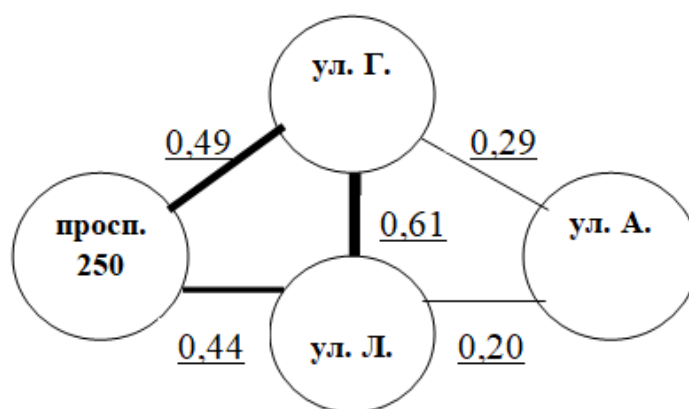


Рис. 2. Схема флористического сходства состава травянистых фитоценозов придорожной территории г. Макеевки на основании коэффициента Жаккара (K_j):

ул. Л. – ул. Ленина; просп. 250 – проспект 250-летия Донбасса; ул. Г. – ул. Гаврилова; ул. А. – ул. Академическая

Коэффициент Сёренсена-Чекановского указывает на более высокие показатели флористического сходства в сравнении с коэффициентом Жаккара. Однако закономерность сходства такая же, как и в случае с коэффициентом Жаккара: наиболее близки по составу сообщества ул. Ленина и ул. Гаврилова ($K_{s-c} = 0,76$), далее следуют – просп. 250-летия Донбасса и ул. Гаврилова ($K_{s-c} = 0,65$), ул. Ленина и просп. 250-летия Донбасса ($K_{s-c} = 0,61$), просп. 250-летия Донбасса и ул. Академическая ($K_{s-c} = 0,54$), ул. Гаврилова и ул. Академическая ($K_{s-c} = 0,45$), ул. Ленина и ул. Академическая ($K_{s-c} = 0,41$).

Сходство доминирующих видов травостоя на обследованных придорожных территориях позволило выделить ряд общих растительных сообществ – разнотравно-пырейное (вдоль ул. Гаврилова и ул. Академическая) и одуванчиково-пырейное (вдоль ул. Ленина и просп. 250-летия Донбасса) сообщества. Основу травостоя обочин дорог образует *E. repens*, который является эдификатором. Такая особенность характерна для формирующихся растительных сообществ на нарушенных территориях. Высокая встречаемость сорных однолетних монокарпиков (*A. artemisiifolia*, *Chenopodium album* L., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik. и др.) также служит отражением низкого уровня сформированности фитоценозов. Значительное участие *P. major*, *P. lanceolata*, *T. officinale* свидетельствует о высокой антропогенной нагрузке [1, 4].

Исследованные растительные сообщества обочин дорог характеризуются ценотической неоднородностью. Ценотическая структура представлена 22 ценоморфами. Доминирующими по числу отмеченных видов является рудеранты 32 вида (30,8 %). Значительную долю занимают рудерант-степанты – 10 видов (9,6 %), несколько ниже участие пратант-степантов – 9 видов (8,7 %), пратант-сильванты – 7 видов (6,7 %). Присутствует значительная часть переходных групп пратантов-рудерантов, сильвантов-рудерантов, псаммофит-рудерантов, степант-пратант-рудерантов, петрофит-степантов, галофит-пратантов и др. Если учесть близкие к рудерантам ценоморфы, рудеральный компонент составляет 60 видов (57,7 %), что указывает на антропогенную трансформацию биотопа.

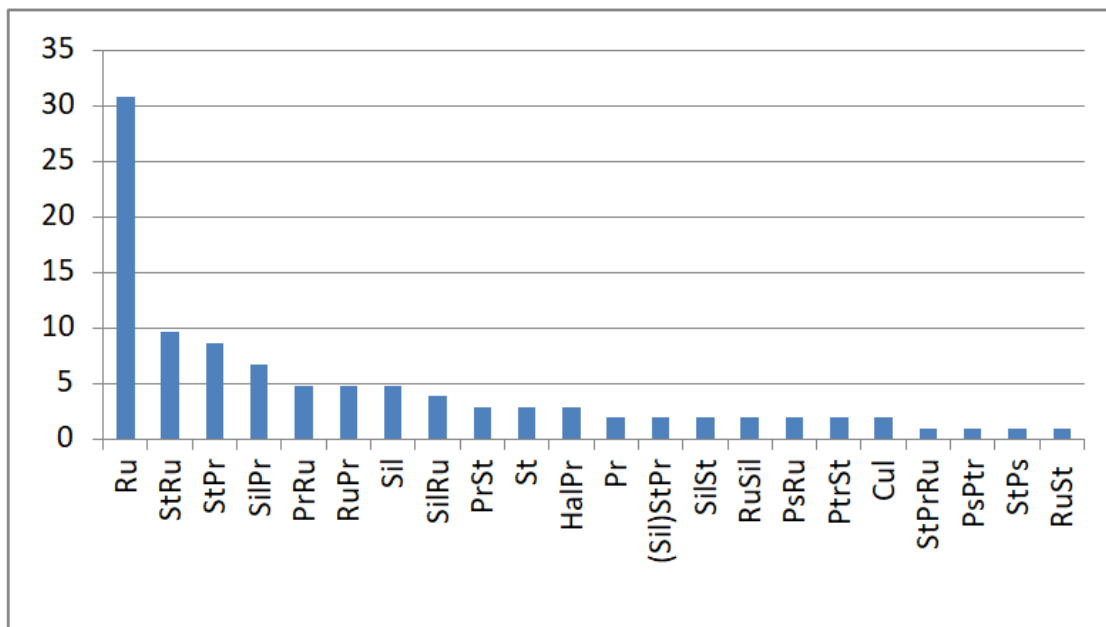


Рис. 3. Соотношение ценоморф во флоре травянистых сообществ придорожной территории г. Макеевки:

Ru – рудерант, StRu – рудерант-степант, StPr – пратант-степант, SilPr – пратант-сильвант, PrRu – рудерант-пратант, RuPr – пратант-рудерант, Sil – сильвант, SilRu – рудерант-сильвант, PrSt – степант-пратант, St – степант, HalPr – галофит-пратант, Pr – пратант, (Sil)StPr – пратант-степант (сильвант), SilSt – степант-сильвант, RuSil – сильвант-рудерант, PsRu – рудерант-псаммофит, PtrSt – степант-петрофит, Cul – культурант, StPrRu – рудерант-пратант-степант, StPs – псаммофит-степант, RuSt – степант-рудерант

В ходе исследования в травянистых сообществах выявлено 25 адвентивных видов, что составило 33,7 % от общего количества видов. Наиболее часто встречающимися являются *A. artemisiifolia* (частное проективное покрытие (ЧПП) до 20 %), *Diploaxis tenuifolia* (L.) DC (ЧПП до 25 %), *C. intybus* (ЧПП до 22 %), *S. viridis* (ЧПП до 20 %). Соответственно, отмечена значительная роль аллохтонного компонента в формировании придорожных растительных сообществ.

Выводы

В ходе проведенного исследования установлено, что растительные сообщества придорожных территорий г. Макеевки характеризуются низким видовым разнообразием в сравнении с региональными показателями. Выявлены изменения спектра ведущих семейств, что свидетельствует о значительной антропогенной трансформации травянистых фитоценозов вдоль автодорог.

Установлено значительное сходство флор придорожной полосы, обладающих близкой направленностью антропогенного воздействия: ул. Ленина, просп. 250-летия Донбасса, ул. Гаврилова. Однако обследованный придорожный растительный покров вдоль ул. Академической отличается наименьшим флористическим сходством в сравнении с вышеуказанными обследованными участками. К придорожной полосе на ул. Академической прилегает территория, растительность которой характеризуется богатым видовым разнообразием и значительным участием аборигенных видов. Установленные пониженные показатели сходства с другими обследованными придорожными полосами г. Макеевки отражают влияние природной зональности на трансформированные придорожные фитоценозы, благотворно влияет на антропосингенез нарушенного экотопа.

Ценотическая неоднородность свидетельствует о несформированности придорожных растительных сообществ, их уязвимости для проникновения чужеродных видов.

Для более точной диагностики состояния придорожных экосистем, выявления тенденций процессов адаптации и восстановления травянистого покрова на нарушенных придорожных территориях необходимы дальнейшие исследования.

Список литературы

1. Жесткова Д. Б. Состав и структура травянистого покрова придорожных территорий автомагистралей крупного промышленного города : 03.02.08 Экология (по отраслям) : Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Нижний Новгород, 2016. 22 с.
2. Калинина А. В. Таксономический и эколого-ценотический анализ раннецветущих растений некоторых трансформированных экотопов Донецко-Макеевской агломерации // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2023. № 1–2. С. 23–28.
3. Калинина А. В. Особенности ценопопуляций *Erigeron annuus* (L.) Desf. в локальных урбанизированных экотопах г. Макеевки // Теоретические и прикладные аспекты организации, проведения и использования мониторинговых наблюдений : Матер. Междунар. науч. конф., посв. 95-летию со дня рожд. чл.-корр. НАН Беларуси Е. А. Сидоровича (Минск, 9–10 марта 2023 г.). Минск : ИВЦ Минфина, 2023. С. 203–205.
4. Карасева Т. А., Матецкая А. Ю., Литвинская С. А. Спонтанная флора газонов г. Ростова-на-Дону // Вестник Оренбургского гос. пед. ун-та. [Электр. науч. журн.]. 2022. № 2 (42). С. 37–53. <http://dx.doi.org/10.32516/2303-9922.2022.42.4>.
5. Сафонов А. И. Сорно-рудеральная фракция урбанофлоры Донецкой агломерации как показатель трансформации локальных экосистем // Трансформация экосистем под воздействием природных и антропогенных факторов : Матер. Междунар. науч. конф. (Киров, 16–18 апреля 2019 г.). Киров : Изд-во ВятГУ, 2019. С. 13–16.
6. Сафонов А. И. Итоги многоцелевого изучения биоразнообразия в Донбассе (2015–2022 гг.) // Вестник Тульского гос. ун-та. Изучение и сохранение биоразнообразия : Междунар. науч. конф., посв. 130-летию со Дня рожд. ученого-лесоведа И. П. Пряхина и

135-летию Крапивенской лесной школы (Тула, 20–23 сентября 2023 г.). Тула : Изд-во ТГУ, 2023. С. 120–130.

7. Сафонов А. И. Принципиальное расширение полномочий эколого-ботанического мониторинга в Донбассе // Экология родного края: проблемы и пути их решения : Матер. XVIII Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (Киров, 24–25 апреля 2023 г.). Киров : Изд-во Вятского гос. ун-та, 2023. Т. 1. С. 261–264.

8. Тарасов В. В. Флора Дніпропетровської та Запорізької областей. Судинні рослини. Біолого-екологічна характеристика видів. Дніпропетровськ, 2005. 276 с.

9. Харитонцев Б. С., Попова Е. И. Особенности видового состава растительности придорожных фитоценозов // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 5. С. 350.

Kalinina A. V., Safonov A. I. Herbaceous phytocenoses of the roadside area of Makeevka. – The results of a study of the grass stand of the roadside area of some streets in Makeevka are presented. The floristic composition of phytocenoses on roadsides was revealed, including 104 species. Significant floristic similarity of roadside plant communities with a similar direction of anthropogenic impact has been established (along Lenin Street, Gavrilova Street, 250th Anniversary of Donbass Avenue). The coenotic structure of roadside phytocenoses was determined, and the predominance of ruderals was revealed.

Key words: herbaceous cover, roadside phytocenoses, transformed plant communities, floristic similarities, coenomorphs, Makeevka.

УДК 581.5 : 638.138 (477.60)

© Н. С. Мирненко, А. И. Сафонов

**ПЫЛЬЦА КАК ТЕСТ-СИСТЕМА ИНДИКАЦИИ НЕБЛАГОПРИЯТНОЙ
ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ (НА ПРИМЕРЕ Г. ДОНЕЦКА)**

ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»

Россия, 283050, ДНР, г. Донецк, ул. Щорса, 46

natalya_zaharenkova@mail.ru, andrey_safonov@mail.ru

Мирненко Н. С., Сафонов А. И. Пыльца как тест-система индикации неблагоприятной городской среды (на примере г. Донецка). – В работе представлены данные о состоянии пыльцевых зерен *Plantago major* L. в разных экотопах г. Донецка. Установлен показатель плотности ценопопуляции, который обусловлен антропогенным воздействием и выражается в пропорции встречаемости от 1/10 до 1/8 части от всего фиторазнообразия точек отбора. В ходе анализа пыльцевого спектра было установлено наличие разнообразных терат (дефектов пыльцевого зерна), таких как: выросты, вмятины, поры, разрыхление и сглаживание скульптурных элементов экзины, а также образование конгломераций и срастаний из двух и более зерен. Минимальная степень дефектности отмечена у пыльцы из рекреационных зон, максимальная – у пыльцы с перекрестков и обочин дорог г. Донецка. Связь степени дефектности с уровнем нарушенности местопроизрастания и по видоспецифичной реакции указывает на увеличенное антропогенное воздействие в центральных районах г. Донецка.

Ключевые слова: *Plantago major* L., пыльцевые зерна, метод Друде, г. Донецк, фитоиндикация, экологический мониторинг, палинология.

Введение

Атмосферный воздух в современной городской агломерации включает значительное количество мелкодисперсных частиц природного и антропогенного происхождения (атмосферные аэрозоли). Наиболее опасный биотический компонент атмосферных аэрозолей – это пыльца, которая вызывает аллергические реакции у человека. Пыльцевое зерно представляет собой редуцированный мужской гаметофит, окруженный специальной оболочкой (спородермой) состоящей из экзины и интины. Экзина включает спорополлелин, который придает каркасность (прочную форму), что делает пыльцу устойчивой к температурам и защищает ее от возможных физических воздействий. Морфологически экзина формирует поры, апертуры, лептомы, щели, руги, что часто используется учеными как важный таксономический признак, по которому можно отличить пыльцу разных видов растений. Интина – внутренняя оболочка, которая имеет неоднородный химический состав и может состоять из нескольких слоев целлюлозы и пектина. Известно, что в состав пыльцы входят вещества органической и неорганической природы, такие как, углеводы, жиры, белки, ферменты, гормоны, микро- и макроэлементы, которые играют роль биологического катализатора при попадании в организм человека, вызывая аллергические реакции [1, 9].

Помимо общей чувствительности растений к загрязнителям пыльцевые зерна характеризуются своей изменчивостью под воздействием антропогенных факторов. Известно, что даже низкие концентрации тяжелых металлов в растениях или в окружающей среде могут привести к изменениям в структуре и химическом составе пыльцы [10]. Одновременно с этим разнообразие пыльцевых зерен также может оказаться ключевым фактором в обеспечении устойчивости растений к стрессовым изменениям. Различия в морфологии могут представлять собой стратегические преимущества в условиях антропогенного давления, позволяя некоторым видам лучше адаптироваться, сохраняя свою репродуктивную способность [3].

Воздействия антропогенных факторов в техногенных регионах приводят к разноструктурным изменениям в пыльцевых зернах. К таковым относят: изменение структуры оболочек пыльцевых зерен, типов апертур, формы скульптуры и поверхности. Происходит формирование конгломератов пыльцевых зерен в гнездах пыльника, деформация цитоплазмы и недоразвитие ядра, а также нарушения структуры слоев оболочки. Кроме того, изменения в оболочке зрелых пыльцевых зерен включают: адсорбцию частиц на

поверхности экзины, слипание, деформацию и перфорацию в виде отверстий и каверн. Эти изменения проявляются с большей выраженностью на предметах и непосредственно в воздухе, чем у пыльцы, оставшейся на растениях [3, 7, 8, 13].

В современных условиях городской среды существует проблема оперативной диагностики экологического состояния при помощи различных систем мониторинга. Перспективным направлением является использование пыльцы как тест-системы для оценки высоких уровней загрязнения с целью осуществления эффективного контроля за динамикой концентраций загрязняющих веществ. Современные электронные пыльцеуловители (СЭП), несмотря на свою высокую эффективность, являются затратным методом, поэтому для оценки пыльцы в качестве индикатора загрязнения целесообразно использование более доступных методов [6, 8–10].

Общая оценка вариантов изменений пыльцевых зерен в ответ на антропогенное воздействие характеризует их высокую чувствительность к загрязнениям, что подчеркивает необходимость дальнейших исследований для полного понимания этих процессов [10, 11].

Цель работы – выделить особенности изменчивости пыльцевых зерен модельного тест-вида в контексте антропогенного воздействия в условиях урбогеосистемы.

Материал и методика исследования

При проведении анализа пыльцевых спектров в районах с высокой техногенной нагрузкой учитывали комплексное воздействие факторов, которые могут проявляться в изменении морфологии пыльцевого зерна. Сбор материала проводили в 2020–2022 гг. в установленных точках г. Донецка:

- 1) пересечение проспекта Мира и улицы Набережная;
- 2) бульвар Шевченко, остановка общественного транспорта;
- 3) проспект Ильича, остановка общественного транспорта;
- 4) проспект Дзержинского, остановка общественного транспорта;
- 5) пересечение улицы Артема и проспекта Гринкевича;
- 6) пересечение улицы Щорса и проспекта Ватутина;
- 7) Ленинский проспект, остановка общественного транспорта;
- 8) проспект Богдана Хмельницкого, остановка общественного транспорта;
- 9) Макеевское шоссе (Ботанический сад);
- 10) проспект Павших Коммунаров, остановка общественного транспорта.

Точки отбора проб выбраны в зависимости от степени антропогенной нагрузки, включая центральные автомагистрали, которые имеют 4 и более полос для движения автомобильного транспорта.

Объектом исследования был подорожник большой (*Plantago major* L.). Методика оценки поврежденной пыльцы базируется на определении степени повреждения пыльцевых зерен под воздействием антропогенного прессинга [4, 7, 12].

Для достоверности палиноиндикационных исследований был рассчитан коэффициент встречаемости особей вида *P. major* методом Друде [5] по шкале глазомерно-численной оценки, где обилие видов приходилось на единицу площади. Метод Друде включает такие параметры: Soc (socilis) – растения образуют фон, зачастую смыкаясь своими наземными частями; Cop (copiisae) – растения фон не образуют, но встречаются в больших количествах; Cop3 – растения встречаются очень обильно; Cop2 – растения встречаются обильно; Cop1 – растения встречаются довольно обильно; Sp (sparsae) – растения встречаются в небольших количествах, зачастую вкраплены в основной фон; Sol (solitariae) – растения встречаются в единичных экземплярах; Rr (rarissime) – растения встречаются чрезвычайно редко; Un (unicum) – одиночный экземпляр на наблюдаемом участке [7].

Слабо поврежденные структуры пыльцы идентифицируются при изменении апертур, количества пор и появления незначительных изменений в скульптуре клеток. Сильно поврежденные пыльцевые зерна характеризуются формированием конгломератов и (или) полной деформацией своей структуры.

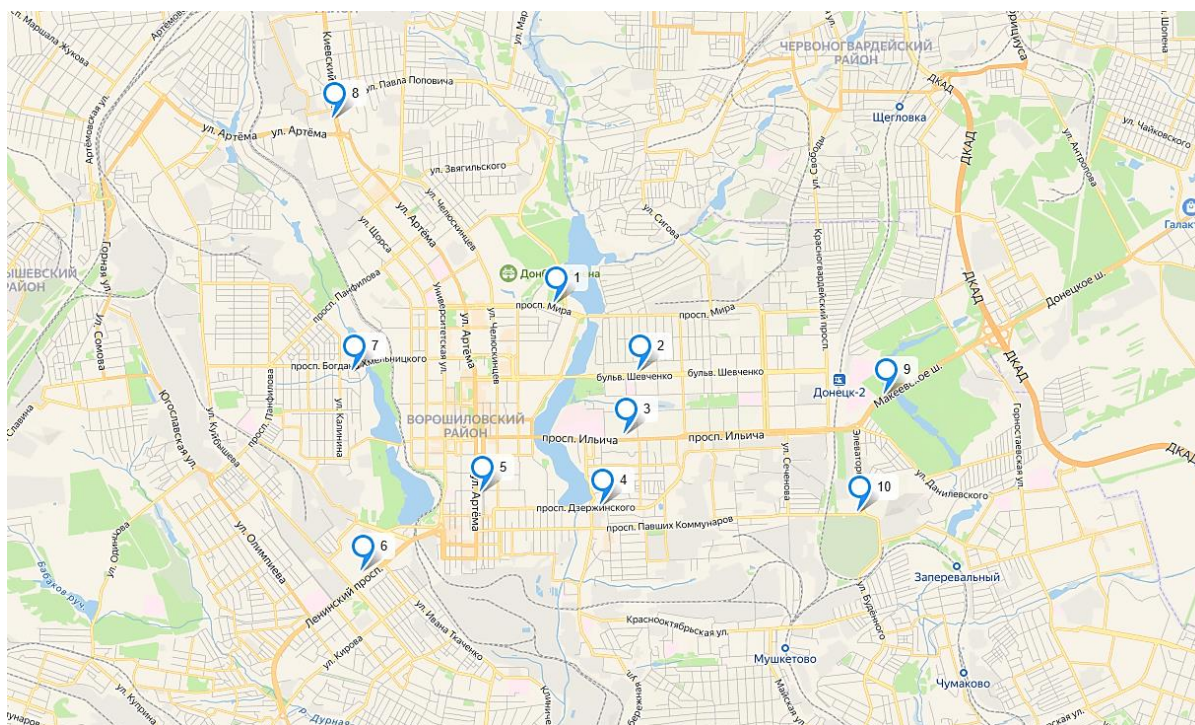


Рис. 1. Расположение точек отбора пыли учетных площадей в г. Донецке

Согласно классификации поврежденных пыльцевых зерен [7], в работе рассматривали 4 класса повреждений.

Таблица 1

Классификация повреждений пыли [7]

Класс повреждений	Морфологическое проявление
1	неповрежденные
2	слабо поврежденные
3	сильно поврежденные
4	разрушенные

Идентификацию чувствительности к действию неблагоприятных факторов определяли методом микрокопирования с определением морфологических отклонений, а также реакцией на 5 %-ный раствор КJ. Статистическую обработку проводили в программе Statistica 10.

Результаты и обсуждение

На первом этапе было проведено геоботаническое маршрутно-рекогносцировочное исследование, целью которого являлось определение встречаемости особей вида *P. major* для выбранных точек (табл. 2). Установлено, что в мониторинговых точках зачастую вид встречался в количестве от 8 до 15 экз./100 м². Наименьшая встречаемость была определена для точки № 2 (бульвар Шевченко, остановка общественного транспорта), что связано с высокой степенью застройки в данном районе и значительным асфальтным покрытием. Максимальная численность *P. major* установлена для точки № 9 (Ботанический сад), что вызвано наличием значительных площадей зеленых насаждений.

Следовательно, в селитебной зоне г. Донецка вид *P. major* встречается в небольших количествах и зачастую вкраплен в основной фон, что обусловлено антропогенным воздействием и выражается в пропорции встречаемости от 1/10 до 1/8 части от всего видового разнообразия на учетных площадках.

Ценопопуляционные характеристики особей вида *Plantago major* L.

Мониторинговая точка	Показатели встречаемости вида	Характеристика уровней обилия
1	Cop 1 (copiisae)	Вид встречается в незначительном количестве, численность на 100 м ² варьирует в пределах 8-15 экз.
2	Sol (socilis)	Вид встречается единично, зачастую вкраплен в основной фон, количество экземпляров на 100 м ² варьирует в пределах 1-3
3	Sp (sparsae)	Вид встречается в небольших количествах, зачастую вкраплен в основной фон, количество экземпляров на 100 м ² варьирует в пределах < 10
4	Cop 1 (copiisae)	Вид имеет заметность, однако встречается в незначительном количестве, численность на 100 м ² варьирует в пределах 8-15 экз.
5	Cop 1 (copiisae)	Вид встречается в незначительном количестве, численность на 100 м ² варьирует в пределах 8-13 экз.
6	Cop 1 (copiisae)	Вид встречается в незначительном количестве, численность на 100 м ² варьирует в пределах 5-15 экз.
7	Cop 1 (copiisae)	Вид встречается в незначительном количестве, численность на 100 м ² варьирует в пределах 5-15 экз.
8	Sp (sparsae)	Вид встречается в небольших количествах, зачастую вкраплен в основной фон, количество экземпляров на 100 м ² варьирует в пределах 5-10
9	Cop 2 (copiisae)	Вид встречается обильно, численность на 100 м ² варьирует в пределах 15-25 экз.
10	Sp (sparsae)	Вид встречается в небольших количествах, вкраплен в основной фон

Установлено, что в норме морфологическая структура пыльцы подорожника большого в наблюдаемых точках г. Донецка представлена монадным строением, бугорчатой скульптурой из 5-7 рассеянных апертур, представленных порами. Размер пыльцы варьировал от 87 до 109 мкм. Внешний вид встречаемых образцов палиноматериала показан на рис. 2.

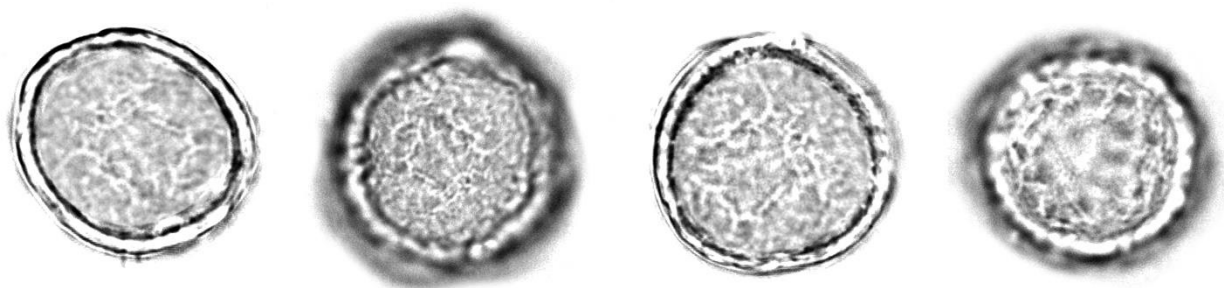


Рис. 2. Обобщенные данные variability внешнего строения пыльцевых зерен *Plantago major* L. в мониторинговых точках г. Донецка

При установлении степени дефектности пыльцевых зерен (СДП) зафиксирован большой спектр наблюдаемых терат (табл. 3). Скульптура наружной оболочки пыльцевых зерен имеет высокую степень модификации и включает разнообразные выросты, вмятины, скопления пор, разрыхление и сглаживание скульптурных элементов, появление мозаичной структуры на экзине, образование нетипичных бугорков, появление трещин. Также очень

часто наблюдалось формирование сросшихся конгломератов из 2-х и более пыльцевых зерен. В цитологическом анализе наблюдалось отсутствие цитоплазмы и ядра.

Статус пыльцевых зерен определяли по показателю СДП – статус доминирующих палиноспектров (отношение количества зерен с дефектами к общему их количеству в общей выборке), выраженный в процентах.

Таблица 3

Фракционирование пыльцы *Plantago major* L. в экотопах г. Донецка по категории дефектности

Точка отбора	Структурно-функциональный статус							
	неповрежденная		слабо поврежденная		сильно поврежденная		разрушенная	
	M ± m%	CV, %	M ± m%	CV, %	M ± m%	CV, %	M ± m%	CV, %
1	49±2,2	13,24	26±1,6	14,11	17±1,2	13,80	8±0,5	12,12
2	52±2,6	17,74	21±1,3	13,76	12±1,2	18,67	15±1,3	11,73
3	52±2,6	22,32	27±1,6	18,84	19±1,5	8,95	2±0,3	15,82
4	53±2,6	20,71	13±0,7	22,16	20±1,6	9,65	14±1,2	14,11
5	52±2,6	1,95	21±1,3	11,81	19±1,5	9,93	8±0,5	14,81
6	21±1,3	2,28	32±1,9	14,82	21±1,6	9,31	26±1,6	14,81
7	44±1,8	1,61	13±0,7	13,13	17±1,4	2,20	26±1,6	13,11
8	41±1,9	2,53	39±1,9	14,97	11±0,6	1,84	9±0,5	14,92
9	55±2,6	1,56	26±1,6	1,96	16±1,3	5,01	3±0,3	14,92
10	57±2,7	2,35	29±2,0	11,03	8±0,5	4,77	6±0,5	14,03

Примечание: M±m — среднее арифметическое значение, CV – коэффициент вариации признака.

Исходя из полученных данных, подтверждено, что минимальный показатель СДП выявлен для пыльцы, собранной на пробных площадях рекреационных зон, максимальный – на перекрестках и обочинах дорог и уличных коммуникациях г. Донецка. При определении видоспецифичной реакции пыльцы, как тест-системы отмечено, что, по-видимому, показатель СДП имеет корреляцию с уровнем нарушенности местопроизрастания и сопряжен с частотой встречаемости видов сорно-рудеральной фракции урбанофлоры г. Донецка. Например, точки № 6–7, расположенные в центральных районах г. Донецка, по количеству сильно-поврежденных и разрушенных зерен, можно идентифицировать как антропогенно-нагруженные, что проявляется в высокой концентрации тератной пыльцы. Также стоит отметить район Ботанического сада, в котором зафиксировано минимальное количество сильно поврежденной пыльцы (точка № 9), что свидетельствует о незначительном влиянии урбанизированных условий на морфологию растительной тест-системы.

Выводы

Проведенный сравнительный анализ мониторинговых точек в г. Донецке показал, что процессы изменчивости пыльцевых зерен зависят от учетной площадки. Пыльцевые спектры, основанные на определении качества воздуха при помощи тест-системы (индикации неблагоприятной городской среды), могут дать оценку специфики местности по степени антропогенного воздействия. Палинологический анализ показал свою информативность для осуществления диагностических задач и оценки загрязнения природных сред в промышленном мегаполисе. Значительное количество пыльцевых терат на исследуемых площадках указывает на неблагоприятные условия произрастания видов. Проведенная диагностика важна для дальнейшего комплексного экологического мониторинга в регионе.

Список литературы

1. *Ненашева Г. И.* Аэропалинологический мониторинг аллергенных растений г. Барнаула : монография. Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2013. 132 с.
2. *Дзюба О. Ф., Кочубей О. В.* Качество пыльцы растений как индикатор интенсивного воздействия нефтегазового комплекса на природную среду охраняемых территорий России // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2014. Т. 9, № 4. С. 1–24.
3. *Елькина Н. А.* Состав и динамика пыльцевого спектра воздушной среды г. Петрозаводска : Автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб., 2008. 24 с.
4. Информационная система идентификации растительных объектов на основе карпологических, палинологических и анатомических данных. [Электронный ресурс]. URL : <http://botany-collection.bio.msu.ru> (дата обращения: 02.09.2023).
5. *Ларина Г. Е., Протасова Л. Д.* Оценка сорного компонента агроценоза в практике растениеводства // Агрехимия. 2009. № 1. С. 75–86.
6. *Мирненко Н. С., Сафонов А. И.* Спорово-пыльцевой метод в Донбассе на основе научных рекомендаций ученых России // Донецкие чтения 2017: Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса : Матер. Междунар. науч. конф. (Донецк, 17–20 октября 2017 г.). Донецк : Изд-во ДонНУ, 2017. Т. 2. С. 97–99.
7. *Осмонбаева К. Б.* Использование пыльцы растений в качестве тест-системы окружающей среды. Каракол : Изд-во ЫГУ, 2010. 147 с.
8. *Сафонов А. И.* Диагностика воздуха в г. Донецке по спектру скульптур поверхности пыльцы сорно-рудеральных видов растений // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2016. № 1–2. С. 18–24.
9. *Сафонов А. И.* Палинологический скрининг в мониторинговой программе Центрального Донбасса // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2019 а. № 3–4. С. 43–48.
10. *Сафонов А. И.* Тератогенез растений-индикаторов промышленного Донбасса // Разнообразие растительного мира. 2019 б. № 1 (1). С. 4–16.
11. *Сафонов А. И.* Эколого-палинологическая ситуация в Донбассе (2014–2020 гг.) // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2021. № 1–2. С. 32–38. EDN SGJBRJ.
12. *Сафонов А. И.* Опыт построения аутфитоиндикационных экологических шкал для антропогенно трансформированного региона // Вестник Донецкого национального университета. Сер. А: Естественные науки. 2022. № 3. С. 80–86.
13. *Соколов С. М., Науменко Т. Е., Грищенко Т. Д., Самодуров В. П.* Методика аэробиологических исследований пыльцы растений и спор грибов для составления календарей пыления. Министерство здравоохранения Республики Беларусь. Минск, 2005. 27 с.
14. *MacIvor S., Ruttan A., Salehi B.* Exotics on exotics: Pollen analysis of urban bees visiting Sedum on a green roof // Urban Ecosystems. 2015. Vol. 18, № 2. P. 419–430.
15. *Safonov A.* Ecological scales of indicator plants in an industrial region // BIO Web Conf. 2022. Vol. 43. 03002. 8 p. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20224303002>

Mirnenko N. S., Safonov A. I. Pollen as a test system for the identification of an unfavorable urban environment (on the example of Donetsk). – The paper presents data on the state of pollen grains of *Plantago major* L. in different ecotopes of Donetsk. The indicator of the cenopopulation density is determined due to anthropogenic impact and is expressed in the proportion of occurrence from 1/10 to 1/8 of the total phyto-diversity of selection points. During the analysis of the pollen spectrum, the presence of various teratae (defects of pollen grains) was established, such as: outgrowths, dents, pores, loosening and smoothing of sculptural exina elements, as well as the formation of conglomerations and accretions of two or more grains. The minimum degree of defectiveness was noted in pollen from recreational areas, the maximum – in pollen from intersections and roadsides of Donetsk. The relationship of the degree of defectiveness with the level of disturbance of the growing area and the species-specific reaction indicates an increased anthropogenic impact in the central districts of Donetsk.

Key words: *Plantago major* L., pollen grains, Drude method, Donetsk, phytointication, environmental monitoring, palynology.

УДК 595.798 : 591.563

© А. В. Амолин

СКЛАДЧАТОКРЫЛЫЕ ОСЫ ПОДСЕМЕЙСТВА EUMENINAE (HYMENOPTERA: VESPIDAE) ДОНЕЦКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ

ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»

Россия, 283050, ДНР, г. Донецк, ул. Щорса, 46

a.amolin@mail.ru

Амолин А. В. Складчатокрылые осы подсемейства Eumeninae (Hymenoptera: Vespidae) Донецкой возвышенности и прилегающих территорий. – На Донецкой возвышенности и прилегающих территориях выявлено 58 видов ос подсемейства Eumeninae, относящихся к 22 родам. Из них на территории Донецкой возвышенности отмечено 52 вида, остальные 6 видов найдены на прилегающих территориях долины реки Северский Донец (*Eumenes pedunculatus*, *Jucancistrocers caspicus*, *Pterocheilus phaleratus tuberculatus*) и в Северном Приазовье (*Microdynerus microdynerus*, *Eumenes tripunctatus*, *E. subpomiformis*). Фауна ос-эвменин исследуемой территории сочетает в себе элементы двух основных фауногенетических классов: бореального (27 видов) и древнесредиземского (31 вид). По территории Донецкого кряжа проходит северная граница распространения ряда родов из тетийского класса: тетийско-палеотропических – *Antepipona* и *Alastor*, центральнотетийского *Parodontodynerus*, тетийско-афротропических – *Katamenes* и *Eustenancistrocerus*, а также восточнесредиземноморского подрода *Alastorynerus*. Более половины выявленных видов (55,2 %, 32 вида) относятся к категории единичных (13 видов) и малочисленных (19 видов), 21 вид (36,2 %) имеют среднюю численность, причем такие виды из этой категории, как *Stenodynerus bluethgeni* и *Stenodynerus chevrieranus* приближаются к категории многочисленных. Три вида *Eumenes coarctatus* (subsp. *lunulatus*), *Eumenes papillarius* и *Ancistrocerus gazella* являются многочисленными. Их доля в сборах составила 31,7 % (319 экз.). Массовых видов среди ос-эвменин не оказалось. Экологическая структура сообществ ос-эвменин исследуемой территории включает семь эколого-ландшафтных комплексов, выделенных для 54 изученных видов: мезофильные широколиственно-лесные (19 видов), средиземноморско-лесостепные ксеро-мезофилы (8 видов и 1 подвид), зональные степные ксерофилы (8 видов и 1 подвид), лугово-степные ксерофилы и ксеро-мезофилы (10 видов и 1 подвид), полупустынно-степные ксерофилы (4 вида), полизональные ксерофильные псаммофилы (1 вид и 2 подвида), полизональные эврибионты (4 вида).

Ключевые слова: осы-эвменины, фауна, зоогеография, относительное обилие, эколого-ландшафтные комплексы, Донецкая возвышенность.

Введение

Всесветно распространенное семейство складчатокрылых ос (Vespidae) насчитывает в мировой фауне 5274 вида из 256 родов и 6 подсемейств, при этом наибольшую часть видов и родов (3758 видов из 205 родов) включает всесветно распространенное подсемейство Eumeninae [19].

Осы-эвменины являются энтомофагами и выполняют в наземных биоценозах целый ряд важных функций, в частности имаго этих ос запасают для питания своих личинок относительно широкий спектр (около 30 семейств) гусениц листогрызущих и минирующих видов чешуекрылых (включая опасных вредителей садов и лесов), в меньшей степени личинок жесткокрылых (чаще Chrysomelidae и Curculionidae), а также ложногусениц пилильщиков (Tenthredinidae, Pamphiliidae и Cimbicidae) [8].

На территории Восточной Европы (европейская часть бывшего СССР) подсемейство Eumeninae, по нашим оценкам, представлено 107 видами из 29 родов. При этом изученность фауны ос-эвменин этой территории, большую часть которой занимает обширная Восточно-Европейская или Русская равнина, остается не полной, а точнее не равномерной. Наиболее изученными во многих аспектах, в том числе в отношении фауны ос-эвменин, являются Беларусь [1, 18], Крым [16, 17, 21] и Донбасс [2, 3].

Фауна ос-эвменин обширной территории Восточно-Европейской равнины естественно неоднородна в различных ее частях. В пределах данной равнины имеет место градиент роста видового и родового разнообразия ос-эвменин в направлении с севера на юг. При этом рост

скачкообразно происходит в пределах степной природной зоны, показывая наличие здесь границы между двумя крупными зоохоронами (Бореальной областью и областью Древнего Средиземья). Исключительный интерес, для формирования представлений о генезисе и динамике фауны ос-эвменин Восточно-Европейской равнины, представляют знания о современных локальных фаунах ос-эвменин основных возвышенностей и горных областей, расположенных на юге данной равнины (Подольская, Среднерусская, Донецкая, Приволжская, Горный Крым, Северный Кавказ). Некоторые из указанных возвышенностей имеют свои энтомофаунистические особенности, связанные с историей формирования их фауны и флоры. В частности, наличие целого ряда реликтовых видов наземных насекомых показано в обзорной монографии А. В. Присного [11] для юга Среднерусской возвышенности. При этом автор отмечает высокую степень насыщенности реликтовыми видами данной территории.

Донецкая возвышенность расположена на юге Восточно-Европейской равнины и представляет собой сглаженный денудационными процессами остаток древней горной складчатой страны, которая имеет общую протяженность с востока-юго-востока на запад-северо-запад более чем на 300 км, при ширине от 50 км на востоке до 120 км на западе [10]. На севере, северо-востоке и востоке эта возвышенность резко ограничена долиной реки Северский Донец, на юго-востоке и юге граничит с Приазовской низменностью и Приазовской возвышенностью, на западе и северо-западе возвышенность в виде западных отрогов переходит в Днепровско-Донецкую впадину. Поверхность Донецкой возвышенности глубоко расчленена речными долинами и балками (долинно-балочные ландшафты) и имеет густую речную сеть. При этом долины рек часто имеют горный рельеф (крутые склоны, с обширными, иногда скальными обнажениями коренных пород). Средняя высота Донецкой возвышенности – 200–300 м. Наиболее возвышенные участки (Могила Мечетная – 367 м) расположены на Главном Донецком водоразделе между Никитовкой и Свердловском (Донецкий кряж). Границы Донецкого кряжа выражены нечетко, особенно на западе и востоке, где его склоны плавно переходят в окружающие равнины. Донецкий кряж, по определению В. С. Преображенского, представляет собой возвышенность с равнинными междуречными пространствами и долинами, имеющими горный характер [10]. К характерным ландшафтам междуречий Донецкой возвышенности, имеющих некоторое сходство с Казахским мелкосопочником, следует отнести грядово-ложбинный рельеф, представленный протяженными грядами с обнажениями (гривками) песчаника, покрытых каменистыми степями различных вариантов. Нередко среди водораздельных пространств имеются моноклиальные горы (Красные скалы, Саур-Могила). В растительном покрове Донецкого кряжа сочетаются степи (преимущественно петрофитный вариант разнотравно-типчачково-ковыльных степей) и байрачные леса. Последние хорошо развиты в долинах небольших рек с обнажениями песчаника. В недалеком прошлом (в XVIII веке) не менее 48 % площади Донецкого кряжа была покрыта лесами [15]. Среди донецких степей важно отметить наличие кустарниковых степей с преобладанием *Caragana frutex*, *Cytisus ruthenicus* и *Amygdalus nana*, в прошлом занимавших значительные площади на плакорных участках, а также луговые степи на возвышенных участках кряжа. На склоновых местностях кряжа с щебнистым черноземом развиты петрофитные степи, при этом, кроме дерновинных видов злаков, в них часто встречаются синузии полукустарничков *Teucrium polium* и *Thymus dimorphus*, образующие так называемые тимьянниковые степи [14]. На сильноосмытых и слаборазвитых хрящеватых почвах развиты «серые степи» с участием *Artemisia maritima*, *Artemisia austriaca*, *Pyrethrum millefolium*, внешне напоминающие полупустыни Казахстана. Иногда на продуктах выветривания сланцев, в понижениях рельефа встречаются настоящие солончаки в сочетании с солончаковыми лугами [10]. Характерной особенностью почвенного и растительного покровов Донецкой возвышенности является наличие здесь вертикальной поясности, которая проявляется в смене растительных сообществ по мере движения снизу вверх. Так на высоте 200–300 м н.у.м. южный вариант разнотравно-типчачково-ковыльных степей на малогумусовых и карбонатных черноземах сменяется

северным вариантом на типичных черноземах, а на высотах более 300 м н.у.м. лесостепью на выщелоченных черноземах. Донецкая лесостепь в прошлом являлась своеобразным лесостепным островом среди окружающих ее степей. При этом, по мнению О. Н. Дубовик [6], современные лесостепные виды растений в Донецкой лесостепи существовали уже в позднем миоцене, а флора лесов Донецкого кряжа тесно связана с флорой Кавказа, в то время как флора каменистых склонов и обнажений Донецкого кряжа имеет тесную связь с флорой Крыма. Такая особенность растительного покрова, несмотря на возросшее в последние сто лет антропогенное влияние, отражена на составе энтомофауны данного региона. В настоящее время на исследуемой территории преобладают антропогенные ландшафты (техногенные, урбо- и агроландшафты), при этом отмечается общее сокращение видового разнообразия, рост числа адвентивных и инвазивных видов растений и животных.

В наибольшей степени анализ фауны ос-эвменин исследуемой территории был освещен ранее в работах автора [2, 3, 5]. В данном сообщении основной целью было показать уточненный состав фауны ос-эвменин Донецкого кряжа и прилегающих территорий, а также рассмотреть некоторые особенности этой фауны в сравнительном аспекте с другими изученными территориями.

Материал и методы исследования

Материалом для данной работы послужили многолетние (с 1999 по 2022 гг.) эколого-фаунистические исследования автора одиночных складчатокрылых ос подсемейства Eumeninae Донбасса.

Сбор ос проводили методом кошения и индивидуального лова энтомологическим сачком на кормовых растениях, возле гнезд, а также в жаркую погоду возле открытых источников воды. Кроме того, применяли искусственные гнездовые конструкции (тростниковые пучки разных модификаций) [3]. Кроме собственных сборов, был изучен коллекционный материал, собранный на исследуемой территории, кафедры зоологии Южного федерального университета (г. Ростов-на-Дону), Института зоологии НАНУ (г. Киев), Харьковского энтомологического общества (г. Харьков), а также переданные автору сборы ос-эвменин от коллег энтомологов (Сергеева М. Е., Мартынова В. В., Филатова М. А., Проценко Ю. В., Попова Г. В., Панченко А. А., Коновалова С. В.). Всего было собрано и изучено не менее 3365 экз. ос-эвменин.

Относительную численность видов определяли на основе пятибалльной логарифмической шкалы Ю. А. Песенко [9]. При оценки сходства фаунистических списков региональных фаун ос-эвменин использовали индекс Чекановского-Сьеренсена для качественных данных [9]. При выделении типов и классов ареалов использовали зоохорономическое деление суши, предложенное О. Л. Крыжановским [7] и иерархическую структуру ареалов, предложенную А. Г. Радченко [13].

Результаты и обсуждение

В результате исследований для территории Донецкого кряжа и прилегающих территорий нами отмечено 58 видов ос подсемейства Eumeninae, относящихся к 22 родам. При этом два вида известны только по литературным данным [20]. Следует отметить неравномерность в изученности данной территории. В частности, слабо изученными остаются некоторые районы (Красносулинский, Гуковский, Каменск-Шахтинский) Ростовской области и центральная часть кряжа (Перевальский, Лутугинский районы ЛНР). В то же время, приведенный ниже список видов, по нашему мнению, достаточно полно отражает фауну ос-эвменин данного региона. Находки отдельных новых для региона видов весьма вероятны, но существенных изменений в структуру фауны ос-эвменин исследуемой территории они, на данный момент, внести не могут, за исключением возможной находки вида *Psiliglossa odyneroides* S. S. Saunders, 1850, отмеченного относительно недавно на южных отрогах Среднерусской возвышенности [12]. Ниже приведен систематический список выявленных видов ос-эвменин.

Систематический список ос-эвменин Донецкого края и прилегающих территорий

(* – виды, известные только по литературным данным)

1. *Discoelius* Latreille, 1809

1. *D. dufourii* Lepeletier de Saint Fargeau, 1841

2. *D. zonalis* (Panzer, 1801)

2. *Tropidodynerus* Blüthgen, 1939

3. *T. (Tropidodynerus) i. interruptus* (Brullé, 1832)*

3. *Paragymnomerus* Blüthgen, 1938

4. *P. signaticollis tauricus* Kostylev, 1940

4. *Odynerus* Latreille, 1802

5. *O. (Spinicoxa) albopictus kazakhstanicus* Kurzenko, 1977

6. *O. (Spinicoxa) reniformis* (Gmelin, 1790)

7. *O. (Spinicoxa) simillimus* F. Morawitz, 1867

8. *O. (Odynerus) m. melanocephalus* (Gmelin, 1790)

9. *O. (Odynerus) serricrus* (Blüthgen, 1938)

5. *Gymnomerus* Blüthgen, 1938

10. *G. l. laevipes* (Shuckard, 1837)

6. *Pterocheilus* Klug, 1805

11. *P. ph. phaleratus* (Panzer, 1797)

11a. *P. ph. tuberculatus* Blüthgen, 1955

7. *Onychopterocheilus* Blüthgen, 1955

12. *O. (Onychopterocheilus) pallasii* (Klug, 1805)*

8. *Alastor* Lepeletier de Saint Fargeau, 1841

13. *A. (Alastor) mocsaryi* (André, 1884) [syn. *biegelebeni* Giordani Soika, 1942]

9. *Microdynerus* Thomson, 1874

14. *M. (Alastorynerus) microdynerus* (Dalla Torre, 1889)

15. *M. (Microdynerus) l. longicollis* F. Morawitz, 1895

16. *M. (Pseudomicrodynerus) parvulus* (Herrich-Schaeffer, 1838)

10. *Leptochilus* de Saussure, 1853

17. *L. (Lionotulus) a. alpestris* (de Saussure, 1855)

18. *L. (Lionotulus) membranaceus* (F. Morawitz, 1867)

11. *Eustenancistrocerus* Blüthgen, 1938

19. *E. (Parastenancistrocerus) a. amadanensis* (de Saussure, 1855)

12. *Jucancistrocerus* Blüthgen, 1938

20. *J. (Jucancistrocers) caspicus* Giordani Soika, 1970

13. *Stenodynerus* de Saussure, 1863

21. *St. bluethgeni* van der Vecht, 1971

22. *St. chevrieranus* (de Saussure, 1855)

23. *St. clypeopictus* (Kostylev, 1940)

24. *St. orenburgensis* (André, 1884)

25. *St. steckianus* (Shulthess, 1897)

26. *St. xanthomelas* (Herrich-Schaeffer, 1839)

14. *Antepipona* de Saussure, 1855

27. *A. deflenda* (S. S. Saunders, 1853)

28. *A. orbitalis ballioni* (F. Morawitz, 1867)

15. *Parodontodynerus* Blüthgen, 1938

29. *P. ephippium* (Klug, 1817)

16. *Allodynerus* Blüthgen, 1938

30. *A. delphinalis* (Giraud, 1866)

31. *A. rossii* (Lepeletier de Saint Fargeau, 1841)

17. *Pseudepipona* de Saussure, 1856

32. *P. (Pseudepipona) herrichii* (de Saussure, 1856)

18. *Euodynerus* Dalla Torre, 1904

33. *E. (Euodynerus) d. dantici* (Rossi, 1790)
 34. *E. (Pareuodynerus) notatus* (Jurine, 1807)
 35. *E. (Pareuodynerus) p. posticus* (Herrich-Schaeffer, 1841)

19. *Ancistrocerus* Wesmael, 1836

36. *A. antilope* (Panzer, 1798)
 37. *A. auctus* (Fabricius, 1793)
 38. *A. gazella* (Panzer, 1798)
 39. *A. nigricornis* (Curtis, 1826)
 40. *A. parietinus* (Linnaeus, 1761)
 41. *A. parietum* (Linnaeus, 1758)
 42. *A. t. trifasciatus* (Müller, 1776)

20. *Symmorphus* Wesmael, 1836

43. *S. (Symmorphus) bifasciatus* (Linnaeus, 1761)
 44. *S. (Symmorphus) connexus* (Curtis, 1826)
 45. *S. (Symmorphus) crassicornis* (Panzer, 1798)
 46. *S. (Symmorphus) debilitatus* (de Saussure, 1855)
 47. *S. (Symmorphus) gracilis* (Brullé, 1832)
 48. *S. (Symmorphus) murarius* (Linnaeus, 1758)

21. *Eumenes* Latreille, 1802

49. *E. coarctatus coarctatus* (Linnaeus, 1758)
 49a. *E. c. lunulatus* Fabricius, 1804
 50. *E. coronatus coronatus* (Panzer, 1799)
 51. *E. m. mediterraneus* Kriechbaumer, 1879
 52. *E. papillarius papillarius* (Christ, 1791)
 53. *E. pedunculatus pedunculatus* (Panzer, 1799)
 54. *E. pomiformis* (Fabricius, 1781)
 55. *E. s. sareptanus* André, 1884
 56. *E. subpomiformis* Blüthgen, 1938
 57. *E. tripunctatus* (Christ, 1791)

22. *Katamenes* Meade-Waldo, 1910

58. *K. dimidiatus tauricus* (de Saussure, 1855) stat. nov.

Из 58 приведенных в списке видов, на территории Донецкой возвышенности отмечено 52 вида, остальные 6 видов и один подвид найдены на прилегающих территориях долины р. Северский Донец (*Eumenes pedunculatus*, *Jucancistrocerus caspicus*, *Pterocheilus phaleratus tuberculatus*) и в Северном Приазовье (*Microdynerus microdynerus*, *Eumenes tripunctatus*, *E. subpomiformis*). Следует отметить, что в Северном Приазовье (в пределах юга Запорожской области) известны достоверные находки еще как минимум двух видов (*Hemipterochilus bembeciformis* (F. Morawitz, 1867) и *Brachiodynerus magnificus* (F. Morawitz, 1867)), не указанных в вышеприведенном списке, но весьма вероятных на исследуемой территории.

По числу видов доминируют роды *Eumenes* (9 видов), *Ancistrocerus* (7 видов), *Stenodynerus* (6 видов) и *Symmorphus* (6 видов), на долю которых приходится почти половина (49 %) от всех выявленных видов. Интересно, что роды *Eumenes* и *Ancistrocerus* по числу видов доминируют и в Крыму (9 и 8 видов соответственно) [17], а при продвижении на север Русской равнины, например, в фауне Беларуси, максимум видового разнообразия имеют роды *Ancistrocerus* (11 видов) и *Symmorphus* (9 видов) [18], на долю которых приходится 46,5 % от числа всех известных в Беларуси ос-эвменин. Число же видов рода *Eumenes* при продвижении к северу Русской равнины уменьшается, что может свидетельствовать о «южном» происхождении этого и большинства других родов ос-эвменин. В то же время роды *Symmorphus* и *Ancistrocerus*, по-видимому, являются исконно палеарктическими.

Фауна ос-эвменин исследуемой территории сочетает в себе элементы двух основных фауногенетических классов: бореального и древнесредиземского (тетийского), что в целом характерно для фауны этой группы ос в Восточной Европе [4]. При этом исследуемая территория находится непосредственно на границе двух крупных зоохорон: области Древнего Средиземья и Бореальной области (табл. 1), что во многом определяет смешанный характер фауны не только ос-эвменин, но и некоторых других групп жалоносных перепончатокрылых данной территории, например, пчел.

Таблица 1

Распределение видов ос-эвменин по типам ареалов

Типы ареалов	Виды
Бореальный фауногенетический класс (27 видов)	
Транспалеарктический (15 видов), включая также виды с трансевразийскими ареалами (*), не обнаруженными в Северной Африке, и виды (<i>A. parietum</i>), завезенные человеком в Северную Америку	<i>Discoelius dufourii</i> *, <i>D. zonalis</i> *, <i>Gymnomerus laevipes</i> , <i>Ancistrocerus nigricornis</i> , <i>A. parietum</i> , <i>A. trifasciatus</i> *, <i>A. parietinus</i> , <i>A. antilope</i> , <i>Euodynerus notatus</i> , <i>Symmorphus bifasciatus</i> *, <i>S. murarius</i> *, <i>Allodynerus delphinalis</i> , <i>Eumenes coarctatus</i> , <i>E. coronatus</i> *, <i>E. pedunculatus</i> *
Западнопалеарктический (9 видов), включая также виды с западноевразийскими ареалами (*), не обнаруженными в Северной Африке	<i>Odynerus melanocephalus</i> *, <i>Allodynerus rossii</i> , <i>Ancistrocerus gazella</i> , <i>Eumenes subpomiformis</i> , <i>Microdynerus parvulus</i> *, <i>Stenodynerus bluethgeni</i> , <i>Symmorphus connexus</i> *, <i>Pterocheilus phaleratus</i> *, <i>Pseudepipona herrichii</i>
Западнопалеарктическо-Восточносибирский (2 вида)	<i>Odynerus reniformis</i> , <i>Symmorphus crassicornis</i>
Восточноевропейско-западносибирский	<i>Odynerus simillimus</i>
Древнесредиземский (тетийский) фауногенетический класс (31 вид)	
Европейско-Переднеазиатский (2 вида)	<i>Symmorphus gracilis</i> , <i>Eumenes papillarius</i>
Центральноевропейский (2 вида)	<i>Stenodynerus xanthomelas</i> , <i>Symmorphus debilitatus</i>
Южноевразийский азиадизъюнктивный	<i>Stenodynerus clypeopictus</i>
Средиземноморский (гесперийский) (3 вида)	<i>Leptochilus alpestris</i> , <i>Eumenes pomiformis</i> , <i>Euodynerus posticus</i>
Восточноевразийско-средиземноморский (5 видов)	<i>Tropidodynerus interruptus</i> , <i>Ancistrocerus auctus</i> , <i>Alastor mocsaryi</i> , <i>Microdynerus longicollis</i> , <i>M. microdynerus</i>
Древнесредиземский (7 видов)	<i>Odynerus albopictus</i> , <i>Antepipona deflenda</i> , <i>Eustenancistrocerus amadanensis</i> , <i>Stenodynerus chevrieranus</i> , <i>Eumenes mediterraneus</i> , <i>Euodynerus dantici</i> , <i>Katamenes dimidiatus tauricus</i>
Гесперийско-скифский (2 вида)	<i>Antepipona orbitalis</i> , <i>Parodontodynerus ephippium</i>
Евразийско-степной (5 видов)	<i>Onychopterocheilus pallasii</i> , <i>Odynerus serricrus</i> , <i>Leptochilus membranaceus</i> , <i>Stenodynerus orenburgensis</i> , <i>Eumenes sareptanus</i>
Северопонтийско-скифский	<i>Stenodynerus steckianus</i>
Ирано-Туранский (3 вида), включая также виды с турано-степными ареалами (*)	<i>Paragymnomerus signaticollis</i> , <i>Jucancistrocerus caspicus</i> *, <i>Eumenes tripunctatus</i>

Из табл. 1 видно, что Тетийский фауногенетический класс превосходит Бореальный на 4 вида, что свидетельствует о почти равной представленности этих двух классов с небольшим перевесом тетийского. Граничное положение исследуемой территории подтверждается также тем, что здесь проходит северная граница распространения ряда родов из тетийского класса: тетийско-палеотропических – *Antepipona* de Saussure, 1855 и *Alastor* Lepelletier de Saint Fargeau, 1841, центральнотетийского *Parodontodynerus* Blüthgen, 1938, тетийско-афротропических – *Katamenes* Meade-Waldo, 1910 и *Eustenancistrocerus* Blüthgen, 1938, а также восточносредиземноморского подрода *Alastorynerus* Blüthgen, 1938. Перевес тетийского класса выражен также в относительно высоком сходстве по видовому составу с фауной ос-эвменин Крымского полуострова ($Ics = 0,75$), что можно объяснить относительно близким географическим расположением этих территорий. В то же время, в отличие от Крыма, на изучаемой территории целый ряд средиземноморских видов или вовсе отсутствуют, например, *Microdynerus timidus* (de Saussure, 1855), *Euodynerus disconotatus* (Lichtenstein, 1884), *Eumenes dubius* de Saussure, 1852, или имеют относительно низкую численность, например, *Alastor mocsaryi*, *Antepipona deflenda*, *Eustenancistrocerus amadanensis* (все три вида в Крыму, согласно данным А. В. Фатерыги [17], отнесены к категории многочисленных видов, а в Донбассе эти виды заметно малочисленнее (см. табл. 3), так как фактически находятся вблизи северной границы своих ареалов). Сходство фауны ос-эвменин Донбасса и Беларуси заметно меньше ($Ics = 0,65$), что связано с расположением Беларуси в пределах Бореальной области и, как следствие этого, отсутствием в ее фауне многих тетийских родов и видов, и наличием целого ряда бореальных европейско-сибирских видов. Следует также отметить, что Донецкий кряж расположен вблизи древних энтомофаунистических миграционных потоков, по которым ирано-туранские, турано-степные и другие азиатские зоогеографические элементы распространялись в западном и северо-западном направлениях вдоль азовского побережья и долины Северского Донца.

Именно таким расположением изучаемой территории можно объяснить находки здесь некоторых ирано-туранских и турано-степных видов, например, *Eumenes tripunctatus*, *Paragymnomerus signaticollis*, *Jucancistrocers caspicus*. Для последнего вида по исследуемой территории проходит северо-западная граница его ареала.

В табл. 2 представлен зоогеографический состав выявленных родов ос-эвменин. При этом на уровне родов можно отметить более существенное преобладание Древнесредиземского класса (не менее 15 родов, 68 %).

Таблица 2

Распределение родов ос-эвменин по типам ареалов

Типы ареалов	Роды
Евразийско-Ориентальный	<i>Discoelius</i> (2)
Палеарктический	<i>Gymnomerus</i> (1)
Мультирегиональный	<i>Ancistrocerus</i> (7), <i>Euodynerus</i> (3), <i>Eumenes</i> (9), <i>Stenodynerus</i> (6)
Голарктическо-Ориентальный	<i>Symmorphus</i> (6)
Южнопалеарктическо-афротропический	<i>Allodynerus</i> (2)
Мультирегиональный древнесредиземский	<i>Pseudepipona</i> (1), <i>Odynerus</i> (5), <i>Leptochilus</i> (2)
Древнесредиземско-сонорский	<i>Microdynerus</i> (3)
Гесперийско-Ориентальный	<i>Tropidodynerus</i> (1)
Древнесредиземско-палеотропический	<i>Alastor</i> (1), <i>Antepipona</i> (2)
Древнесредиземски-афротропический	<i>Eustenancistrocerus</i> (1), <i>Katamenes</i> (1)
Тетийский	<i>Parodontodynerus</i> (1), <i>Paragymnomerus</i> (1), <i>Onychopterocheilus</i> (1)
Центральнотетийский	<i>Jucancistrocerus</i> (1)
Мультирегиональный древнесредиземский	<i>Pterocheilus</i> (1)

Примечание. В скобках указано число видов в пределах изучаемой территории.

В то же время, большинство «южных» родов, включая и богатые видами *Leptochilus*, *Onychopterocheilus*, *Antepipona*, представлены здесь одним, реже двумя видами, в то время такие, преимущественно широкоареальные роды, как *Eumenes*, *Symmorphus*, *Ancistrocerus* и *Stenodynerus* показывают более высокое видовое разнообразие (см. табл. 2). При этом родиной таких родов как *Eumenes* и *Ancistrocerus*, по нашему мнению, является Евразия, где они проявляют наибольшее видовое разнообразие.

Анализ относительного обилия коллекционного материала, собранного методом кошени и индивидуального лова, показал (табл. 3), что более половины выявленных видов (55,2 %, 33 вида) относятся к категории единичных (14 видов) и малочисленных (19 видов), 21 вид (36,2 %) имеют среднюю численность, причем такие виды, из этой категории, как *Stenodynerus bluethgeni* и *St. chevrieranus* приближаются к категории многочисленных. Три вида *Eumenes coarctatus* (subsp. *lunulatus*), *E. papillarius* и *Ancistrocerus gazella* являются многочисленными. Их доля в сборах составила 31,7 %. Массовых видов среди ос-эвменин не оказалось. Большинство видов из тетийского класса (19 видов или 61 % от числа видов из этого класса) являются малочисленными и единичными. В целом все категории относительного обилия, кроме среднечисленных видов, представлены примерно одинаковым числом видов из бореального и тетийского фауногенетических классов, что подтверждает смешанный характер фауны ос-эвменин исследуемой территории.

Таблица 3

Относительное обилие ос-эвменин Донецкого края и прилегающих территорий

Категории относительного обилия (n = 1182)	Виды ос
Единичные (13 видов) [от 1 до 4 экз.]	<i>Odynerus reniformis</i> (1 ♀), <i>Paragymnomerus signaticollis tauricus</i> (1 ♀), <i>Leptochilus membranaceus</i> (3 ♀), <i>Stenodynerus clypeopictus</i> (2 ♀, 1 ♂), <i>Ancistrocerus antilope</i> (3 ♀), <i>A. nigricornis</i> (2 ♀), <i>Antepipona orbitalis ballioni</i> (2 ♀), <i>Eustenancistrocerus amadanensis</i> (2 ♂), <i>Symmorphus debilitatus</i> (2 ♀), <i>S. connexus</i> (1 ♀), <i>S. crassicornis</i> (2 ♀, 2 ♂), <i>Eumenes tripunctatus</i> (1 ♀, 1 ♂), <i>E. pedunculatus</i> (1 ♀, 3 ♂)
Малочисленные (19 видов и 1 подвид) [от 5 до 16 экз.]	<i>Discoelius dufourii</i> (6 ♀, 2 ♂), <i>D. zonalis</i> (15 ♀, 1 ♂), <i>Alastor mocsaryi</i> (4 ♀, 12 ♂), <i>Odynerus albopictus kazakhstanicus</i> (5 ♂), <i>Od. serricus</i> (13 ♀), <i>Od. simillimus</i> (8 ♀, 6 ♂), <i>Microdynerus longicollis</i> (3 ♀, 2 ♂), <i>M. microdynerus</i> (3 ♀, 2 ♂), <i>Pterocheilus phaleratus</i> (4 ♀, 1 ♂), <i>Pseudepipona herrichii</i> (4 ♀, 1 ♂), <i>Stenodynerus orenburgensis</i> (4 ♀, 4 ♂), <i>St. steckianus</i> (6 ♀, 6 ♂), <i>Allodynerus rossii</i> (8 ♀, 4 ♂), <i>Eumenes coarctatus coarctatus</i> (3 ♀, 4 ♂), <i>E. mediterraneus</i> (4 ♀, 1 ♂), <i>E. pomiformis</i> (6 ♀, 9 ♂), <i>E. subpomiformis</i> (4 ♀, 4 ♂), <i>Euodynerus posticus</i> (3 ♀, 8 ♂), <i>Katamenes dimidiatus tauricus</i> (10 ♀, 2 ♂)
Среднечисленные (21 вид) [от 17 до 66 экз.]	<i>Gymnomerus laevipes</i> (7 ♀, 11 ♂), <i>Odynerus melanocephalus</i> (3 ♀, 18 ♂), <i>Microdynerus parvulus</i> (16 ♀, 10 ♂), <i>Antepipona deflenda</i> (34 ♀, 13 ♂), <i>Jucancistrocers caspicus</i> (7 ♀, 13 ♂), <i>Leptochilus alpestris</i> (11 ♀, 7 ♂), <i>Parodontodynerus ephippium</i> (9 ♀, 9 ♂), <i>Allodynerus delphinalis</i> (7 ♀, 21 ♂), <i>Stenodynerus bluethgeni</i> (16 ♀, 24 ♂), <i>St. chevrieranus</i> (37 ♀, 35 ♂), <i>St. xanthomelas</i> (9 ♀, 12 ♂), <i>Symmorphus bifasciatus</i> (14 ♀, 7 ♂), <i>S. gracilis</i> (9 ♀, 38 ♂), <i>Ancistrocerus auctus</i> (11 ♀, 14 ♂), <i>A. parietinus</i> (29 ♀, 27 ♂), <i>A. parietum</i> (12 ♀, 11 ♂), <i>A. trifasciatus</i> (6 ♀, 19 ♂), <i>Eumenes coronatus</i> (11 ♀, 17 ♂), <i>E. sareptanus</i> (16 ♀, 15 ♂), <i>Euodynerus dantici</i> (13 ♀, 13 ♂), <i>E. notatus</i> (9 ♀, 19 ♂)

Категории относительного обилия (n = 1182)	Виды ос
Многочисленные (2 вида и 1 подвид) [от 67 до 275 экз.]	<i>Ancistrocerus gazella</i> (46 ♀, 48 ♂), <i>Eumenes papillarius</i> (38 ♀, 54 ♂), <i>E. coarctatus lunulatus</i> (84 ♀, 105 ♂)

Примечание. В круглых скобках указано число собранных экземпляров методом кошения и индивидуального лова; в квадратных скобках указана величина классового интервала согласно пятибалльной логарифмической шкале Ю. А. Песенко [9].

Важно также отметить, что анализ материала по 11 видам, собранного с применением искусственных гнездовых конструкций (346 экз.), показал некоторое отличие относительного обилия для некоторых видов от оценки их обилия на основе кошения и индивидуального лова. Например, методом кошения и индивидуального лова было собрано 56 экз. ос вида *Ancistrocerus parietinus*, а методом искусственных гнездовых конструкций – 175 экз., что в целом свидетельствует о многочисленности данного вида (если проводить оценку обилия на основе суммарной выборки, полученной разными методами).

Экологическая структура сообществ ос-эвменин исследуемой территории включает семь эколого-ландшафтных комплексов, выделенных для 53 изученных видов: мезофильные широколиственно-лесные (19 видов), средиземноморско-лесостепные ксеро-мезофилы (8 видов и 1 подвид), зональные степные ксерофилы (8 видов и 1 подвид), лугово-степные ксерофилы и ксеро-мезофилы (9 видов и 1 подвид), полупустынно-степные ксерофилы (4 вида), полизональные ксерофильные псаммофилы (1 вид и 2 подвида), полизональные эврибионты (4 вида) (табл. 4).

Таблица 4

Эколого-ландшафтные комплексы ос-эвменин Донбасса

Эколого-ландшафтные комплексы	Виды
Широколиственно-лесные (неморальные) мезофилы, включая виды, обитающие в хвойно-широколиственных и таежных лесах (19 видов)	<i>Discoelius dufourii</i> , <i>D. zonalis</i> , <i>Microdynerus parvulus</i> , <i>Gymnomerus laevipes</i> , <i>Stenodynerus xanthomelas</i> , <i>Symmorphus bifasciatus</i> , <i>S. connexus</i> , <i>S. crassicornis</i> , <i>S. debilitatus</i> , <i>S. murarius</i> , <i>Allodynerus rossii</i> , <i>Ancistrocerus antilope</i> , <i>A. nigricornis</i> , <i>A. parietinus</i> , <i>A. trifasciatus</i> , <i>Eumenes coarctatus</i> , <i>E. coronatus</i> , <i>E. pedunculatus</i> , <i>Euodynerus notatus</i>
Средиземноморско-лесостепные ксеро-мезофилы (8 видов и 1 подвид)	<i>Alastor mocsaryi</i> , <i>Parodontodynerus ephippium</i> , <i>Microdynerus longicollis</i> , <i>Euodynerus posticus</i> , <i>Odynerus albopictus kazakhstanicus</i> , <i>Symmorphus gracilis</i> , <i>Stenodynerus chevrieranus</i> , <i>Eumenes papillarius</i> , <i>E. pomiformis</i>
Зональные степные ксерофилы, включая виды, стациально приуроченные к скоплениям раковин некоторых наземных моллюсков* (8 видов и 1 подвид)	<i>Eumenes sareptanus</i> , <i>Stenodynerus orenburgensis</i> , <i>St. steckianus</i> , <i>Leptochilus membranaceus</i> , <i>L. alpestris*</i> , <i>Antepipona deflenda</i> , <i>A. orbitalis ballioni</i> , <i>Microdynerus microdynerus</i>
Лугово-степные ксерофилы и ксеро-мезофилы, включая виды, приуроченные к долинам рек в лесной* и степной** зонах (9 видов и 1 подвид)	<i>Eumenes coarctatus lunulatus</i> , <i>E. mediterraneus</i> , <i>E. subpomiformis</i> , <i>Pseudepipona herrichii</i> , <i>Ancistrocerus auctus</i> , <i>Euodynerus dantici</i> , <i>Odynerus melanocephalus**</i> , <i>Od. reniformis*</i> , <i>Od. serricrus**</i> , <i>Od. simillimus**</i>
Полупустынно-степные ксерофилы, включая виды, приуроченные к псаммофитным степям* и долинам рек в	<i>Eustenancistrocerus amadanensis</i> , <i>Katamenes dimidiatus tauricus</i> , <i>Eumenes tripunctatus*</i> , <i>Jucancistrocerus caspicus**</i>

Эколого-ландшафтные комплексы	Виды
полупустынной и степной зонах** (4 вида)	
Полизональные ксерофильные псаммофилы (2 подвида, одного вида)	<i>Pterocheilus phaleratus phaleratus</i> , <i>Pt. phaleratus tuberculatus</i>
Полизональные эврибионты (политоппные) (4 вида)	<i>Allodynerus delphinalis</i> , <i>Ancistrocerus gazella</i> , <i>A. parietum</i> , <i>Stenodynerus bluethgeni</i>

При этом группа полизональных ксерофильных псаммофилов включает полиморфный вид *Pterocheilus phaleratus*, насчитывающий не менее 10 подвидов, и приуроченный по всему своему обширному ареалу к обитанию в псамофитных биотопах (на север номинативный подвид доходит до юга Швеции, Финляндии и северо-запада России).

Среди зональных степных видов важно отметить малочисленность видов-полостников, хорто- и хортотамнобионтов (*Stenodynerus orenburgensis*, *St. steckianus*, *Microdynerus microdynerus*), наиболее уязвимых вследствие выжигания сухой травы. К зональным степным видам очень близка группа средиземноморско-лесостепных ксеро-мезофильных видов, включающая 8 видов (см. табл. 4). Эти виды также широко представлены в степных биотопах, но в отличие от зональных степных видов, часто встречаются в пограничных лесостепных биотопах (опушки байрачных лесов, остепненные участки речных пойм, опушки лесополос). Группа лугово-степных ксерофильных и ксеромезофильных видов включает виды, отмеченные большей частью в луговых и степных биотопах долин рек. Эта сборная группа включает как степные зональные виды с широкой экологической валентностью (*Eumenes coarctatus lunulatus*, *Euodynerus dantici*, *Pseudepipona herrichii*), так и более мезофильные лугово-степные виды, например, *Odynerus melanocephalus*, *Od. simillimus*. Безусловно, выделенные в табл. 4 эколого-ландшафтные комплексы только приближенно отражают ландшафтно-биотопическое (ландшафтное) распределение выявленных видов ос-эвменин, так как изучаемая территория обладает относительно высоким ландшафтным разнообразием и требует дальнейшего изучения.

Важной особенностью фауны ос-эвменин исследуемой территории является относительно низкое обилие некоторых широколиственно-лесных видов (*Ancistrocerus antilope*, *A. nigricornis*, *Symmorphus crassicornis*), а также локальное нахождение (*Symmorphus murarius*, *Odynerus reniformis*) и отсутствие широко распространенного в Центральной Европе вида *Odynerus spinipes* (Linnaeus, 1758). Это, по-видимому, связано с островным расположением широколиственных лесов на Донецкой возвышенности.

Таким образом, расположение Донецкой возвышенности на границе двух крупных зоохорон (Бореальной области и области Древнего Средиземья) обуславливает смешанный характер ее фауны, сочетающей группы видов с различным происхождением.

Благодарности

Автор выражает глубокую благодарность М. Е. Сергееву, В. В. Мартынову, М. А. Филатову, С. В. Коновалову, А. А. Панченко, Ю. В. Проценко, Г. В. Попову и другим энтомологам за переданный для изучения автору материал по осам-эвменинам.

Список литературы

1. Агунович Р. Г. Складчатокрылые осы (Hymenoptera, Vespidae) Беларуси (фауна, экология, фенология) : Автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.02.05. Минск, 2014. 22 с.
2. Амолин А. В. Анализ фауны ос подсемейства Eumeninae (Hymenoptera, Vespidae) Юго-Восточной Украины // Исследования по перепончатокрылым насекомым : Сб. науч. работ. М. : Т-во научных изданий КМК, 2007. С. 112–122.
3. Амолин А. В. Эколого-фаунистический обзор ос подсемейства Eumeninae (Hymenoptera: Vespidae) Юго-Восточной Украины. Донецк : ДонНУ, 2009. 123 с.

4. Амолин А. В. Зоогеографический анализ фауны ос-эвменин (Hymenoptera: Vespidae: Eumenidae) Восточной Европы // Евроазиатский симпозиум по перепончатокрылым насекомым (III симпозиум стран СНГ) : Тез. докл. (Нижегород, 6–12 сентября 2015 г.). Нижний Новгород : Изд-во Нижегородского ун-та, 2015. С. 8–9.
5. Амолин А. В., Артохин К. С. К изучению фауны ос-эвменин (Hymenoptera: Vespidae: Eumeninae) Ростовской области // Эверсманния. 2014. Вып. 37. С. 10–18.
6. Дубовик О. Н. Основные черты развития флоры Донецкой Лесостепи : Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Киев, 1965. 20 с.
7. Крыжановский О. Л. Состав и распространение энтомофаун земного шара. М. : Т-во научных изданий КМК, 2002. 237 с.
8. Курзенко Н. В. Подсем. Eumeninae // Определитель насекомых Дальнего востока России. Т. 4. Сетчатокрылообразные, скорпионницы, перепончатокрылые. СПб. : Наука, 1995. Ч. 1. С. 242–252.
9. Песенко Ю. А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М. : Наука, 1982. 287 с.
10. Преображенский В. С. Очерки природы Донецкого края. М. : Изд-во АН СССР, 1959. 198 с.
11. Присный А. В. Экстразональные группировки в фауне наземных насекомых юга Среднерусской возвышенности. Белгород : БелГУ, 2003. 296 с.
12. Присный А. В., Негин Е. В., Присный Ю. А. Вековая динамика регионального климата, микроклимат и изменение ареалов насекомых. 2. Новые и малоизвестные виды насекомых для юга Среднерусской возвышенности // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Сер. Естеств. науки. 2013. № 3 (146). Вып. 22. С. 111–120.
13. Радченко О. Г. Про деякі загальні підходи в зоогеографічних дослідженнях // Сучасні проблеми ентомології : Тези доп. ентомолог. наук. конф. (Умань, 12–15 жовтня 2010 р.). Київ : Колоб'їг, 2010. С. 77–78.
14. Растительность европейской части СССР. Л. : Наука, 1980. 429 с.
15. Слюсарев А. А. Природа Донбасса: научно-популярные очерки. Донецк : Донбасс, 1983. 104 с.
16. Фатерыга О. В. Фауна і біологія гніздування поодиноких складчатокрылих ос підродини Eumeninae (Hymenoptera, Vespidae) Криму : Автореф. дис. ... канд. біол. наук: 03.00.24. Київ, 2010. 24 с.
17. Фатерыга А. В. Ландшафтное распределение одиночных складчатокрылых ос подсемейства Eumeninae (Hymenoptera: Vespidae) Крыма // Тр. Русского энтомолог. общ-ва. СПб., 2010. Т. 81 (2). С. 74–82.
18. Шляхтенко А. С. Аннотированный каталог ос (Hymenoptera, Apocrita, Aculeata) Беларуси. Минск : Беларус. навука, 2013. 259 с.
19. Antropov A. V., Fateryga A. V. Family Vespidae / Annotated Catalogue of the Hymenoptera of Russia. Vol. I. Symphita and Apocrita: Aculeata / Edit. by S. A. Belokobylskij, A. S. Lelej. Saint-Peterburg, 2017. Suppl. № 6. P. 175–192.
20. Blüthgen P. Die Faltenwespen Mitteleuropas (Hymenoptera, Diploptera). Berlin : Akademie-Verlag, 1961. 247 s.
21. Fateryga A. V. Wasps of the family Vespidae (Hymenoptera) of the Crimean Peninsula // Entomofauna. 2018. Bd. 39, N 1. S. 193–233.

Amolin A. V. Wasps of the subfamily Eumeninae (Hymenoptera: Vespidae) of the Donetsk upland and adjacent territories. – 58 species of wasps of the subfamily Eumeninae belonging to 22 species were identified in the Donetsk upland and adjacent territories. Of these, 52 species were observed on the territory of the Donetsk upland, the remaining 6 species were found in the adjacent territories of the Seversky Donets River valley (*Eumenes pedunculatus*, *Jucancistrocers caspicus*, *Pterocheilus phaleratus tuberculatus*) and in the Northern Azov region (*Microdynerus microdynerus*, *Eumenes tripunctatus*, *E. subpomiformis*). The eumenin wasps fauna of the investigated territory combines elements of two main faunogenetic classes: Boreal (27 species) and Ancient Mediterranean (31 species). The northern border of the expansion of a number of species from the Tethyan class passes through the territory of the Donetsk Ridge: the Tethyan-paleotropical – *Antepipona* and *Alastor* the Central Tethyan *Parodontodynerus*, the

Tethyan-afrotropical – *Katamenes* and *Eustenancistrocerus* and the Eastern Mediterranean subgenus *Alastorynerus*. More than half of the identified species (55,2 %, 32 species) belong to the category of single (13 species) and small (19 species), 21 species (36,2 %) have an average population, and such species from this category as *Stenodynerus bluethgeni* and *Stenodynerus chevrieranus* are close to the category of numerous. The three species *Eumenes coarctatus* (subsp. *lunulatus*), *Eumenes papillarius* and *Ancistrocerus gazella* are numerous. Their proportion in the collections was 31,7 % (319 ex.). There were no abundant species among the eumenin wasps. The ecological structure of the eumenin wasps communities of the investigated territory includes seven ecological and landscape complexes allocated for 54 studied species: mesophilic broad-leaved forest (19 species), Mediterranean-forest-steppe xerophiles (8 species and 1 subspecies), zonal steppe xerophiles (8 species and 1 subspecies), meadow-steppe xerophiles and xerophiles (9 species and 1 subspecies), semi-desert-steppe xerophiles (4 species), polyzonal xerophilic psammophiles (2 subspecies of 1 species), polyzonal eurybionts (4 species).

Key words: eumenin wasps, fauna, zoogeography, relative abundance, ecological and landscape complexes, Donetsk upland.

УДК 595.4

© Е. В. Прокопенко

**НОВЫЕ ДАННЫЕ О ЧИСЛЕННОСТИ И ПЛОДОВИТОСТИ КАРАКУРТА
(*LATRODECTUS TREDECIMGUTTATUS* (P. ROSSI, 1790)) (ARANEI, THERIDIIDAE)
В СЕВЕРНОМ ПРИАЗОВЬЕ**

ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»

Россия, 283050, ДНР, г. Донецк, ул. Щорса, 46

helen_procop@mail.ru

*Прокопенко Е. В. Новые данные о численности и плодовитости каракурта (*Latrodectus tredecimguttatus* (P. Rossi, 1790)) (Aranei, Theridiidae) в Северном Приазовье.* – В августе 2023 г. в Северном Приазовье (с. Белосарайская коса) отмечено увеличение обилия каракурта, которое может стать предпосылкой опасной вспышки численности этого вида в будущем году. Биотопические предпочтения каракурта не претерпели изменений в сравнении с описанными ранее: подавляющее большинство гнезд отмечено на участках солончаков и ракушечных степей. Находки каракурта в антропогенных местообитаниях по-прежнему единичны. Плодовитость каракурта остается довольно низкой как в сравнении с показателями азиатской части ареала, так и зарегистрированными ранее в Северном Приазовье.

Ключевые слова: пауки, Aranei, каракурт, *Latrodectus tredecimguttatus*.

Введение

Первые опубликованные находки каракурта в Центральном Донбассе относятся к 90-м годам прошлого века (г. Торез) [7]. Впоследствии вид был найден в пгт. Еленовка (Волновахский р-н), с. Кременевка (Володарский р-н), пгт. Седово (Новоазовский р-н), с. Белосарайская Коса (Мангушский р-н) [12, 13] и г. Мариуполе. По устному сообщению и фотографиям И. Н. Оголя, самец и самка каракурта в 2018 и 2020 гг. были отмечены в Кировском районе г. Донецка. Необходимо отметить, что каракурт внесен в Перечень объектов животного и растительного мира, рекомендуемых к включению в Красную книгу Донецкой Народной Республики [3] и нуждается в охране.

Целью данного исследования было установить современное состояние популяции каракурта: изучить его биотопическое распределение, численность и уровень плодовитости.

Материал и методы исследования

Материал был собран с 3 по 17 августа 2023 г. в с. Белосарайская Коса (46°52' N 37°19' E). Были обследованы участки солончаков и псаммофитных степей, где каракурт регистрировался в предыдущие годы, а также прибрежные и антропогенные биотопы (обочины дорог, дворы, огороды). Производился подсчет и фотофиксация гнезд самок каракурта, подсчитывалось количество коконов. Сбор пауков не осуществлялся, обследованные гнезда получили минимальные повреждения. Всего было учтено 24 гнезда.

Материал, собранный в предшествующие годы и использовавшийся в анализе биотопического распределения, динамики численности и плодовитости, приведен ниже (juv – ювенильный экземпляр).

Донецкая Народная Республика. г. Торез, 1♀, 19.08.1994; Волновахский р-н: пгт. Еленовка, огород, 1♀, 20.09.2008; Володарский р-н: с. Кременевка, петрофитная степь, 5♀, август 2009, сб. Мартынов А.В.; Новоазовский р-н: пос. Седово, бакай, степь по ракушке, 1♂ juv, 9.06.1992; Мангушский р-н: с. Белосарайская коса, 1♀, 24.08.1996, сб. Прохорин Е.В.; берег лимана, 1 juv, 10.06.2002, 7♀ juv, 11♂ juv, 4 juv, 19.06.2003; бакай, шлейф степной растительности по берегу высохшего соленого водоема, 45 juv, 13.06.2002; 1♂, 11♀, 5.08.2002, 1♂, 13♀, 6.08.2002, 4♀, 7.08.2002, 1♂, 10♀, 9.08.2002, 2♂, 19♀, 16.08.2002, 12♀, 17.08.2002, 2♀, 18.08.2002, 33♀, 26.08.2002, 1 juv, 18.06.2003, 2♀, 7.06.2008; солончак, 8♀, 7.08.2002, 2♀, 9.08.2002, 1♂, 52♀, 10.08.2002, 4♀, 16.08.2002, 7♀, 18.08.2002, 2 juv, 19.06.2003, 2 juv, 20.06.2003; степь по ракушке; основание косы, степь по ракушке, 1♂, 1♀, 10.08.2002, 25♀, 13.08.2002, 9♀, 17.08.2002, 4♀, 18.08.02, 9 juv, 15.06.2003, 5♀ juv, 2♂ juv,

3♂, 17.06.2003, 3♀ juv, 1♂, 2♂ juv, 20.06.2003, 1♀, 2♂, 2♂ juv, 5♀ juv, 1 juv, 21.06.2003, 12 juv, 22.06.2003, 3 juv, 3♀ juv, 4♂ juv, 22.06.2003, 12♂, 13♀, 1 juv, 24.06.2003, 1♀, 5.08.2003, 7♂ juv, 2♂, 2 juv, 1♀ juv, 28.06.2003; шлейфы степной растительности, солончаки, 12♀, 1.08.2013, 3♀, 6.08.2023, 6♀, 11.08.2023, 8♀, 13.08.2023, 6♀, 14.08.2023; одноэтажная застройка, рудеральная растительность у основания дома, 1♀, 11.08.2023.

При расчете средних значений численности и плодовитости использовалась процедура бутстрэп-анализа (bootstrap; number of bootstrap replicates 9999), статистическая обработка данных произведена в программе Past [10].

Результаты и обсуждение

Каракурт относится к числу типичных обитателей сухих степных и полупустынных биотопов. На территории региона поселения вида локальны и в основном ограничены небольшими участками солончаков, песчаных и ракушечных степей, берегом лимана, где гнезда размещаются под крутыми откосами, укрепленными корнями растений. В антропогенных местообитаниях каракурт отмечен единично: на огородах, по сторонам автодорог, в рудеральной растительности у фундаментов построек (рис. 1). Таким образом, можно отметить, что вид приурочен к ненарушенным или слабо затронутым антропогенным воздействием участкам аборигенной степной и галофильной растительности. К факторам, ограничивающим численность и распространение вида, следует отнести уничтожение солончаков, псаммофитных и ракушечных степей Азовского побережья, выпас скота, рекреацию [5].

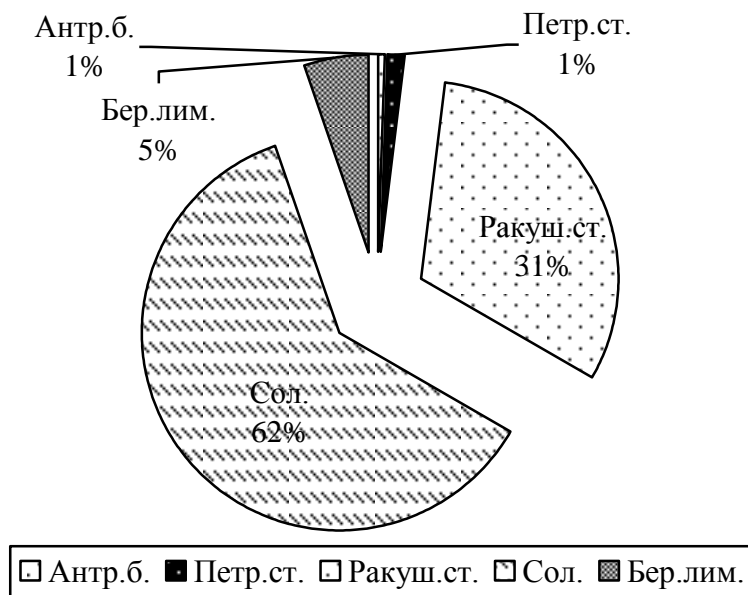


Рис. 1. Биотопическое распределение каракурта в Центральном Донбассе:

Антр.б. – антропогенные биотопы, Петр.ст. – петрофитные степи, Ракуш.ст. – ракушечные степи, Сол. – солончаки, Бер.лим. – берега лиманов

Паук строит характерные гнезда в виде «колпачков», инкрустированных частичками почвы, растительным мусором, остатками съеденных насекомых, у основания куртин злаков, солеросов, полыни (рис. 2). Миграции половозрелых самок, характерные для азиатской части ареала, в регионе не отмечены. Самцы активно разыскивают сети самок. Иногда самец съедается партнершей после спаривания. Самка свивает от одного до шести округлых или грушевидных коконов, которые тщательно охраняет. Добычей вида служат в основном представители прямокрылых (*Grillotalpa unispina*), крупные наземные жуки с плотными покровами (*Scarites terricola*, *Broscus cephalotes* и др.) [6].



Рис. 2. Гнездо каракурта в зарослях солеросов и злаков: А – внутри, Б – снаружи (с. Белосарайская коса, август 2023 г.)

Регулярные учеты численности каракурта в регионе продолжаютсся с 1999 г. Известно, что каракурт характеризуется вспышками численности, сменяющимися годами депрессии. Пики численности вида в регионе отмечались исключительно на косах Азовского моря. Последний значительный скачок численности регистрировался в 2002 г. в с. Белосарайская коса. В июне 2002 г. плотность гнезд ювенильных каракуртов составляла от 150 до 192 экз. на 100 м². Численность половозрелых самок в июле–августе 2002 г. была уже значительно ниже – от 33 до 62 экз. на 100 м². На степных пастбищах плотность снижалась до 3 экз. на 100 м² [6]. Среднее количество учтенных гнезд в августе 2002 г. составляла $12,7 \pm 3,2$ за 2 часа маршрутных учетов (рис. 3). За вспышкой численности последовали годы депрессии с единичными находками, либо без таковых. Так, в 2016 г. на Кривой косе, несмотря на планомерные поиски в подходящих биотопах, каракурт обнаружен не был.

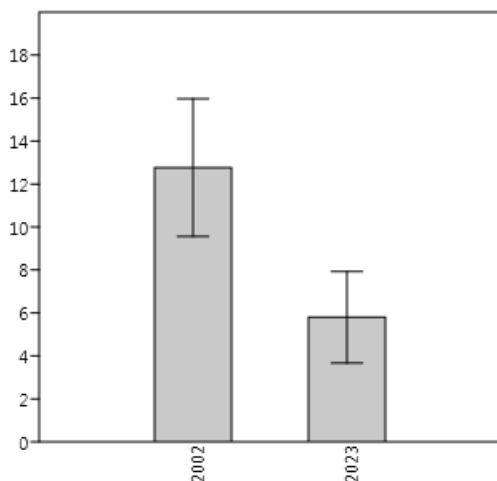


Рис. 3. Количество гнезд каракурта, учтенных за 2 часа экскурсии, в 2002 и 2023 г. (показано среднее значение и ошибка среднего)

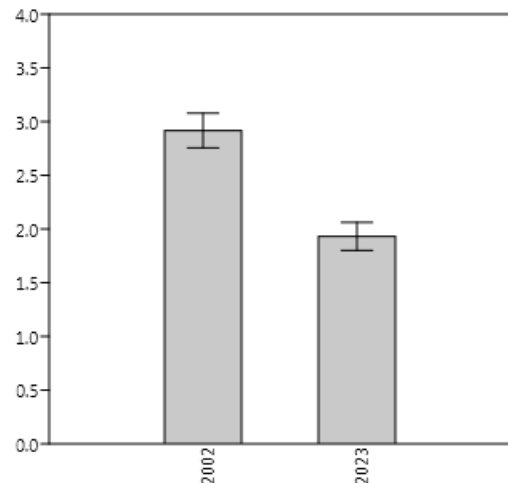


Рис. 4. Количество коконов в гнездах каракурта в 2002 и 2023 гг. (показано среднее значение и ошибка среднего)

В августе 2023 г. наблюдалось увеличение численности каракурта: среднее значение учтенных за 2 часа маршрута гнезд составило $5,8 \pm 2,1$ (см. рис. 3). Несмотря на то, что указанное значение более чем вдвое ниже показателей 2002 г., можно ожидать, что в следующем году каракурт достигнет очередной вспышки численности. Во многом определяющими окажутся температурные условия предстоящей зимы. Анализ литературных данных о вспышках численности каракурта позволяет отметить наличие 11- и 20–25-летнего циклов [6]. Указанные циклы коррелируют с многолетними изменениями ряда природных процессов, в том числе солнечной и магнитной активности, климата, массовых размножений насекомых, грызунов и т.д. Вспышки численности каракурта, по-видимому, являются следствием глобальных флуктуаций солнечной и магнитной активности, опосредованно синхронизирующих их с годами подъема численности других видов, например, саранчевых, служащих пищей каракурта. Дальнейшее накопление детальной информации о динамике численности каракурта в регионе позволит вплотную подойти к решению проблемы прогноза вспышек этого опасного вида.

По данным открытой платформы для сбора данных о биоразнообразии iNaturalist [11], в Европе за последние десятилетия также отмечен рост числа наблюдений каракурта с пиком в 2022 г. (рис. 5). Необходимо добавить, что количество наблюдений в 2023 г. может значительно увеличиться, когда будут внесены все летние и осенние данные. Таким образом, рост численности каракурта в Северном Приазовье – часть общеевропейского тренда изменения его обилия.

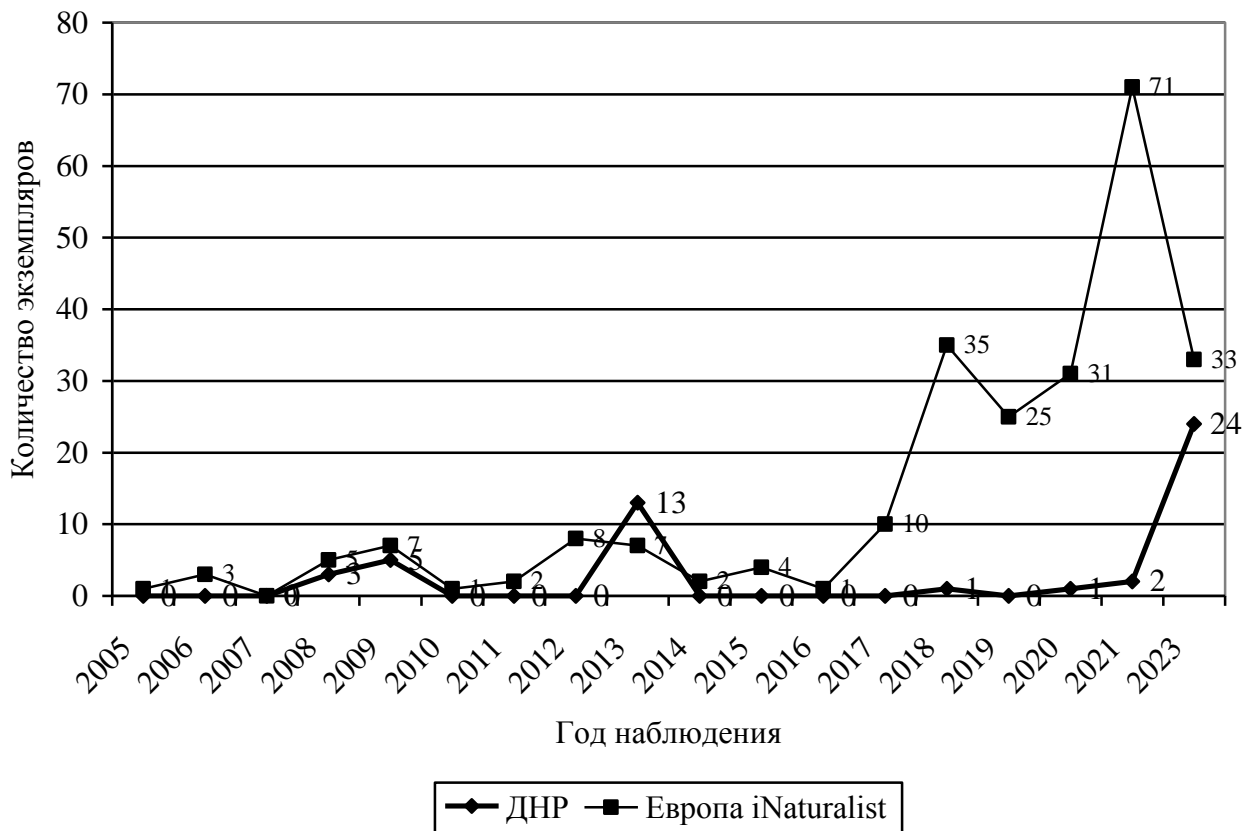


Рис. 5. Динамика регистрации каракурта в Европе и ДНР

Плодовитость каракурта, выраженная в количестве коконов в гнездах, в текущем году несколько ниже, чем в период последней вспышки численности (рис. 4). В августе 2002 г. среднее количество коконов в гнезде составляло $2,9 \pm 0,16$ (минимально – 1 кокон, максимально – 6 коконов). В 2023 г. этот показатель составлял $1,9 \pm 0,13$ (минимально – 1 кокон, максимально – 3 кокона). Ранее было показано, что количество коконов в кладках

каракурта в Северном Приазовье в целом ниже, чем в азиатской части ареала и в Крыму, тогда как среднее число яиц в коконе отличается незначительно [6] (табл. 1). Изменения плодовитости в годы подъема и депрессии численности каракурта требуют дальнейшего изучения.

Таблица 1

Количество коконов в гнездах каракурта в разных частях ареала

	Узбекистан [9]	Узбекистан [8]	Хребет Малай-Сары, Казахстан [2]	г. Таганрог [4]	Одесская обл. [Волянская, 1958] *	Крым, Евпатория [1]	Крым, Джанкойский р-н [1]	с. Белосарайская коса 2002 г. [6]	с. Белосарайская коса 2023 г.
Количество коконов в гнезде	2–7	2–7	1–13	3	4–5	1–9	1–9	1–6	1–3

Примечание. * – работа цитирована по: [1].

Выводы

В августе 2023 г. в Северном Приазовье (с. Белосарайская коса) отмечено увеличение количества гнезд каракурта, которое может стать предпосылкой опасной вспышки численности этого вида в будущем году. Биотопические предпочтения каракурта не претерпели изменений в сравнении с описанными ранее: подавляющее большинство гнезд отмечено на участках солончаков и ракушечных степей. Находки каракурта в антропогенных местообитаниях по-прежнему единичны. Плодовитость каракурта остается довольно низкой как в сравнении с показателями азиатской части ареала, так и в сравнении с данными, полученными ранее в Северном Приазовье.

Список литературы

1. Ковблюк Н. М. Плодовитость каракурта *Latrodectus tredecimguttatus* (Rossi, 1790) (Aranei, Theridiidae) в Крыму // Известия Харьковского энтомологического общества. 2001 (2002). Т. 9, вып. 1–2. С. 248–249.
2. Мариковский П. И. Тарантул и каракурт. Фрунзе : Изд-во АН КиргССР, 1956. 281 с.
3. Остапко В. М., Мартынов В. В., Приходько С. А., Муленкова Е. Г., Губин А. И., Никулина Т. В., Бондаренко-Борисова И. В., Тараненко Л. И., Молодан Г. Н., Амолин А. В., Трискиба С. Д. Перечень объектов животного и растительного мира, рекомендуемых к включению в первое издание Красной Книги Донецкой Народной Республики // Промышленная ботаника. 2020. Вып. 20, № 1. С. 8–28.
4. Пономарев А. В. Каракурт *Latrodectus tredecimguttatus* (Rossi, 1790) (Theridiidae, Aranei) в Приазовье // Вестник Южного научного центра РАН. 2006. Т. 2, вып. 2. С. 92–95.
5. Прокопенко Е. В. Редкие и нуждающиеся в охране пауки (Aranei) Донбасса // Биоразнообразие беспозвоночных и позвоночных животных особо охраняемых природных территорий Донбасса / Отв. ред. Е. В. Прокопенко. Донецк : Цифровая типография, 2021. Вып. 1. С. 45–59.
6. Прокопенко Е. В., Мартынов В. В. Особенности биологии каракурта *Latrodectus tredecimguttatus* (P. Rossi, 1790) (Aranei, Theridiidae) в Северном Приазовье // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел Биологический. 2013. Т. 118, вып. 5. С. 12–22.

7. Рудникова Е. В., Ярошенко Н. Н. Фауна пауков (Aranei) Донецкой области // Тезисы докладов вузовской конференции профессорско-преподавательского состава по итогам научно-исследовательской и методической работы: химия, биология (Донецк, апрель 1995 г.). Донецк : ДонГУ, 1995. С. 74.

8. Эргашев Н. Э. Экология ядовитых пауков Узбекистана. Ташкент : ФАН, 1990. 191 с.

9. Эргашев Н. Э., Хафизов И. О плодовитости каракурта // Узбекский биологический журнал. 1975. Вып. 6. С. 46–47.

10. 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 pp. URL : http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm

11. iNaturalist. Available from <https://www.inaturalist.org> (Accessed 1.10.2023).

12. Polchaninova N. Yu., Prokopenko E. V. Catalogue of the spiders (Arachnida, Aranei) of Left-Bank Ukraine // Arthropoda Selecta. Supplement N₀. 2. M. : KMK Scientific Press Ltd., 2013. 268 p.

13. Polchaninova N. Yu., Prokopenko E. V. Catalogue of the spiders (Arachnida, Aranei) of Left-Bank Ukraine. Addendum 1. 2013–2016 // Arthropoda Selecta. Suppl. N₀ 4. M. : KMK Scientific Press Ltd., 2017. 115 p.

Prokopenko E. V. New data on the abundance and of the karakurt (*Latrodectus tredecimguttatus* (P. Rossi, 1790)) (Aranei, Theridiidae) in the Northern Azov region. – An increase in the abundance of the karakurt was observed in August 2023 in the Northern Azov region (Belosarayskaya Kosa). This may become a prerequisite for a dangerous outbreak of this poison species in the summer of the next year. Biotopic preferences of the karakurt did not change in comparison with known datas. The overwhelming majority of nests were found in salt marshes and shell steppes. Finds of karakurt in anthropogenic habitats are still rare. Karakurt fecundity remains rather low compared to that of the Asian part of it areal.

Key words: spiders, Aranei, karakurt, *Latrodectus tredecimguttatus*.

УДК 632.937

© С. И. Демченко

РОСТОВАЯ И СПОРООБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ АБОРИГЕННОГО
ШТАММА *PHLEBIOPSIS GIGANTEA* P-1-96 НА СУБСТРАТАХ ИЗ РАСТИТЕЛЬНЫХ
ОТХОДОВ

ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»

Россия, 283050, ДНР, г. Донецк, ул. Щорса, 46

sdemch5@mail.ru

Демченко С. И. Ростова и спорообразовательная активность аборигенного штамма *Phlebiopsis gigantea* P-1-96 на субстратах из растительных отходов. – Результаты исследований позволили сравнить ростовую и спорообразовательную активность аборигенного штамма *Phlebiopsis gigantea* P-1-96 на разных растительных отходах агропромышленного комплекса. Исследованный штамм показал хороший мицелиальный рост и высокую продуктивность оидий на субстратах из подсолнечной лузги и пшеничной соломы. Разработана комбинированная питательная среда из соломы и пшеничных отрубей, перспективная для поверхностного культивирования *Phlebiopsis gigantea* P-1-96 с целью получения биопрепарата для биологической борьбы с возбудителем корневой гнили *Heterobasidion annosum*.

Ключевые слова: гриб-антагонист, патоген, аборигенный штамм, продуктивность оидий, рост мицелия, растительные отходы.

Введение

Среди наиболее распространенных и опасных лесных патогенов выделяется *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. (корневая губка), который вызывает корневую гниль как хвойных, так и лиственных пород [1, 8, 12]. Установлено, что в природе существует несколько морфологических форм (разновидностей) гриба, которые отличаются приуроченностью к разным географическим зонам, обитанием на разных породах и степенью патогенности [14]. Массовое поражение этим патогеном древостоев, гниение и обесценивание древесины, усыхание на больших площадях хвойных насаждений наносят лесному хозяйству РФ и других стран значительный ущерб [1, 6, 8, 12]. Поэтому усилия многих исследователей направлены на усовершенствование и разработку эффективных мер профилактики и борьбы с *H. annosum*.

В настоящее время большинство исследователей [1, 6, 8, 12, 13] считают, что первичное заражение здоровых хвойных насаждений *H. annosum* осуществляется базидиоспорами. Они попадают на поверхность пней, остающихся после разных видов рубок, прорастают, и образующийся мицелий проникает в древесину корней. Дальнейшее распространение инфекции происходит в результате перехода грибницы от пораженных корней на здоровые. Для локализации первичной инфекции *H. annosum* некоторые ученые [1, 6, 8, 11, 12, 15] предлагают искусственно заселять пни сапротрофными микроорганизмами, в первую очередь грибами-ксилотрофами, которые конкурируют с патогеном за древесный субстрат питания.

Опыты по искусственному заражению сосновых пней базидиальным ксилотрофом *Phlebiopsis gigantea* (Fr.) Jülich. показали, что этот прием обеспечивает надежную защиту от споровой инфекции *H. annosum* [1, 8, 10–12]. Этот гриб-антагонист имеет специализированные структуры вегетативного размножения, представленные спорами (оидиями), образующимися непосредственно из мицелия при его фрагментации. Поскольку оидии *P. gigantea* легко образуются и на искусственных средах, в некоторых странах Европы на их основе производятся коммерческие препараты для защиты леса от корневых гнилей [15].

Разработка отечественного биологического средства защиты растений от корневой губки позволит отказаться от импорта препаратов зарубежных производителей и снизить фитосанитарные риски от использования чужеродных биоагентов. При разработке технологии получения биологического препарата на основе биомассы *P. gigantea* с жизнеспособными оидиями необходимо учитывать, что этот гриб в природе в основном развивается на древесине хвойных пород, формируя поверхностную грибницу, которая может образовывать большое количество спор вегетативного размножения [15]. Образование оидий, как показали исследования Н. И. Федорова [12], наиболее интенсивно происходит в воздушной среде. Поэтому перспективно поверхностное культивирование *P. gigantea* на твердых питательных субстратах. Натуральные субстраты, богатые углеводами, витаминами, аминокислотами и другими биологически активными веществами, являются более благоприятными для роста высших базидиомицетов, чем простые минеральные среды [2]. Для выращивания *P. gigantea* в поверхностной культуре в основном используют отходы переработки древесины хвойных и лиственных пород. В качестве добавок применяют пивное сусло, белково-витаминный комплекс, картофельную муку и мезгу, пептон, мелассу, отходы производства антибиотиков и др. [1, 12]. Недостатки этих сред связаны либо с их низкой эффективностью для получения спорового материала гриба, либо с малой доступностью и высокой стоимостью входящих в их состав компонентов.

В ДНР в большом количестве образуются растительные отходы агропромышленного комплекса (АПК), которые представляют интерес как экономически выгодные компоненты комплексных питательных сред при производстве целевых продуктов грибного происхождения. Использование дешевых и доступных растительных отходов АПК для промышленного культивирования *P. gigantea* позволит улучшить технико-экономические показатели в производстве препарата для биологической борьбы с корневой губкой.

Целью наших исследований было оценить ростовую активность и интенсивность оидиогенеза аборигенного штамма *P. gigantea* P-1-96 в поверхностной культуре на субстратах из растительных отходов АПК.

Материал и методы исследования

Объектом исследования служил аборигенный штамм *P. gigantea* P-1-96 из коллекции базидиальных ксилотрофов кафедры физиологии растений Донецкого государственного университета, для которого ранее была выявлена высокая антагонистическая активность в отношении фитопатогена *H. annosum* [3, 4].

Твердофазное культивирование гриба-антагониста проводили в культуральных флаконах Т-75, имеющих площадь роста 75 см², в стационарных условиях при температуре 26 °С. В качестве субстратов использовали растительные отходы АПК: пшеничные отруби (отходы мукомольной промышленности), полосу (отходы переработки злаковых культур), подсолнечный жмых и лузгу семян подсолнечника (отходы переработки масличных культур). Контролем служила сусло-агаровая среда (8° по Баллингу). Агаровую среду и растительные субстраты помещали в культуральные флаконы, к отходам добавляли 73, 80 и 87 мас. % водопроводной воды и стерилизовали в автоклаве при давлении 1,5 атм. в течение 30 мин. Простерилизованные среды засеивали агаровыми блоками диаметром 7 мм, вырезанными пробойным сверлом из краевой зоны роста семисуточной поверхностной культуры, выращенной на сусло-агаре в чашках Петри.

Пригодность растительных отходов для поверхностного культивирования *P. gigantea* *in vitro* оценивали по скорости роста мицелия и спорообразовательной активности гриба. Скорость линейного роста мицелия определяли по общепринятой методике [7]. Диаметр колоний гриба (мм) измеряли ежедневно в течение 7 суток. Скорость роста (мм/сут.) рассчитывали по формуле:

$$K_r = \Delta R / \Delta t,$$

где R – размер колонии (мм), t – время (сутки).

Для определения спорообразовательной активности *P. gigantea* Р-1-96 десятисуточные культуры гриба, выращенные на стерильных питательных средах в культуральных флаконах Т-75, заливали 100 мл дистиллированной водой, после чего флаконы помещали на орбитальную качалку (200 об./мин.) на 30 мин. для отделения спор вегетативного размножения от мицелия. Полученную суспензию спор использовали для подсчета оидий с помощью камеры Горяева [7]. Для каждой суспензии подсчет вели в 15-ти больших квадратах по диагонали двух камер. Количество оидий в 1 мл споровой суспензии определяли по формуле:

$$\text{ИС} = \frac{a \times 1000}{4000^{-1}} = a \times 4 \times 10^6,$$

где: ИС – интенсивность спорообразования, оидий/мл; a – среднее число спор в одном большом квадрате камеры Горяева; 1000 – коэффициент для пересчета ИС на 1 мл суспензии; 4000^{-1} – объем камеры Горяева, соответствующий ее большому квадрату, мм^3 .

Повторность всех проведенных опытов была трехкратной. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили при 5 %-м уровне значимости с помощью дисперсионного анализа и множественного сравнения средних арифметических значений по критерию Даннета и Дункана [5, 9].

Результаты и обсуждение

Данные, характеризующие линейный рост мицелия и спорообразовательную активность аборигенного штамма *P. gigantea* Р-1-96, представлены в табл. 1.

Таблица 1

Скорость роста мицелия и спорообразовательная активность штамма *P. gigantea* Р-1-96 на разных питательных средах

Питательные среды	Среднесуточная скорость роста мицелия, мм/сут.	Интенсивность спорообразования, млн. оидий на 1 мл споровой суспензии
Сусло-агар (контроль)	$7,8 \pm 0,7$	$1,34 \pm 0,06$
Подсолнечная лузга	$4,9 \pm 0,4$	$44,24 \pm 1,72$
Полова	$5,2 \pm 0,3$	$45,15 \pm 0,84$
Подсолнечный жмых	$4,0 \pm 0,6$	$11,71 \pm 1,64$
Пшеничные отруби	$3,8 \pm 0,2$	$7,08 \pm 0,56$

Результаты исследования, представленные в табл. 1, показали, что природный штамм *P. gigantea* Р-1-96 может поселяться и произрастать на всех исследованных субстратах из растительных отходов АПК. Наиболее интенсивный рост мицелия флелиопсиса гигантского, особенно в первые дни опыта, наблюдался на субстратах из лузги семян подсолнечника и половы. Однако скорость роста вегетативного мицелия гриба-антагониста на всех исследованных растительных отходах была значительно ниже, чем на сусло-агаровой среде.

Анализируя интенсивность спорообразования *P. gigantea* Р-1-96 на субстратах из отходов АПК, было установлено, что аборигенный штамм гриба-антагониста был способен продуцировать оидии – споры вегетативного размножения на всех исследованных питательных средах (рис. 1). Интенсивность спорообразования флелиопсиса гигантского достоверно зависела от состава питательных сред. Мицелий *P. gigantea* Р-1-96 фрагментировался на оидии более интенсивно на растительных отходах, чем на агаровой среде. Наибольшая репродуктивная активность гриба обнаружена на субстратах из половы и подсолнечной лузги. Эти отходы представляют собой вторичные биологические ресурсы, которые ежегодно образуются десятками тысяч тонн в ДНР. Исходя из этого, увлажненная лузга семян подсолнечника и половы были использованы как основные компоненты комбинированных питательных сред, которые содержали в разных концентрациях растительные полифункциональные добавки – пшеничные отруби и подсолнечный жмых.

Рис. 1. Гифы с оидиями *P. gigantea* P-1-96, ×2000

Результаты исследования пригодности комбинированных субстратов из растительных отходов АПК для образования оидий в поверхностной культуре *P. gigantea* P-1-96 представлены в табл. 2.

Таблица 2

**Спорообразовательная активность штамма *P. gigantea* P-1-96
на комбинированных питательных субстратах**

Питательные среды	Количественные соотношения компонентов среды, мас. %	Интенсивность спорообразования, млн. оидий на 1 мл споровой суспензии
контроль		
– подсолнечная лузга	20	44,2 ± 1,7
вода	80	
– полова	20	45,1 ± 0,8
вода	80	
лузга семян подсолнечника	8,7	38,2 ± 1,6
пшеничные отруби	4,3	
вода	87,0	
то же	13,3	51,2 ± 2,7
	6,7	
	80,0	
- // -	17,2	46,4 ± 1,3
	9,8	
	73,0	
- // -	9,8	36,7 ± 1,1
	3,2	
	87,0	
- // -	15,0	49,4 ± 2,8
	5,0	
	80,0	
- // -	20,2	38,7 ± 1,4
	6,8	
	73,0	
- // -	10,4	33,6 ± 1,1
	2,6	
	87,0	

Питательные среды	Количественные соотношения компонентов среды, мас. %	Интенсивность спорообразования, млн. оидий на 1 мл споровой суспензии
- // -	16,0 4,0 80,0	48,5 ± 2,8
- // -	20,2 6,8 73,0	39,6 ± 1,9
лузга семян подсолнечника подсолнечный жмых вода	8,7 4,3 87,0	31,4 ± 1,8
то же	13,3 6,7 80,0	48,7 ± 1,4
- // -	17,2 9,8 73,0	42,1 ± 2,5
- // -	9,8 3,2 87,0	40,2 ± 2,1
- // -	15,0 5,0 80,0	49,7 ± 0,8
- // -	20,2 6,8 73,0	37,6 ± 1,1
- // -	10,4 2,6 87,0	31,2 ± 1,4
- // -	16,0 4,0 80,0	48,4 ± 0,7
- // -	20,2 6,8 73,0	35,4 ± 0,6
полова пшеничные отруби вода	8,7 4,3 87,0	41,2 ± 1,4
то же	13,3 6,7 80,0	56,3 ± 0,7
- // -	17,2 9,8 73,0	49,5 ± 1,4
- // -	9,8 3,2 87,0	42,2 ± 1,5
- // -	15,0 5,0 80,0	52,6 ± 0,8
- // -	20,2 6,8	48,1 ± 1,7

Питательные среды	Количественные соотношения компонентов среды, мас. %	Интенсивность спорообразования, млн. оидий на 1 мл споровой суспензии
	73,05	
- // -	10,4 2,6 87,0	40,8 ± 1,4
- // -	16,0 4,0 80,0	50,4 ± 2,1
- // -	20,2 6,8 73,0	47,6 ± 0,9
ПОЛОВА ПОДСОЛНЕЧНЫЙ ЖМЫХ ВОДА	8,7 4,3 87,0	46,5 ± 1,4
то же	13,3 6,7 80,0	50,3 ± 1,5
- // -	17,2 9,8 73,0	47,6 ± 0,7
- // -	9,8 3,2 87,0	46,5 ± 1,7
- // -	15,0 5,0 80,0	51,4 ± 1,3
- // -	20,2 6,8 73,0	46,4 ± 2,4
- // -	10,4 2,6 87,0	48,6 ± 2,1
- // -	16,0 4,0 80,0	49,9 ± 2,3
- // -	20,2 6,8 73,0	46,5 ± 0,9
Допуск по Даннету (D^D)	–	1,9
Допуск по Дункану (D^{DK})	–	0,9

Анализ табличных данных показал, что разное качественное и количественное соотношение компонентов комплексных субстратов по-разному влияло на спорообразовательную активность гриба-антагониста. Существенное влияние на интенсивность оидиогенеза оказывала влажность комбинированных субстратов. Так, увеличение количества воды в субстрате до 87 мас. % создавало неблагоприятные условия для аэрации гриба. Это приводило к снижению интенсивности спорообразования на исследованных растительных отходах. При уменьшении количества воды в комбинированном субстрате до 73 мас. % в большинстве вариантах опыта также

происходило снижение репродуктивной активности гриба из-за преждевременного подсыхания питательной среды.

При оптимальном содержании воды в субстратах (80 мас. %) более интенсивно мицелий *P. gigantea* P-1-96 образовывал оидии на комбинированных средах с половой в качестве основного компонента субстрата, чем с подсолнечной лузгой. Добавление в питательную среду растительных полифункциональных добавок из отходов АПК достоверно увеличивало репродуктивную активность гриба в 1,1–1,3 раза по сравнению с контролем. Максимальный выход оидий ($56,3 \pm 0,7$ млн. шт. на 1 мл споровой суспензии) наблюдался на комбинированной питательной среде, включающей в мас. %: полову – 13,3, пшеничные отруби – 6,7 и водопроводную воду – 80,0. Низкая стоимость и незначительное содержание отрубей в составе вышеуказанной среды определяет ее экономичность при высокой эффективности для получения оидий гриба.

Выводы

Аборигенный штамм *P. gigantea* P-1-96 показал хороший рост мицелия и высокую спорообразовательную активность в поверхностной культуре на комбинированной питательной среде из половы и пшеничных отрубей. Этот субстрат, содержащий недорогие и доступные источники углеродного и азотного питания, рекомендуется для промышленного культивирования гриба-антагониста с целью получения препарата для биологической борьбы с корневой губкой.

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

Список литературы

1. *Василяуска А. П.* Корневая губка и устойчивость экосистем хвойных лесов. Вильнюс : Мокслас, 1989. 175 с.
2. *Билай В. И.* Основы общей микологии : уч. пос. 2-е изд., перераб. и доп. К. : Вища шк., 1980. 360 с.
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. *Демченко С. И.* Перспективы использования донецких штаммов *Phlebiopsis gigantea* (Fr.) Jülich. для биологической борьбы с корневой губкой // Донецкие чтения 2023: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности : Матер. VIII Междунар. науч. конф. (Донецк, 25–27 октября 2023 г.). Т. 3: Биол. и мед. науки, экол. / под общ. ред. С. В. Беспаловой. Донецк : Изд-во ДонГУ, 2023. С. 176–178.
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. *Негруцкий С. Ф.* Корневая губка. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Агропромиздат, 1986. 196 с.
9. *Приседський Ю. Г.* Статистична обробка результатів біологічних експериментів. Донецьк : Кассиопея, 1999. 201 с.
10. *Романовская Т. В., Арашкова А. А., Тригубович А. М., Коломиец Э. И., Звягинцев В. Б., Волченкова Г. А., Савицкий А. В.* Скрининг изолятов *Phlebiopsis gigantea*, перспективных для создания биопрепарата против корневой губки // Микробные биотехнологии: фундаментальные и прикладные аспекты : сб. науч. тр. Минск : Беларуская навука, 2017. Т. 9. С. 92–103.

11. *Полещук Ю. М.* Биологическая защита сосновых насаждений от корневой губки : обзорная информация. Минск, 1991. 34 с.
12. *Федоров Н. И.* Корневые гнили хвойных пород. М. : Лесная промышленность, 1984. 160 с.
13. *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.
14. *Chaise T., Ulrich R.* Sexuality, distribution and dispersal of *Heterobasidion annosum* in pine plantations of Vermont // *Mycologia*. 1983. Vol. 75, № 5. P. 825–831.
15. *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 growth and spore-forming activity of *Phlebiopsis gigantea* native strain P-1-96 on substrates from plant waste. – The results of the research allowed us to compare the growth and spore-forming activity of *Phlebiopsis gigantea* native strain P-1-96 on different plant waste from the agro-industrial complex. The studied strain showed good mycelium growth and high oidia production on substrates from sunflower husk and wheat chaff. A combined nutrient medium from wheat chaff and bran for surface cultivation of antagonist fungus is developed. It will be used to obtain a biological preparation for biological control of the root rot pathogen *Heterobasidion annosum*.

Key words: antagonist fungus, pathogen, native strain, oidia production, mycelium growth, plant waste, biological control.

© Е. А. Левченко¹, О. В. Фрунзе²**ИЗМЕНЕНИЕ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕКОРАТИВНЫХ ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ ИОНАМИ КОБАЛЬТА И СВИНЦА**¹ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

Россия, 286128, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2

levchenko.e.a-izos-3@donnasa.ru

²ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»

Россия, 283050, ДНР, г. Донецк, ул. Щорса, 46

hromyh82@mail.ru

Левченко Е. А., Фрунзе О. В. Изменение морфометрических показателей декоративных травянистых растений в условиях загрязнения почвы ионами кобальта и свинца. – Исследовали изменение морфометрических показателей некоторых видов декоративных травянистых растений в условиях загрязнения почвы ионами кобальта и свинца. Изучали изменение длины корня и стебля проростков в условиях как отдельного внесения в почву загрязнителей, так и при их комплексном влиянии на растения. Исследовали влияние ионов кобальта и свинца на накопление сырой и сухой биомассы проростков. Проведенные исследования показали, что загрязнение почвы соединениями свинца и кобальта оказывает неоднозначное влияние на ростовые процессы изученных видов декоративных травянистых растений. Их влияние зависит как от концентрации токсиканта, так и от видовой специфики растений. Устойчивыми как к отдельному, так и к совместному действию ионов свинца и кобальта оказались проростки *Linum usitatissimum* L., а проростки *Tagetes patula* L. были чувствительными к действию ионов свинца и кобальта.

Ключевые слова: кобальт, свинец, декоративные травянистые растения, морфометрические показатели, биомасса.

Введение

В результате бурного развития промышленности, энергетики и транспортных коммуникаций, интенсивной разработки полезных ископаемых происходит резкий рост загрязнения окружающей среды техногенного региона и в первую очередь почв. Особое место среди загрязнений занимают тяжелые металлы, которые являются высокотоксичными для всех живых организмов [1]. Это группа химических элементов, имеющих плотность более 5 г/см³, к ним относятся химические элементы с атомной массой свыше 40. Основными источниками антропогенного поступления тяжелых металлов в атмосферу, гидросферу и почву являются металлургические предприятия, тепловые электростанции, которые в основном размещены в черте города, а также автомобильный транспорт [2, 3].

В зоне влияния металлургических предприятий и автомобильных магистралей часто наблюдается повышение содержания свинца и кобальта в почве [3, 5]. В настоящее время в Донецкой Народной Республике и других регионах Российской Федерации переходят на новый вид автомобильного топлива с более высоким октановым числом, что способствует снижению содержания окиси углерода в выхлопных газах, однако оксиды азота и свинец остаются активными компонентами автомобильных выбросов. Повышенное содержание свинца в почве вызывает угнетение ростовых процессов многих видов растений, которое приводит к торможению развития корней и стебля, различным хлорозам, уменьшению площади листовой поверхности. Свинец вызывает функциональные нарушения в пигментных комплексах растений и уменьшение содержания хлорофилла в тканях. У растений под влиянием свинца снижается интенсивность фотосинтеза, содержание витамина С и провитамина А [4].

Загрязнение почвы кобальтом происходит под влиянием предприятий рудоперерабатывающей промышленности, транспорта, при орошении сельхозугодий сточными водами. Большие количества кобальта содержатся в отвалах рудоперерабатывающих предприятий [6, 7]. Повышенное содержание кобальта в почвах районов, прилежащих к предприятиям, а также в районах естественных биогеохимических

аномалий приводит к различным патологиям развития растений, например, многоцветковости, межжилковому хлорозу, угнетенности роста. Хотя кобальт, как правило, не поступает в больших количествах в окружающую среду, он является одним из опасных загрязнителей, так как потенциально токсичен и является канцерогенным элементом [8]. По уровню фитотоксичности кобальт занимает третье место среди металлов после кадмия и меди [5, 7]. Кобальт является металлом с переменной валентностью, следовательно, его поведение в почвах зависит от окислительно-восстановительных условий. В настоящее время имеется мало данных о влиянии окислительно-восстановительного режима почв на трансформацию соединений кобальта. Противоречивы сведения о том, какие почвенные компоненты оказывают приоритетное влияние на подвижность соединений кобальта в почве [9, 10].

При совместном внесении в почву ионов кобальта и свинца, их накопление в органах растений увеличивается. В ответ на это в организме растений происходят разные физиологические и биохимические изменения, которые часто носят негативный характер [9, 10]. Однако сведения о комплексном действии ионов кобальта и свинца на растительные организмы крайне немногочисленны.

Целью проводимых исследований являлось изучение изменения морфометрических показателей некоторых видов декоративных травянистых растений в условиях загрязнения почвы ионами кобальта и свинца.

Материал и методы исследования

При проведении эксперимента в качестве объектов исследования были использованы декоративные травянистые растения: лен обыкновенный (*Linum usitatissimum* L.), бархатцы мелкоцветные (*Tagetes patula* L.).

Исследования по влиянию загрязнения почвы ионами кобальта и свинца на декоративные травянистые растения проводились по схеме полного двухфакторного трехуровневого эксперимента (табл. 1).

Таблица 1

Схема эксперимента влияния загрязнения почвы кобальтом и свинцом на ростовые процессы проростков декоративных травянистых растений

Вариант загрязнения	Загрязнители	
	Pb ²⁺ , мг/кг	Co ²⁺ , мг/кг
1	0 (контроль)	0 (контроль)
2	0	5
3	0	10
4	32	0
5	64	0
6	32	5
7	64	10

В качестве загрязнителей использовались сульфат кобальта и сульфат свинца по стехиометрическому отношению. Концентрации свинца составляли 0,1 ПДК, 2 ПДК, кобальта – 0,1 ПДК, 2 ПДК.

Семена растений проращивались согласно их биологическим особенностям. Выращивание велось на протяжении тридцати дней, продолжительности светового дня 14 часов, температуре 20–22 °С и влажности почвы около 70 % полной влажности. В каждый сосуд вносилось по 350 г почвы, просеянной через почвенное сито с диаметром отверстий 3 мм, в который предварительно вносились сульфат кобальта и сульфат свинца согласно схеме эксперимента.

При снятии результатов у проростков измеряли длину надземной части, длину корней, сырую и сухую массу. Полученные данные обрабатывали статистически с помощью специально разработанных программ.

Результаты и обсуждение

Изучение влияния загрязнения почвы ионами кобальта и свинца на ростовые процессы опытных растений показало, что растения неоднозначно реагируют на загрязнители (табл. 2).

Таблица 2

Влияние загрязнения почвы кобальтом и свинцом на ростовые показатели проростков декоративных травянистых растений

№ варианта	Ростовые показатели, см					
	Корень			Стебель		
	M ± m	D	D [%]	M ± m	D	D [%]
<i>Linum usitatissimum</i> L.						
1	2,65 ± 0,22	-	-	17,6 ± 0,83	-	-
2	2,35 ± 0,36	-0,30	89	16,52 ± 1,52	-1,08	94
3	6,41 ± 0,91	3,76	242	19,16 ± 0,58	1,56	109
4	3,51 ± 0,29	0,86	132	18,06 ± 0,46	0,46	103
5	2,98 ± 0,30	0,33	112	18,33 ± 0,59	0,73	104
6	4,28 ± 0,80	1,63	161	18,31 ± 0,52	0,71	104
7	3,46 ± 0,39	0,81	130	18,87 ± 0,79	1,27	107
<i>Tagetes patula</i> L.						
1	8,00 ± 0,002	-	-	4,80 ± 0,002	-	-
2	2,60 ± 0,001	-5,4	33	4,20 ± 0,001	-0,6	88
3	1,80 ± 0,001	-6,2	23	3,00 ± 0,001	-1,8	63
4	3,00 ± 0,001	-5	38	4,25 ± 0,001	-0,55	89
5	4,65 ± 0,001	-3,35	58	6,10 ± 0,002	1,3	127
6	5,10 ± 0,002	-2,9	64	5,60 ± 0,002	0,8	117
7	3,80 ± 0,001	-4,2	48	4,60 ± 0,001	-0,2	96

Примечание. D – разница между средними; D[%] – % от контроля.

Анализ изменения корневой системы проростков *L. usitatissimum* показал, что при внесении в почву 1 ПДК ионов кобальта (вар. 2) рост корня снизился на 11 %, по сравнению с контролем, однако при внесении в почву 2 ПДК кобальта (вар. 3) длина корня увеличилась на 142 %. Отдельное внесение ионов свинца в почву в концентрации 1 и 2 ПДК (вар. 4, 5) не оказывало негативного влияния на рост корней проростков, а прослеживалось увеличение данного показателя на 12–32 %, в сравнении с контролем. Совместное внесение ионов свинца и кобальта (вар. 6, 7) не оказывало негативного влияния на рост корней проростков, а прослеживалось увеличение данного показателя на 30–61 %, в сравнении с контролем.

Отдельное внесение в почву ионов кобальта в концентрации 1 ПДК и 2 ПДК не оказывало угнетающего эффекта на рост надземной части проростков *L. usitatissimum*, наблюдалось увеличение роста стебля на 9 %, в сравнении с контролем. Также, не прослеживалось визуального угнетения роста надземной части проростков *L. usitatissimum* (рис. 1).



Рис. 1. Реакция ответа проростков *Linum usitatissimum* L. на избыток в почве ионов свинца и кобальта при комплексном внесении

Внесение ионов свинца в почву в концентрации 1 и 2 ПДК (вар. 4, 5) не оказывало негативного влияния на рост стебля проростков, а прослеживалось увеличение данного показателя на 3–4 %, в сравнении с контролем. Также совместное внесение ионов свинца и кобальта (вар. 6, 7) не оказывало негативного влияния на рост стебля проростков, а наблюдалось увеличение данного показателя на 17–19 %, в сравнении с контролем.

Исследования изменения длины корня проростков *T. patula* в условиях металлопрессинга показали, что внесение в почву 1 ПДК ионов кобальта (вар. 2) привело к уменьшению роста корня практически в 3 раза. При внесении в почву 2 ПДК кобальта (вар. 3) длина корня проростков уменьшилась в 4 раза, по сравнению с растениями, выращенными на незагрязненной почве. Внесение в почву ионов свинца (вар. 4, 5) оказывало негативное влияние на рост корней проростков, прослеживалось уменьшение данного показателя на 42–62 %, в сравнении с контролем. Также комплексное внесение ионов свинца и кобальта (вар. 6, 7) оказывало негативное влияние на рост корней проростков, отмечено снижение данного показателя на 36–52 %, в сравнении с контролем.

Исследования показали, что внесение в почву 1 ПДК ионов кобальта (вар. 2) привело к незначительному ухудшению роста стебля проростков *T. patula*, данный показатель снизился на 12 %, по сравнению с контрольным результатом. При внесении в почву 2 ПДК кобальта (вар. 3) длина стебля уменьшилась на 37 %, по сравнению с контрольными растениями.

Внесение ионов свинца в почву в концентрации 2 ПДК (вар. 4) оказывало значительное негативное влияние на рост стеблей проростков, прослеживалось снижение данного показателя на 11 %, в сравнении с контролем. Внесение в почву ионов свинца в концентрации 2 ПДК (вар. 5) оказывало положительное влияние на рост стебля проростков, наблюдалось увеличение данного показателя на 27 %, в сравнении с контролем. Также совместное внесение ионов свинца и кобальта в почву в концентрации 1 ПДК (вар. 6) не оказывало негативного влияния на рост стеблей у проростков, а прослеживалось увеличение данного показателя на 17 %, в сравнении с контролем. Комплексное внесение ионов свинца и кобальта в концентрации 2 ПДК (вар. 7) оказывало значительное негативное влияние на рост стебля проростков *T. patula*, прослеживалось снижение данного показателя практически в 2 раза, в сравнении с контролем.

При полиметаллическом загрязнении почвы ионами свинца и кобальта (вар. 6, 7) наблюдалось визуальное угнетение ростовых процессов проростков *T. patula* (рис. 2). Визуальное угнетение ростовых процессов выражалось в уменьшении площади листовой пластины и торможении развития надземной части растений.

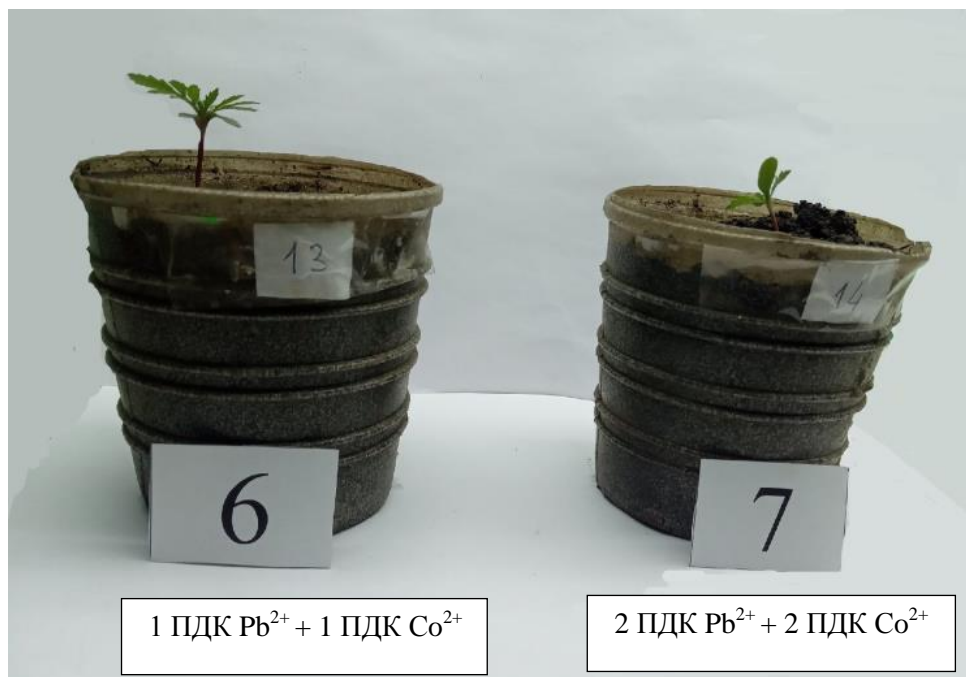


Рис. 2. Реакция ответа проростков *Tagetes patula* L. на избыток в почве ионов свинца и кобальта при комплексном внесении

Таким образом, можно отметить, что в данном исследовании наибольший негативный эффект ионы свинца и кобальта оказывают на проростки *T. patula*, в то время как проростки *L. usitatissimum* устойчивы даже к комплексному действию поллютантов.

Часто негативное влияние ионов тяжелых металлов угнетает рост площади листовой поверхности проростков и негативно сказывается на интенсивности фотосинтеза, что приводит к уменьшению биопродуктивности растений. Проведенные исследования показали, что внесение в почву ионов кобальта в концентрации 1 ПДК (2 вариант) не оказывало негативного влияния на накопление сырой массы проростками *L. usitatissimum*, а прослеживалось увеличение данного показателя на 9,5 %, в сравнении с контролем (табл. 3).

При дальнейшем увеличении концентрации кобальта до 2 ПДК наблюдалось дальнейшее увеличение сырой массы проростков на 21 %. При внесении в почву свинца в концентрации 2 ПДК сырая масса проростков *L. usitatissimum* несколько уменьшилась, но эти изменения были статистически недостоверны. При увеличении концентрации свинца до 2 ПДК сырая масса проростков уменьшилась на 11,7 %, в сравнении с растениями, выращенными на незагрязненной почве. При совместном внесении ионов кобальта и свинца (вариант 6, 7) не отмечено достоверного уменьшения сырой массы проростков, а прослеживалось некоторое увеличение данного показателя.

При внесении в почву ионов кобальта в концентрации 1 ПДК наблюдалось увеличение сухой массы проростков *L. usitatissimum* на 20,1 %, в сравнении с контролем. При увеличении концентрации кобальта до 2 ПДК, сырая масса проростков увеличивалась на 30 %. При внесении в почву ионов свинца в концентрации 1 ПДК сырая масса проростков *L. usitatissimum* также увеличивалась на 20 %, при дальнейшем увеличении концентрации свинца до 2 ПДК показатель сухой массы проростков также превышал контроль на 20 %. Даже при комплексном внесении загрязнителей в концентрации 2 ПДК отмечено увеличение сухой массы проростков на 19–22 %, в сравнении с растениями, выращенными на незагрязненной почве.

Влияние загрязнения почвы кобальтом и свинцом на накопление биомассы проростками декоративных травянистых растений

№ варианта	Биомасса проростка, г					
	Сырая масса			Сухая масса		
	M ± m	D	D [%]	M ± m	D	D [%]
<i>Linum usitatissimum</i> L.						
1	0,166 ± 0,003	-	-	0,011 ± 0,002	-	-
2	0,171 ± 0,004	0,005	103	0,014 ± 0,001	0,003	127
3	0,195 ± 0,005	0,029	117	0,016 ± 0,002	0,005	145
4	0,157 ± 0,003	-0,009	94	0,014 ± 0,001	0,003	127
5	0,15 ± 0,003	-0,016	90	0,014 ± 0,001	0,003	127
6	0,17 ± 0,004	0,004	102	0,014 ± 0,001	0,003	127
7	0,163 ± 0,003	-0,003	98	0,013 ± 0,002	0,002	118
<i>Tagetes patula</i> L.						
1	1,7 ± 0,001	-	-	0,49 ± 0,001	-	-
2	0,096 ± 0,001	-1,694	6	0,001 ± 0,001	-0,489	1
3	0,05 ± 0,001	-1,65	3	0,016 ± 0,001	-0,474	3
4	0,098 ± 0,001	-1,602	6	0,014 ± 0,001	-0,476	3
5	0,201 ± 0,001	-1,499	12	0,014 ± 0,001	-0,476	3
6	0,21 ± 0,001	-1,49	12	0,014 ± 0,001	-0,476	3
7	0,096 ± 0,001	-1,604	6	0,013 ± 0,001	-0,477	3

Примечание. D – разница между средними; D[%] – % от контроля

Проведенные исследования показали, что внесение в почву ионов кобальта в концентрации 1 ПДК (2 вариант) оказывало сильное негативное влияние на накопление сырой массы проростками *T. patula*, данный показатель уменьшился практически в 2 раза, в сравнении с контролем. При дальнейшем увеличении концентрации кобальта до 2 ПДК наблюдалось дальнейшее уменьшение сырой массы проростков практически в 3 раза. При внесении почва свинца в концентрации 1 ПДК сырая масса проростков *T. patula* уменьшилась также практически в 2 раза, но при увеличении концентрации свинца до 2 ПДК сырая масса проростков увеличилась на 11,8 %, в сравнении с растениями, выращенными на незагрязненной почве. При совместном внесении ионов кобальта и свинца в концентрации 1 ПДК (вариант 6) отмечено увеличение сырой массы проростков на 11,5 %, но при увеличении концентрации поллютантов до 2 ПДК сырая масса проростков снизилась практически в 2 раза.

При внесении в почву ионов кобальта в концентрации 1 ПДК наблюдалось резкое уменьшение сухой массы проростков *T. patula*, практически в 4 раза, в сравнении с контролем. При увеличении концентрации кобальта до 2 ПДК, сырая масса проростков уменьшилась в 3 раза. При внесении в почву ионов свинца в концентрации 1 ПДК сырая масса проростков *T. patula* также уменьшилась практически в 4 раза, при дальнейшем увеличении концентрации свинца до 2 ПДК показатель сухой массы проростков также уменьшился практически в 4 раза. При совместном внесении загрязнителей в концентрации 2 ПДК отмечено уменьшение сухой массы проростков в 4 раза, в сравнении с растениями, выращенными на незагрязненной почве.

Выводы

Загрязнение почвы соединениями свинца и кобальта оказывает неоднозначное влияние на ростовые процессы изученных видов декоративных травянистых растений. Их влияние зависит как от концентрации токсиканта, так и от видовой специфики растений. Так, по данным проведенных исследований, устойчивыми как к отдельному, так и к совместному действию ионов свинца и кобальта оказались проростки *L. usitatissimum*, у которых даже при высоких концентрациях поллютантов не прослеживалось достоверного угнетения ростовых процессов. Проростки *T. patula* оказались чувствительными к действию ионов свинца и кобальта, у них даже при низких концентрациях токсикантов было отмечено торможение ростовых процессов, которое визуально выражалось в замедлении роста надземной части и корней, торможении развития.

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.
2. Высоцкий С. П., Фрунзе О. В. Фитореабилитация близлежащих к автомобильным трассам территорий // Вестник Автомобильно-дорожного института Донецкого национального технического университета. 2019. Вып. № 2 (29). С. 59–65.
3. Сафонов А. И. Новые виды растений в экологическом мониторинге Донбасса // Вестник Донецкого национального университета. Сер. А: Естественные науки. 2020. № 1. С. 96–100.
4. Фрунзе О. В. Фиторемедиация почв, загрязненных ионами тяжелых металлов, с помощью древесных и кустарниковых растений // Лесной вестник. Forestry Bulletin. 2022. Т. 26, № 6. С. 92–98.
5. Batayneh A. T. Toxic (aluminum, beryllium, boron, chromium and zinc) in groundwater: Health risk assessment // Int. J. Environ. Sci. Technol. 2012. Vol. 9. P. 153–162.
6. Glick B. R. Phytoremediation: synergistic use of plants and bacteria to clean up the environment // Biotechnology Advances. 2010. Vol. 21, N 5. P. 383–393.
7. Grigoletto T. L. B. Lead in drinking water from Ribeirão Preto (SP): chemical, physical factors and possible correlations with the contamination of children. São Paulo : University of São Paulo Paulo, 2011. 83 p.
8. Junior A. M. D., Oliva M. A., Ferreira F. A. Dispersal pattern of airborne emissions from an aluminium smelter in Ouro Preto, Brasil, as expressed by foliar fluoride accumulation in eight plant species // Ecological Indicators. 2012. Vol. 8, N 5. P. 454–461.
9. Kramer U. Phytoremediation: novel approaches to cleaning up polluted soils // Current Opinion in Biotechnology. 2008. Vol. 16, N 2. P. 133–141.
10. Pilon-Smits E., Pilon M. Phytoremediation of metals using transgenic plants // Critical Reviews in Plant Sciences. 2014. Vol. 21, N 5. P. 439–456.

Levchenko E. A., Frunze O. V. Changes in morphometric parameters of ornamental herbaceous plants in conditions of soil contamination with cobalt and lead ions. – We investigated the change in morphometric parameters of some types of ornamental herbaceous plants under conditions of soil contamination with cobalt and lead ions. The change in the length of the root and stem of seedlings was studied under conditions of both separate introduction of pollutants into the soil and their complex introduction. The effect of cobalt and lead ions on the accumulation of raw and dry biomass of seedlings was investigated. The conducted studies have shown that soil contamination with lead and cobalt compounds has an ambiguous effect on the growth processes of the studied species of ornamental herbaceous plants. Their influence depends both on the concentration of the toxicant and on the species specificity of plants. *Linum usitatissimum* L. seedlings proved to be resistant to both the separate and the combined action of lead and cobalt ions. Seedlings of *Tagetes patula* L. they were sensitive to the action of lead and cobalt ions.

Key words: cobalt, lead, ornamental herbaceous plants, morphometric indicators, biomass.

Научно-практический журнал

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ И ОХРАНЫ ПРИРОДЫ ТЕХНОГЕННОГО
РЕГИОНА

2023

№ 3

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>