

ISSN 2077-3366

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ ДНР
ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCES OF DPR
DONETSK NATIONAL UNIVERSITY

**ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ И ОХРАНЫ ПРИРОДЫ
ТЕХНОГЕННОГО РЕГИОНА**

Научно-практический журнал

№ 1–2

Основан в 1999 г.

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

Scientific and practical journal

№ 1–2

Founded in 1999

2020

Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2020. № 1–2

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>)	ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»
Горецкий О. С. , проф., д-р биол. наук (<i>зам. главного редактора</i>)	ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»
Алемасова А. С. , проф., д-р хим. наук	ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»
Глухов А. З. , проф., д-р биол. наук	ГУ «Донецкий ботанический сад»
Демченко С. И. , доц., канд. биол. наук	ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет» НИИ травматологии и ортопедии
Калинкин О. Г. , проф., д-р мед. наук	ГОО ВПО «Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет» (Россия)
Мацюра А. В. , проф., д-р биол. наук	ГУ «Донецкий ботанический сад»
Остапко В. М. , проф., д-р биол. наук	ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»
Сафонов А. И. , доц., канд. биол. наук	Гуманитарно-педагогическая академия ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского» (Россия)
Соболев В. И. , проф., д-р биол. наук	ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»
Труш В. В. , доц., канд. мед. наук	ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»
Штирц А. Д. , доц., канд. биол. наук (<i>отв. секретарь</i>)	ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»
Ярошенко Н. Н. , проф., д-р биол. наук	ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

Журнал входит в Перечень рецензируемых научных изданий, 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.).

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:

283050, г. Донецк, ул. Щорса, 46, к. 310
Донецкий национальный университет,
Биологический факультет
Тел.: (062) 302-09-95; (071) 419-59-19
Сайт журнала: <http://donnu.ru/ecolog>
e-mail: eco-1999@mail.ru

Печатается по решению Ученого совета ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

Problems of ecology and nature protection of technogenic region. 2020. № 1–2

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 National University
Goretsky O. S. (Associate Editor)	Donetsk National University
Alemasova A. S.	Donetsk National University
Glukhov A. Z.	Donetsk Botanical Garden
Demchenko S. I.	Donetsk National University
Kalinkin O. G.	Research Institute of Traumatology and Orthopedy Donetsk National Medical University
Matsyura A. V.	Altai State University (Russia)
Ostapko V. M.	Donetsk Botanical Garden
Safonov A. I.	Donetsk National University
Sobolev V. I.	Humanities and Education Science Academy Crimean Federal University (Russia)
Trush V. V.	Donetsk National University
Shtirts A. D. (Managing editor)	Donetsk National University
Yaroshenko N. N.	Donetsk National University

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

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 National University,
Schorsa str., 46/310, Donetsk, 283050.

Tel.: (062) 302-09-95

(071) 419-59-19

Web-site of journal: <http://donnu.ru/ecolog>

e-mail: eco-1999@mail.ru

Printed by decision of Donetsk National University Scientific Council

СОДЕРЖАНИЕ

ФЛОРА, ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА

<i>Мирненко Н. С.</i> Фертильность и жизнеспособность пыльцы <i>Salix alba</i> L. в условиях г. Донецка	6
<i>Мирненко Э. И., Касько А. А.</i> Оценка состояния водохранилищ Донбасса по показателям степени сапробности	12
<i>Морозова Е. И.</i> Ассоциации <i>Bryobionta</i> в условиях Донецко-Макеевской промышленной агломерации	18
<i>Павлова М. А.</i> Итоги интродукции <i>Carex punctata</i> Gaudin в Донецком ботаническом саду	24
<i>Сафонов А. И.</i> Динамика фитомониторинговых показателей антропогенеза в Донбассе (2000–2019 гг.)	31
<i>Федоркина И. А.</i> Фитоиндикационные корреляты уровня антропогенной нагрузки в Донбассе	37

ФАУНА, ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ЖИВОТНОГО МИРА

<i>Маслодудова Е. Н.</i> Кровососущие мошки (Diptera, Simuliidae) и их зараженность микроспоридиями в Донбассе	43
<i>Рязанцева А. Е.</i> Биология массовых видов кровососущих комаров Донбасса	52
<i>Савченко Е. Ю., Токарь А. И.</i> Эколого-фаунистический анализ герпетобионтных жесткокрылых антропогенно трансформированных ценозов Донбасса	56
<i>Штирц А. Д., Винник Ю. А.</i> Панцирные клещи как биоиндикаторы состояния окружающей среды на рекультивированных терриконах шахт г. Донецка	65
<i>Ярошенко Н. Н.</i> Панцирные клещи (Acariformes: Oribatei) семейства Brachychthoniidae Valogh, 1943 природных и техногенных ландшафтов Донбасса	73

ФИЗИОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ, МИКОЛОГИЯ

<i>Загнитко Ю. П., Воротынцева Ю. А.</i> Влияние температурного режима культивирования на динамику пектолитической активности некоторых штаммов высших базидиальных грибов	87
<i>Сыщиков Д. В., Агурова И. В.</i> Снижение фитотоксичности породы в техногенных экотопах как результат рекультивационных мероприятий	92
<i>Чемерис О. В.</i> Активность целлюлозолитических ферментов гриба <i>Irpex lacteus</i> (Fr.) Fr. при культивировании на пшеничной соломе	99

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ФИЗИОЛОГИИ

<i>Балакирева Е. А.</i> Коррекция психоэмоционального состояния у лиц операторских профессий	104
--	-----

C O N T E N T S

FLORA, ECOLOGY AND PROTECTION OF THE PLANT KINGDOM

<i>Mirnenko N. S.</i> Pollen fertility and viability of <i>Salix alba</i> L. in Donetsk	6
<i>Mirnenko E. I., Kasko A. A.</i> Assessment of the state of the Donbass reservoirs in terms of average saprobity	12
<i>Morozova E. I.</i> Associations of the Bryobionta in the conditions of the Donetsk-Makeevka industrial agglomeration	18
<i>Pavlova M. A.</i> Outcomes of <i>Carex punctata</i> Gaudin introduction in the Donetsk Botanical Gardens	24
<i>Safonov A. I.</i> Dynamics of phytomonitoring indicators of anthropotechnogenesis in the Donbass (2000–2019)	31
<i>Fedorkina I. A.</i> Phytoindication correlates of the level of anthropogenic load in the Donbass	37

FAUNA, ECOLOGY AND PROTECTION OF THE ANIMAL KINGDOM

<i>Maslodudova E. N.</i> Blood-sucking black-flies (Diptera, Simuliidae) and their infection with microsporidia in the Donbass	43
<i>Ryazantseva A. E.</i> Biology of mass species of blood-sucking mosquitoes of Donbass	52
<i>Savchenko E. Yu., Tokar A. I.</i> Ecological and faunistic analysis of herpetobiontic coleopterans of anthropogenically transformed cenoses of the Donbass	56
<i>Shtirts A. D., Vinnik Yu. A.</i> Oribatid mites as bioindicators of the state of the environment on the reclaimed coal mine dumps in Donetsk	65
<i>Yaroshenko N. N.</i> Oribatid mites (Acariformes: Oribatei) of the family Brachychthoniidae Balogh, 1943 of the natural and technogenic landscapes of the Donbass	73

PHYSIOLOGY AND ECOLOGY OF THE PLANT, MYCOLOGY

<i>Zagnitko Yu. P., Vorotyntseva Yu. A.</i> Influence of the temperature regime of cultivation on the dynamics of pectolytic activity of some strains of higher basidial fungi	87
<i>Syshchikov D. V., Agurova I. V.</i> Reduced phytotoxicity of the rock in technogenous ecotopes as a result of remediation	92
<i>Chemeris O. V.</i> Cellulolytic activity of <i>Irpex lacteus</i> (Fr.) Fr. during cultivation on wheat straw	99

FUNDAMENTAL AND APPLIED PROBLEMS OF PHYSIOLOGY

<i>Balakireva E. A.</i> Correction of the psychoemotional state of people of operator profession ..	104
---	-----

УДК 581.5 : 638.138 (477.60)

© Н. С. Мирненко

**ФЕРТИЛЬНОСТЬ И ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ ПЫЛЬЦЫ *SALIX ALBA* L.
В УСЛОВИЯХ Г. ДОНЕЦКА**

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

283050, г. Донецк, ул. Щорса, 46; e-mail: natalya_zaharenkova@mail.ru

Мирненко Н. С. Фертильность и жизнеспособность пыльцы *Salix alba* L. в условиях г. Донецка. – Проведен цитологический анализ по изучению качественного состояния (фертильности и жизнеспособности) пыльцевых зерен *Salix alba* L. в г. Донецке. Приведены данные, подтверждающие непосредственное влияние техногенной нагрузки на пыльцу ивы белой.

Ключевые слова: пыльцевые зерна, г. Донецк, фертильность, жизнеспособность, загрязнение, *Salix alba* L.

Введение

Как правило, растения являются информативными индикаторами загрязнения окружающей среды различными токсическими веществами. Приспосабливаясь к неблагоприятному стрессовому воздействию среды, живые системы формируют физиолого-биохимические и анатомо-морфологические перестройки [11, 17–19, 21]. Нарушения биологических реакций происходят, в том числе за счет непосредственного влияния на генетический аппарат.

Изучение негативного влияния антропогенных факторов окружающей среды на растения в целом и их пыльцу, происходящие вследствие этого структурные модификации, является одним из актуальных направлений экологической биоиндикации.

Растительные организмы (фитобионты) являются индикаторами по отношению к поллютантам, поскольку имеют высокую степень чувствительности по отдельным морфо-функциональным реакциям [1–6, 11, 14–16]. Основным индикационным методом при проведении комплексной оценки качества окружающей среды являются данные, полученные на основании реакции фитобионтов, без чего невозможно проведение полноценного экологического мониторинга с ретроспективной анализа состояния экосистем [5, 9, 16, 21].

Качественное состояние (фертильность и жизнеспособность) пыльцевых зерен напрямую зависит от воздействия ряда факторов, особенно антропогенных. Пыльцевые зерна подвергаются значительным метаморфозам вблизи и на территории крупных промышленных регионов, а также различных путей сообщения [8, 11, 12].

Определение качественного состояния пыльцы необходимо проводить для оценки пыльцевой продуктивности и дальнейшей урожайности семян. Способность пыльцы к оплодотворению называется фертильностью, однако существует проявление несовместимости скрещиваемых форм, что определяют как стерильность. Индикаторной особенностью фертильности в большинстве случаев является крахмал, который способен окрашиваться, что не наблюдается для стерильной пыльцы. Стерильность выступает фактором межвидовой изоляции, свидетельствующим о проявлении угнетения видового развития [8, 11, 12, 20, 21].

Цель работы – установить качественное состояние пыльцевых зерен *Salix alba* L. в условиях г. Донецка.

Материал и методика исследования

Объектом исследования является пыльца ивы белой (*S. alba*). Выбор данного вида определился тем, что ареал указанного рода отличается чрезвычайной обширностью. Это одна из самых распространенных и крупных по размеру ив. Ива белая зацветает весной

(апрель – май), выбрасывая в атмосферный воздух огромные количества пыльцы (рис. 1). Произрастает по берегам рек, прудов, плотин. Применяется в озеленении прибрежных территорий [12, 13].



Рис. 1. Соцветия *Salix alba* L.

Сбор сырьевого материала (соцветий с пыльцой) проводили в период массового пыления в третьей декаде апреля 2019 г. с одновозрастных особей. Была собрана пыльца с 20 деревьев на 4 пробных площадках г. Донецка (рис. 2): 1) набережная Нижнекальмиусского водохранилища; 2) 1-й Ветковский пруд (Киевский район); 3) 2-й Ветковский пруд (Киевский район); 4) 1-й Городской пруд (парк им. А. С. Щербакова).

Точки сбора № 2 и 3 находятся вблизи автомагистрали с интенсивным движением автотранспорта, точки № 1 и 4 расположены в районах с меньшей транспортной нагрузкой.

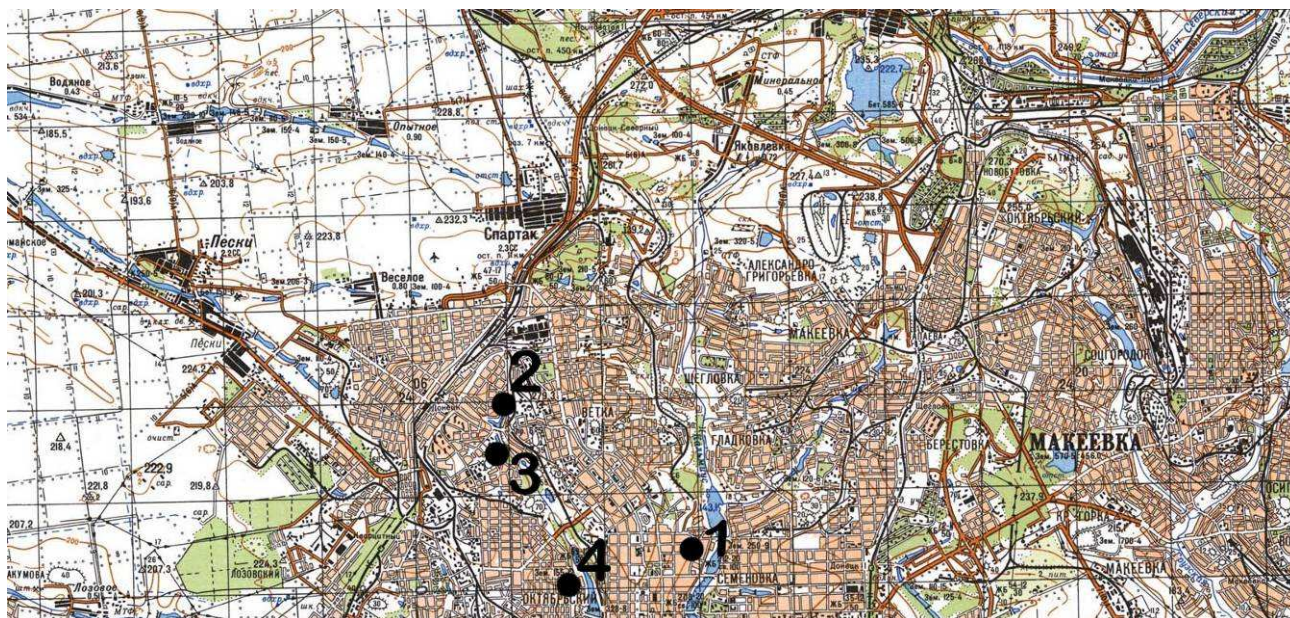


Рис. 2. Карта-схема расположения точек отбора проб пыльцы в г. Донецке

Материал отбирали в бумажные пакеты, на которых отмечали дату и место сбора.

Для обработки и визуальной оценки живого материала был использован микроскоп Primo Star (Carl Zeiss) с соблюдением правил микроскопирования (при увеличении 40 x 10 и 90 x 10).

Фертильность пыльцы определяли ацетокарминовым методом [4, 7, 8, 11, 15–16]. Фиксировали пыльники со зрелой пылью в фиксаторе Карнуа. Фертильные зерна идентифицировали по яркому окрашиванию, стерильные – окрашены не полностью либо остаются прозрачными [10, 15].

Жизнеспособность пыльцы определяли методом проращивания на 10%-м растворе сахарозы [15, 20]. Пыльцу проращивали в чашках Петри в термостате при температуре 24–28°C в течение 3–7 суток. Каждые сутки подсчитывалось количество проросших пыльцевых зерен для определения динамики прорастания. После этого определяли суммарное количество жизнеспособных пыльцевых зерен. Жизнеспособными считались пыльцевые зерна, у которых трубки имеют длину не меньше диаметра пыльцевых зерен.

Результаты и обсуждение

Фертильность пыльцы. При проведении цитологического анализа было идентифицировано три группы пыльцевых зерен. К первой группе относятся неокрашенные пыльцевые зерна, что указывает на их стерильность, поскольку крахмал в них не был окрашен.

Ко второй группе относятся среднеокрашенные пыльцевые зерна, что также является показателем стерильной пыльцы, однако такие клетки считали «условно фертильными», т. к., по-видимому, они содержат некоторое количество запасящего вещества.

Третья группа – сильноокрашенные пыльцевые зерна, что указывает на их фертильность (рис. 3), поскольку способность фертильной пыльцы окрашиваться в темный цвет обусловлена большим количеством крахмала.

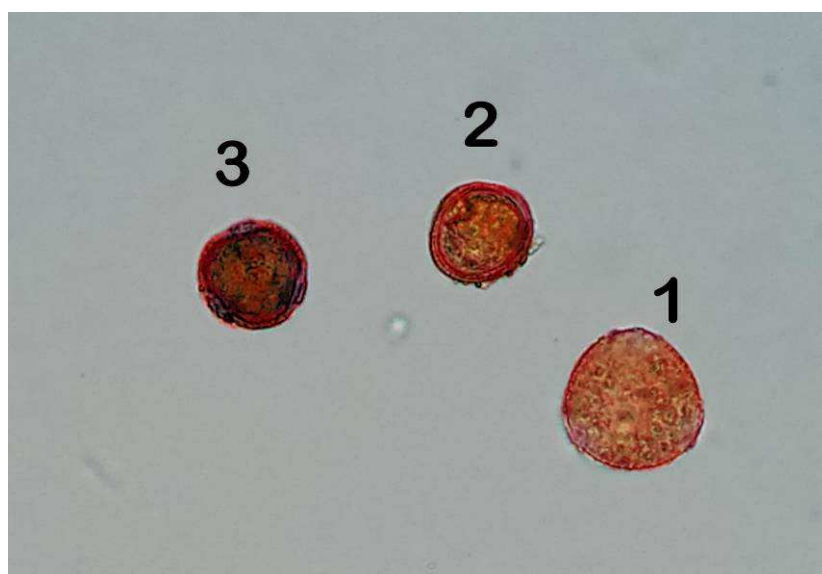


Рис. 3. Фертильность пыльцы. Неокрашенная (1), средне окрашенная (2) и сильно окрашенная (3) пыльца *Salix alba*, увеличение 40 × 10

Также было определено качество пыльцы по показателям стерильности и фертильности (табл. 1). Высокое подавление в развитии качества мужского гаметофита отмечено на пробной площадке № 3 (показатель стерильности 47%), что связано с непосредственной близостью к автодороге, используемой легковым и грузовым транспортом.

Две пробные площадки № 1 и 4 на техногенно ненагруженных территориях имеют показатели фертильности 85 и 75% соответственно. В образце № 2 количество фертильных зерен – 68%, что, вероятно, объясняется близким расположением автодорог.

Процентный показатель стерильности и фертильности пыльцевых зерен *Salix alba* L. на пробных площадках г. Донецка (2020 г.)

№ пробной площадки	Стерильность, %	Фертильность, %
1	15	85
2	32	68
3	47	53
4	25	75
X _{ср.}	29,75±6,7	70,25±6,7

Следовательно, *S. alba* в условиях усиленной антропогенной нагрузки демонстрирует закономерное изменение морфофункционального состояния качества пыльцевых зерен. Определено, что показатель фертильности можно рекомендовать как информативный для проведения мониторинга состояния воздушной среды в городской среде, и определенные изменения в анатомо-морфологическом строении пыльцы можно отнести к диагностическим признакам. Полученные данные необходимо применять в условиях г. Донецка при проведении мониторинга состояния загрязнения воздушной среды.

Жизнеспособность пыльцы. В ходе проведения эксперимента было установлено, что высокая интенсивность прорастания пыльцы приходится на первые сутки эксперимента. Пролификация проявляется через 15–17 часов после помещения в термостат. В течение семи дней количество проросшей пыльцы не достигло максимального значения, однако уже на 2-е сутки прорастания пролификация была приближена к максимальной (табл. 2).

Таблица 2

Показатели жизнеспособности пыльцы *Salix alba* L. на пробных площадках г. Донецка (2020 г.)

№ пробной площадки	Количество пыльцевых зерен				Всего, шт.
	проросшие		не проросшие		
	шт.	%	шт.	%	
1	112	75	38	25	150
2	80	62	50	38	130
3	64	46	76	54	140
4	100	69	45	31	145
X _{ср.}	89±8,2	63±4,8	52,25±6,4	37±4,8	141,25±3,3

Из представленных данных видно, что при оценке проросших пыльцевых зерен на питательной среде жизнеспособность пыльцы имела колебания от 46 до 75 %, среднее значение жизнеспособности пыльцы составило 63%. Самое низкое значение данного показателя (46%) отмечено на площадке № 3, самое высокое (75%) – на площадке № 1.

Таким образом, по пролификации пыльцевых зерен *S. alba* возможна индикация состояния воздушной среды по параметрам жизнеспособности пыльцы и длине формирующихся пыльцевых трубок.

Выводы

В результате проведенных исследований на антропогенно ненагруженных (пробных) площадках была установлена жизнеспособность (63%) и фертильность (75%) пыльцы *S. alba*. Наибольшее угнетение в развитии мужского гаметофита отмечено на пробной площадке № 3 (показатель стерильности – 47%), что объясняется непосредственной близостью к автодороге, используемой легковым и грузовым транспортом.

Пробные площадки № 1 и 4, находящиеся в центральной части г. Донецка, имеют высокие показатели фертильности – 85 и 75% соответственно. На площадках № 2 и 3

количество фертильных зерен составило 68 и 53% соответственно, что связано с близким расположением автотранспортных источников загрязнения. Самое низкое значение жизнеспособности (46%) отмечено на площадке № 3, самое высокое (75%) – на площадке № 1.

Полученные данные подтверждают высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха, а также непосредственное влияние техногенной и антропогенной нагрузки на развитие пыльцевых зерен *S. alba* в г. Донецке.

Список литературы

1. Бухарина И. Л., Двоеглазова А. А. Биоэкологические особенности травянистых и древесных растений в городских насаждениях. Ижевск : Изд-во Удмуртского ун-та, 2010. 184 с.
2. Василевская Н. В., Морозова Д. А. Тератоморфизм пыльцы *Syringa josikaea* Jacq. при интродукции на урбанизированных территориях Российской Арктики // Уч. зап. Петрозаводского гос. ун-та. 2016. № 8 (161). С. 7–14.
3. Горячкина О. В., Седаева М. И. Морфология и качество пыльцы у видов рода *Picea* (Pinaceae) из коллекции дендрария института леса им. В. Н. Сукачева СО РАН // Растительный мир Азиатской России. 2012. № 2 (10). С. 27–32
4. Захаренкова Н. С. Анализ пыльцевых зерен сорно-рудеральных видов в воздушной среде г. Донецка // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов : матер. XI Междунар. науч. конф. асп. и студ. (Донецк, 11–13 апреля 2017 г.). Донецк : ГОУ ВПО «ДОННТУ»; Ростов-на-Дону : Изд-во Южного фед. ун-та, 2017 а. С. 312–314.
5. Захаренкова Н. С. Статус пыльцевых зерен сорно-рудеральных видов в воздушной среде Донецка // Промышленная ботаника : состояние и перспективы развития : матер. VII Междунар. науч. конф. (Донецк, 17–19 мая 2017 г.). Ростов-на-Дону, 2017 б. С. 182–185
6. Именитова А. С., Путьшева С. А., Жуйкова И. А. Анализ таксономического состава и динамики аэропалинологического спектра Северо-Востока Русской равнины // Науч.-метод. электр. журн. «Концепт». 2016. Т. 15. С. 871–875.
7. Крутских Н. В., Лазарева О. В. Изучение качества пыльцы *Alnus incana* как палиноиндикатора состояния компонентов природной среды // Геология и полезные ископаемые Карелии. 2014. Вып. 17. С. 118–121.
8. Мирненко Н. С. Состояние пыльцевых зерен *Ambrosia artemisiifolia* L. и *Artemisia absinthium* L. в г. Донецке // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2017 а. № 3–4. С. 12–17.
9. Мирненко Н. С. Тератоморфы пыльцевых зёрен *Ambrosia artemisiifolia* L. селитебных территорий г. Донецка // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2017 б. № 1–2. С. 26–31.
10. Мирненко Н. С. Диагностика состояния экотопов Донецка по палинологическим данным *Betula pendula* Roth // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2018 а. № 1–2. С. 20–24.
11. Мирненко Н. С. Качество пыльцы *Diplotaxis muralis* (L.) DC. в условиях пгт. Новый свет Старобешевского района // Вестн. Донецкого нац. ун-та. Сер. А : Естеств. науки. 2018 б. № 3–4. С. 157–162.
12. Мирненко Н. С. Морфологическая оценка пыльцевых зерен ивы белой (*Salix alba* L.) урбанизированных территорий г. Донецка и пгт. Новый свет // Донецкие чтения 2019 : образование, наука, инновации, культура и вызовы современности : матер. IV Междунар. науч. конф. (Донецк, 31 октября 2019 г.). Донецк : Изд-во ДонНУ, 2019. Т. 2. С. 251–252.
13. Нейштадт М. И. Определитель растений средней полосы европейской части СССР. М. : ГУПИ Минпросвещения РСФСР, 1954. 496 с.
14. Осмонбаева К. Б. Использование пыльцы растений в качестве тест-системы окружающей среды. Каракол, 2010. 147 с.

15. Паушева З. П. Практикум по цитологии растений. М. : Агропромиздат, 1988. 271 с.

16. Сафонов А. И. Структурная разнокачественность эмбриональных структур фитоиндикаторов в Донбассе // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2016. № 3–4. С. 23–29.

17. Сафонов А. И., Захаренкова Н. С. 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. 66–72.

18. Сафонов А. И., Мирненко Н. С. 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. студ. и молод. уч. (Донецк, 17–20 октября 2017 г.). Донецк : Изд-во ДонНУ, 2017. Т. 2. С. 97–99.

19. Сафонов А. И., Мирненко Н. С. Палинологический скрининг в мониторинговой программе Центрального Донбасса // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2019. № 3–4. С. 6–11.

20. Шакула О. А. Жизнеспособность пыльцы и семенная продуктивность тысячелистника голого (*Achillea glaberrima* Клоков) в заповеднике «Каменные могилы» // Промышленная ботаника. 2011. Вып. 11. С. 147–151.

21. Эрдтман Г. Морфология пыльцы и систематика растений. Введение в палинологию: в 2-х т. Покрытосеменные. М. : Изд-во Иностран. лит-ры, 1956. 486 с.

Mirnenko N. S. Pollen fertility and viability of *Salix alba* L. in Donetsk. – A cytological analysis was carried out to study the qualitative state (fertility and viability) of *Salix alba* L. pollen grains in Donetsk. The data confirming the direct effect of the technogenic load on the pollen of white willow are presented.

Key words: pollen grains, Donetsk, fertility, viability, pollution, *Salix alba* L.

УДК 574.524.32.34.36

© Э. И. Мирненко А. А. Касько

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ВОДОХРАНИЛИЩ ДОНБАССА ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ СТЕПЕНИ САПРОБНОСТИ

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»
283050, г. Донецк, ул. Щорса, 46; e-mail: eduard_mirnenko@list.ru,
anastasiakasko1606@gmail.com

Мирненко Э. И., Касько А. А. Оценка состояния водохранилищ Донбасса по показателям степени сапробности. – Проведен биоиндикационный анализ степени загрязнения вод водохранилищ Донбасса. Составлены списки альгофлоры с выделением видов-индикаторов сапробности. Исследования осуществляли с применением методов сапробности вод Пантле и Букка. Установлена β -мезосапробная зона для водохранилищ Донбасса.

Ключевые слова: Донбасс, водохранилища, альгофлора, сапробность.

Введение

Фитопланктон – это преимущественно группа автотрофных микроскопических организмов, относящихся к низшим растениям (водорослям). Главная функция фитопланктона – утилизация биогенных веществ (соединений азота и фосфора) для построения органического вещества, что позволяет создавать первичное органическое вещество водоемов. Благодаря этой особенности, микроводоросли определяют трофическую и биологическую продуктивность водных объектов. Детальное изучение фитопланктона является целесообразным для оценки современного состояния и прогнозирования возможных загрязнений водных объектов Донбасса [2, 5–10, 13, 14].

Среди гидробиологических методов, разработанных для оценки качества вод (степени органического загрязнения или стадии самоочищения), главное место занимает система индикаторов сапробности, предложенная в начале XX в. Р. Кольквитцем и М. Марсоном [8]. Разработанный метод стал основой для создания усовершенствованных систем альгологического анализа водоемов. Модификация системы Р. Кольквитца и М. Марсона заключалась в расширении списка и уточнении видов-индикаторов органического загрязнения, а также переводом качественных оценок в количественные (создание индекса сапробности по Р. Пантле и Г. Букку; дифференцированная характеристика индикаторных организмов и учет их численности на единицу пространства по М. Зелинке и П. Марвину) [9, 12, 15–18].

Сапробность можно охарактеризовать как степень распада органических веществ в водных объектах [3]. Наличие или отсутствие определенных (индикаторных) видов гидробионтов служат критерием оценки состояния водоема. Это способствует тому, что виды, существующие в «загрязненных зонах», становятся индикаторами загрязнения. Соотношение количества и численности индикаторных организмов позволяет более быстро и точно определять степень загрязнения водоема, т. к. каждая зона сапробности связана с определенным множеством видов, которые являются индикаторами его загрязнения [1, 11, 18].

Цель нашей работы – провести оценку состояния водохранилищ Донбасса и степени их загрязнения органическими соединениями.

Материал и методы исследования

Материалом для исследования послужили пробы фитопланктона, отобранные в водохранилищах Донбасса (Нижнекальмиусском, Зуевском, Старобешевском) в 2018–2019 гг.

Отбор проб фитопланктона осуществляли с поверхностных слоев воды при помощи неспециализированных приборов (металлического ведра с веревкой) в объеме 2–10 дм³.

Стушение проб проводили фильтрационным методом с использованием насоса Комовского. Для качественного учета фитопланктона был применен метод прямого микрокопирования. Составление систематического списка основано на классических справочниках-определителях [3, 4]. Вычисление индекса сапробности основано на методе Р. Пантле и Г. Букка, который является доступным и информативным для реализации цели эксперимента [9].

Сапробность устанавливали в соответствии с зонами самоочищения. В модификации Сладечека предусмотрены индивидуальные индексы (зоны) для каждой из групп сапробионтов. Встречаемость устанавливали по системе, предложенной Р. Пантле и Г. Букком: 1 – единично, 2 – мало, 3 – от мало до средне, 4 – средне, 5 – от средне до много, 6 – много, 7 – массово.

Посчитав среднее значение сапробности всех найденных видов, можно определить сапробность изучаемого водоема, что позволяет сделать выводы об уровне его загрязнения [12].

Результаты отражают отношение показательных организмов и совпадают с другими показателями загрязнения. Достоинство метода заключается в возможности установить различия внутри каждой из зон сапробности. Для статистической достоверности результатов необходимо, чтобы в гидробиологической пробе содержалось не менее двенадцати индикаторных организмов с общим числом особей не менее тридцати [9, 12].

Результаты и обсуждение

В альгофлоре водохранилищ определено 125 таксонов водорослей рангом ниже рода, относящихся к 7 отделам, 13 классам, 17 порядкам, 34 семействам, 59 родам. Таксономическая структура альгофлоры водохранилищ представлена в табл. 1.

Таблица 1

Таксономическая структура альгофлоры исследуемых водохранилищ Донбасса

Отдел	Количественные показатели				
	Классы	Порядки	Семейства	Роды	Виды
Bacillariophyta	2	4	10	27	67
Суанophyta	1	1	5	6	14
Chlorophyta	4	5	11	17	28
Euglenophyta	1	1	1	2	5
Chrysophyta	2	3	3	3	4
Xanthophyta	1	1	2	2	4
Dinophyta	2	2	2	2	2
Итого	13	17	34	59	124

Наибольшее видовое разнообразие альгофлоры водохранилищ было идентифицировано для отдела Bacillariophyta – 67 видов (53,4% от общего числа видов фитопланктона), принадлежащих 27 родам (48,3% от общего числа родов) и 10 семействам. На втором месте по количеству видов находится отдел Chlorophyta, представленный 28 видовыми таксонами (23,3% от общего числа видов), принадлежащих к 17 родам (29,3% от общего числа родов) и 11 семействам. Синезеленые (Суанophyta) представлены 14 видовыми таксонами (12,2% от общего числа видов), принадлежащими к 6 родам (10,3% от общего числа родов) и 5 семействам. Четвертое место – у отдела Euglenophyta (4,3% от общего числа видов) из 2 родов (3,4% от общего числа родов) и 1 семейства. Наименее многочисленными были представители отделов Chrysophyta – 4 видовых таксона, принадлежащих к трем семействам и Xanthophyta – 4 видовых таксона, принадлежащих к двум семействам. Кроме того, были идентифицированы представители отдела Dinophyta – 2 видовых таксона, принадлежащих к

двум семействам. Следовательно, альгофлора исследуемых водохранилищ Донбасса в целом носит диатомово-протококковый характер.

Основу видового богатства фитопланктона водохранилищ составляют следующие виды: *Scenedesmus quadricauda* (Turp. Breb), *Cymbella affinis* (Ehr.), *Navicula cryptocephala* (Kutz), *Diatoma vulgare* (Bory), *Oocystis lacustris* (Chod), *Chlorella vulgaris* (Beiyer.), *Oscillatoria rubescens* (D. C. Gom).

На основании проведенного альгологического исследования были выделены виды-индикаторы сапробности, с помощью которых (методом Пантле – Букка) была установлена средняя сапробность для каждого из исследуемых водохранилищ. Полученные данные приведены в табл. 2–4.

Таблица 2

Сапробные виды водорослей Нижнекальмиусского водохранилища

Виды	S	Индекс сапробности	Sh	h
<i>Stephanodiscus turris</i> Hust.	a	2,7	5,4	2
<i>Diatoma hiemale</i> (Lyngb.) Heib.	o	0,1	0,3	3
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kutz) W. Sm.	a	2,7	8,1	3
<i>Navicula cryptocephala</i> Kutz.	a	2,7	10,8	4
<i>Navicula gregaria</i> Donk.	b	3,25	9,8	3
<i>Pinnularia borealis</i> Ehr.	o	0,4	1,2	3
<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngb.) Kutz.	a-b	1,4	4,2	3
<i>Cymbella aspera</i> (Ehr.) Cl.	b	2,2	6,6	3
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kutz.	a-b	2,6	10,4	4
<i>Coelastrum micronium</i> Nog.	b	2	6	3
<i>Scenedesmus quadricauda</i> Turp. Breb.	b-o	2	6	3
<i>Oocystis lacustris</i> Chod.	b-o	1,6	4,8	3
<i>Pediastrum boryanum</i> (Turp.) Menegk.	b	1,85	1,85	1
<i>Chlorella vulgaris</i> Beiyer.	a-p	3,6	14,4	4
Средняя сапробность		2,1		

Примечания:

1. S – индивидуальные индексы (зоны) сапробности видов, Sh – сумма индекса сапробности и встречаемости (h); h – встречаемость;

2. Индивидуальные индексы (зоны) сапробности видов: o – 1,0 – олигосапробионт; o-b – 1,4 – олиго-бетамезосапробионт; b-o – 1,6 – бета-олигосапробионт; b – 2,0 – бетамезосапробионт; a – 3,0 – альфамезосапробионт; a-b – 3,6 – альфабетамезосапробионт; p – 4,0 – полисапробионт; p-a – поли-альфасапробионт; a-p – альфа-полисапробионт.

Средняя степень сапробности Нижнекальмиусского водохранилища равна 2,1, что относит его к β -мезосапробной зоне, по присутствию аммиака и продуктов его окисления, присутствует незначительное количество соединений азота, минерализация идет за счет полного окисления органического вещества. Видовое разнообразие характеризуется в большей степени диатомовыми водорослями (родами *Diatoma*, *Navicula*) и зелеными (родом *Chlorella*).

В результате обработки полученных данных (табл. 3) Зуевское водохранилище имеет средний индекс сапробности – 1,97, что соответствует водоему β -мезосапробной зоны. Видовое разнообразие представлено диатомовыми (родами *Diatoma*, *Navicula*) и зелеными (родом *Chlorella*) водорослями, встречаются протококковые водоросли (род *Scenedesmus*).

Сапробные виды водорослей Зуевского водохранилища

Виды	S	Индекс сапробности	Sh	h
<i>Navicula cryptocephala</i> Kutz.	a	2,7	8,1	3
<i>Diploneis ovalis</i> Rabenh.	b	2,0	4	2
<i>Amphora ovalis</i> Kutz.	a-b	1,65	1,65	1
<i>Cymbella affinis</i> Ehr.	o-b	1,6	4,8	3
<i>Diatoma vulgare</i> Bory.	b	1,85	3,7	2
<i>Diatoma hiemale</i> (Lingb.) Heib.	o	0,1	0,3	3
<i>Nitzshia vermicularis</i> (Kutz) Grun.	b	2,3	6,9	3
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kütz) W. Smith.	a	2,7	5,4	2
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehr.) O. Mull.	o	1	1	1
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz.	a-b	2,6	7,8	3
<i>Oocystis lacustris</i> Chod.	b-o	1,6	4,8	3
<i>Scenedesmus quadricauda</i> Turp. Breb	b-o	2,0	6	3
<i>Chlorella vulgaris</i> Beij.	a-p	3,6	14,4	4
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> H. C. Wood	b	2,15	4,3	2
<i>Oscillatoria amphibia</i> Ag.	b	1,75	7	4
Средняя сапробность		1,97		

Примечания: см. табл. 1.

Старобешевское водохранилище относится к β -мезосапробной зоне, средняя степень сапробности составила 2,04. Видовое разнообразие представлено диатомовыми (родами *Melosira*, *Navicula*) и синезелеными (родом *Oscillatoria*) водорослями (табл. 4).

Сапробные виды водорослей Старобешевского водохранилища

Виды	S	Индекс сапробности	Sh	h
<i>Navicula radiosa</i> Kutz.	o-b	1,6	3,2	2
<i>Navicula cryptocephala</i> Kutz.	a	2,7	8,1	3
<i>Pinnularia borealis</i> Ehr.	o	0,4	0,8	2
<i>Cymbella affinis</i> Ehr.	o-b	1,6	3,2	2
<i>Cymbella lanceolata</i> (C. Agardh) C. Agardh.	b	1,9	3,8	2
<i>Rhoicosphenia curvata</i> Grunow.	b	1,85	3,7	2
<i>Synedra tabulate</i> (Ag.) Kutz.	a	2,7	5,4	2
<i>Synedra ulna</i> (Nitzsch.) Ehr.	b	1,95	1,95	1
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kutz) W. Sm.	a	2,7	5,4	2
<i>Melosira varians</i> Ag.	b	1,85	1,85	1
<i>Oocystis lacustris</i> Chod.	b-o	1,6	3,2	2
<i>Chlorella vulgaris</i> Beij.	p-a	3,6	10,8	3
<i>Coelosphaerium kuetzingianum</i> Nag.	b-o	1,6	3,2	2
<i>Oscillatoria amphibia</i> Ag.	b	1,75	7	4
<i>Oscillatoria chlorine</i> Kutz.	p	3,8	3,8	1
<i>Hyalotheca dissiliens</i> Breb.	o	1	2	2
Средняя сапробность		2,04		

Примечания: см. табл. 1.

Выводы

В водохранилищах Донбасса в 2018–2019 гг. установлено наличие 124 видов и внутривидовых таксонов фитопланктона. При анализе альгофлоры выявлено, что наибольшим биоразнообразием характеризуется отдел Bacillariophyta (67 видов или 53,4% от общего состава альгофлоры), субдоминантом выступает отдел Chlorophyta (28 видов или 23,3% от общего состава альгофлоры). Установлено, что альгофлора водохранилищ представлена диатомово-протококковым комплексом из родов *Diatoma*, *Navicula*, *Cymbella*, *Nitzschia*, *Coelastrum*, *Scenedesmus*. В водоемах нередко встречаются представители отдела синезеленых водорослей, таких как *Synechocystis*, *Microcystis*, *Anabaena*, *Oscillatoria*.

Необходимо отметить, что в исследуемых водохранилищах биоразнообразие фитопланктона достаточно высокое, однако часто наблюдается «цветение» воды, особенно в летний и осенний периоды. Стремительное развитие фитопланктона (особенно отдела Cyanophyta) приводит к кислородной дихотомии, за счет стагнации воды кислород не опускается ко дну водоема, что влечет за собой замор обитающих в воде гидробионтов. По видимому, «цветение» в водоемах возникает как приспособительная реакция водной экосистемы на меняющиеся условия среды, при этом сложные устойчивые сообщества фитопланктона упрощаются вследствие обеднения видового разнообразия.

На основании идентифицированных сапробных видов во всех исследуемых водохранилищах установлена β-мезосапробная зона, характеризующаяся нормальным, приближенным к природным значениям, содержанием растворенных газов в воде. В период стагнации воды в невысоких количествах может встречаться растворенный сероводород (H₂S). За счет окисления органического вещества возможно увеличение минерализации. Уровень кислорода варьирует в зависимости от времени суток, температуры, минерализации, активности фотосинтеза и интенсивности дыхания. Зона сапробности характеризуется большим количеством автотрофных организмов и значительным видовым разнообразием, но при этом численность и биомасса их невелики. Прослеживается активное развитие β-мезосапробов: *S. quadricauda*, *S. acus*, *N. gregaria*, *C. aspera*. Исходя из полученных данных, можно отметить, что β-мезосапробы – показатели умеренного (слабого) загрязнения водохранилищ, наполненных многими гидробионтами.

Список литературы

1. Ахмадуллова А. Э. Алькологические исследования микроводорослей в рекреационных озерах // Молодой ученый. 2011. № 4 (27). С. 119–122.
2. Беспалова С. В., Горецкий О. С., Глухов А. З., Максимович В. О., Злотин О. З., Маркина Т. Ю., Лялюк Н. М., Маслодудова К. М., Сафонов А. И., Федотов О. В., Маишталер О. В., Говта М. В. Апробування способів біоіндикації екологічного стану Донбасу // Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону : міжвід. зб. наук. пр. Донецьк : ДонНУ, 2008. Вип. 8. С. 24–33.
3. Вассер С. П., Кондратьева Н. В., Масюк Н. П. Водоросли : справ. К.: Наук. думка, 1989. 608 с.
4. Горбунова Н. П. Альгология : уч. пос. для вузов по спец. «Ботаника». М. : Высш. шк., 1991. 256 с.
5. Касько А. А., Мирненко Э. И. Определение качества воды по фотосинтетическим пигментам фитопланктона // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов : матер. XIII Междунар. конф. асп. и студ. (Донецк, 16–18 апреля 2019 г.). Донецк : ГОУ ВПО «ДОННТУ». 2019. С. 107–111.
6. Касько А. А., Мирненко Э. И. Влияние антропогенного загрязнения на формирование сообществ фитопланктона в водохранилищах Донбасса // Вестник СНО ДонНУ. Донецк, 2020. Т. 1, вып. 12. С. 68–73.
7. Коновалова О. А. Фитопланктон как индикатор состояния водных экосистем городских ландшафтов (на примере г. Омска) : Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Омск, 2011. 19 с.

8. *Макрушин А. В.* Биологический анализ качества вод. Л. : Изд-во АН СССР, 1974. 59 с.
9. *Мирненко Э. И.* Особенности «цветения» водоемов в городе Донецке. Saarbrucken : LAP LAMBERT Academic Publishing, 2015. 93 с.
10. *Мирненко Э. И.* Видовой состав фитопланктона прудов г. Донецка // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов : матер. XI Междунар. конф. асп. и студ. (Донецк, 11–13 апреля 2017 г.). Донецк : ГОУ ВПО «ДОННТУ»; Ростов-на-Дону : Изд-во Южного фед. ун-та, 2017 а. С. 318–320.
11. *Мирненко Э. И.* Оценка загрязнения органическими соединениями прудов г. Донецка // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2017 б. № 3–4. С. 17–23.
12. *Мирненко Э. И.* Особенности эвтрофирования Нижнекальмиусского водохранилища // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2019. № 3–4. С. 24–30.
13. *Мирненко Э. И., Макуха А. О.* Фитопланктон как показатель экологического состояния прудов г. Донецка // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2018. № 3–4. С. 44–50.
14. *Мирненко Э. И., Садловская В. В.* Гидрохимические особенности и формирование фитопланктона в искусственных водоемах Донбасса // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2019. № 1–2. С. 13–21.
15. *Мукминов М. Н., Шуралев Э. А.* Методы биоиндикации : уч.-метод. пос. Казань : Изд-во Казанского ун-та, 2011. 48 с.
16. *Садчиков А. П.* Методы изучения пресноводного фитопланктона. М. : МГУ, 2003. С. 90–97.
17. *Фомин Г. С.* Вода. Контроль химической, бактериальной и радиационной безопасности по международным стандартам : энцикл. справ. М. : Протектор, 2000. 838 с.
18. *Suresh S., Aravinda H. B.* Phytoplankton for biomonitoring or organic pollution in two tanks of davangere district, Karnataka, India // South Western Journal of Horticulture, Biology and Environment. 2011. Vol. 2, N 2. P. 107–111.

Mirnenko E. I., Kasko A. A. Assessment of the state of the Donbass reservoirs in terms of average saprobity. – A bioindication analysis of the degree of pollution of the water of the Donbass reservoirs was carried out. Lists of algoflora have been compiled with the identification of species-indicators of saprobity. The studies were carried out using the saprobity methods of Pantle and Bucca waters a β -mesosaprobic zone was established for the Donbass reservoirs.

Key words: Donbass, reservoirs, algoflora, saprobity.

© Е. И. Морозова

АССОЦИАЦИИ Bryobionta в условиях Донецко-Макеевской ПРОМЫШЛЕННОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

283050, г. Донецк, ул. Щорса, 46; e-mail: chocolate7739@gmail.com

Морозова Е. И. Ассоциации Bryobionta в условиях Донецко-Макеевской промышленной агломерации. – Предложено перечисление объединений различных видов мохообразных в мини-сообщества между собой, так и с представителями лишайников и грибов, в одном месте произрастания, на территории Донецко-Макеевской промышленной агломерации.

Ключевые слова: мохообразные, Донецк, Макеевка, сообщества видов Bryobionta.

Введение

Бриобионты – постоянная и неотъемлемая часть растительных сообществ Донбасса, являются актуальной сферой исследований на данный момент в связи с их специфической реакцией на воздействия внешней среды как гаметофитного направления развития высших растений и пионеров эволюционного освоения суши [6]. Такая категория растительности играет существенную роль в биогеоценозах, участвуя в азотном обмене, водном балансе, пищевых цепях и др., что формирует возможность для поиска и разработки доступных индикаторных признаков, которые можно было бы использовать для экспресс-диагностики степени влияния антропогенной нагрузки на экотопы [1, 11, 12] в Республике.

Как чувствительный, стабильный, выносливый и долгорастущий компонент сообществ мохообразные привлекают все большее внимание, сейчас эта ниша стала одним из ведущих направлений научных исследований на техногенно-трансформированных территориях Донбасса, в частности Донецко-Макеевской промышленной агломерации. На данный момент сведения о видовом разнообразии, репродукции, специфике жизненных стратегий и бриоморф [3–5, 8, 9, 13–15], а также результатах применения мохообразных как объектов в реализации экологических программ [7, 16, 17, 19], содержатся в небольшом количестве публикаций.

Цель работы – дать регионально адаптированные биоморфологические описания образований в мини-ассоциациях мохообразных, как между собой, так и с лишайниками и некоторыми грибами, на территории Донецко-Макеевской промышленной агломерации.

Материал и методы исследования

Рекогносцировочные и маршрутные сборы образцов Bryobionta проведены в 2017–2020 гг. Изучение и учет местопроизрастаний (типов субстратов) изучаемых мохообразных проводили в момент сбора образца. Категории экотопов и схема их зонально-территориальной дифференциации в Донецко-Макеевской агломерации были описаны в ранних работах [13].

Таксономическая идентификация и микропрепарирование проводили в соответствии с рекомендациями приоритетных определителей и справочных списков [2, 10, 18].

Результаты и обсуждение

Полевые наблюдения в Донбассе позволяют свидетельствовать, что сообщество полнее использует ресурсы среды и имеет более разнообразные внутренние связи, если оно не однородно. Таким образом, важно изучать ассоциативные связи мохообразных как между собой, так и с другими компонентами ценозов, в частности, – лишайниками и грибами.

В изученных типичных для степи растительных сообществах представлен широкий спектр экониш, пригодных для жизни и занятия их мохообразными. Хотя многие из видов, занимая то или иное место, имеют тенденцию произрастать монодоминантно, захватывая

доступные территории полностью, например, у корней деревьев (*Anacamptodon splachnoides* (Froel. ex Brid.) Brid., *Brachythecium albicans* (Hedw.) Bruch et al.), на земле под хвойным опадом (*Plagiomnium cuspidatum* (Hedw.) T. Kop.), бетонной или кирпичной стене (*Bryum argenteum* Hedw., *Pylaisia polyantha* (Hedw.) Schimp.) или камне (*Amblystegium subtile* (Hedw.) Schimp., *Didymodon rigidulus* Hedw.) на пустынном месте, крыше (*Tortula mucronifolia* Schwaegr.) или у кромки воды (*Funaria hygrometrica* Hedw.), но, тем не менее, это не повсеместная закономерность, – бриофиты также предрасположены к соседству как в наземной среде, на который мы делаем исследовательский акцент, так и в подводной.

Исходя из проведенных продолжительных наблюдений за Bryobionta, установлено, что многие виды таких семейств, как Orthotrichaceae Arn., Brachtheciaceae Schimp., Нурнaceae Schimp., Leskeaceae Schimp. имеют предрасположенность к произрастанию с грибами и лишайниками, так как схожи в выборе субстрата, т. е. коры деревьев (рис. 1, 2).

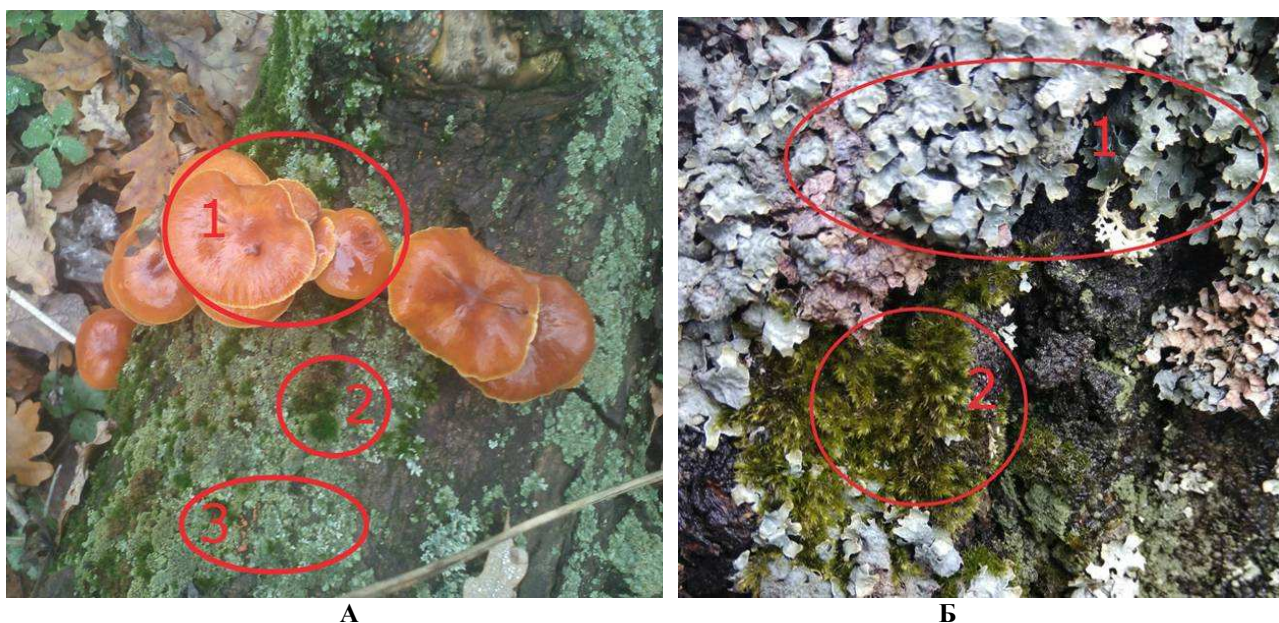


Рис. 1. А – 1. *Flammulina velutipes* (Curtis) Singer, 2. *Orthotrichum pumilum* Sw., 3. *Parmelia sulcata* Taylor.; Б – 1. *Parmelia sulcata* Taylor, 2. *Pylaisia polyantha* (Hedw.) Schimp.

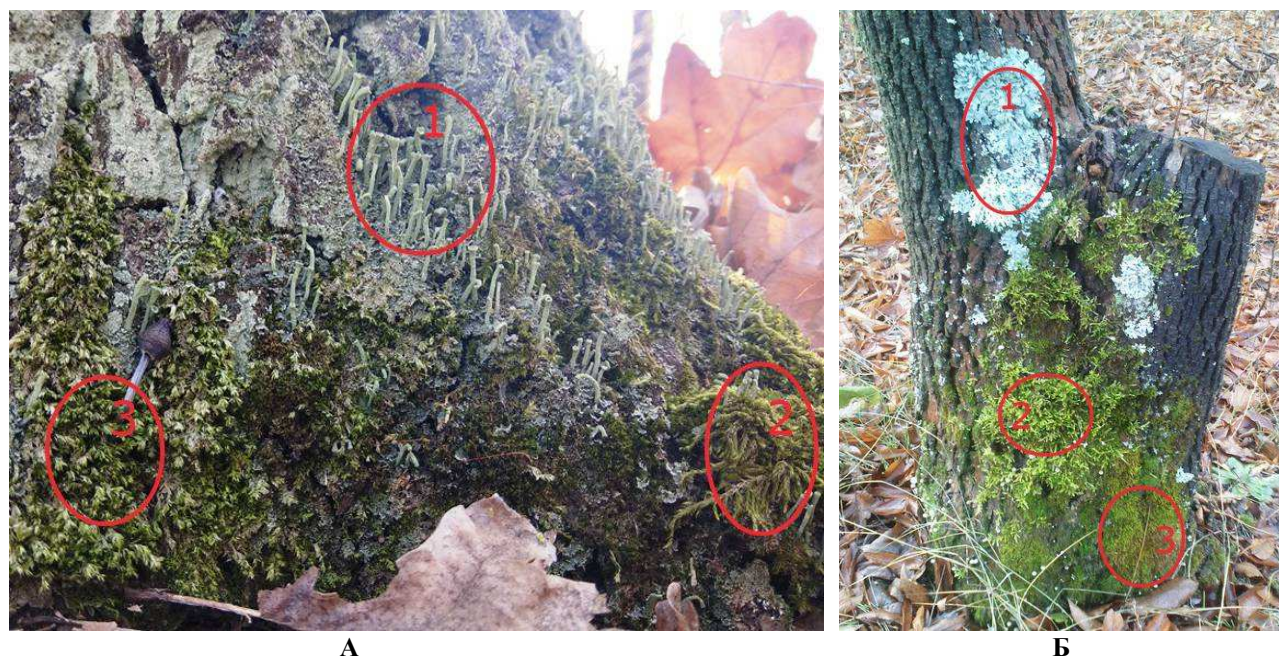


Рис. 2. А – 1. *Cladonia fimbriata* (L.) Fr., 2. *Brachythecium mildeanum* (Schimp.) Schimp., 3. *Orthotrichum obtusifolium* Brid.; Б – 1. *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl., 2. *Brachythecium salebrosum* (F. Weber & D. Mohr) Bruch et al. 3. *Leskea polycarpa* Hedw.

Например, *Orthotrichum pumilum* Sw., *Pylaisia polyantha* (Hedw.) Schimp., *Orthotrichum pallens* Bruch ex Brid., *Pleurozium schreberi* (Willd. ex Brid.) Mitt могут пересекаться с лишайником (*Parmelia sulcata* Taylor.) или различными грибами (*Entoloma clypeatum* (L.), *Flammulina velutipes* (Curtis) Singer.), поскольку часто распространяются в месте разветвления дерева или собственно на ветках, и могут добраться почти до верхушки, если листва дерева достаточно густая и умеренно влажный климат на протяжении года.

Аналогично *Brachythecium mildeanum* (Schimp.) Schimp., *Orthotrichum obtusifolium* Brid., *Brachythecium salebrosum* (F. Weber & D. Mohr) Bruch et al., *Leskea polycarpa* Hedw., *Brachythecium albicans* (Hedw.) Bruch et al. и *Amblystegium serpens* (Hedw.) Schimp. произрастают с лишайниками *Cladonia fimbriata* (L.) Fr. и *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl., так как контактируют в месте основания дерева или с его выступающей на поверхность корневой системой (рис. 3).



Рис. 3. А – 1. *Entoloma clypeatum* (L.) P. Kumm., 2. *Leskea polycarpa* Hedw.

Также мохообразные часто сосуществуют между собой в основном по 2–3 вида, иногда больше, в одной мини-ассоциации. Так, например, *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid и *Grimmia pulvinata* (Hedw.) Sm. соседствуют как между собой, так и с такими видами, как *Bryum caespiticium* Hedw., *Bryum turbinatum* (Hedw.) Turn., *Brachythecium mildeanum* (Schimp.) Schimp., *Homalothecium lutescens* (Hedw.) Robins., *Weissia controversa* Hedw., *Tortula mucronifolia* Schwaegr., вероятно это связано с устойчивостью к солнцу и средней влажности, а также субстратами, подвергающимися антропогенной нагрузке (например, около заводов, шахт) (рис. 4, 5).



Рис. 4. А – 1. *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid, 2. *Polytrichum juniperinum* Hedw.
Б – 1. *Bjerkandera* sp., 2. *Dicranum scoparium* Hedw., 3. *Orthotrichum pallens* Bruch ex Brid.

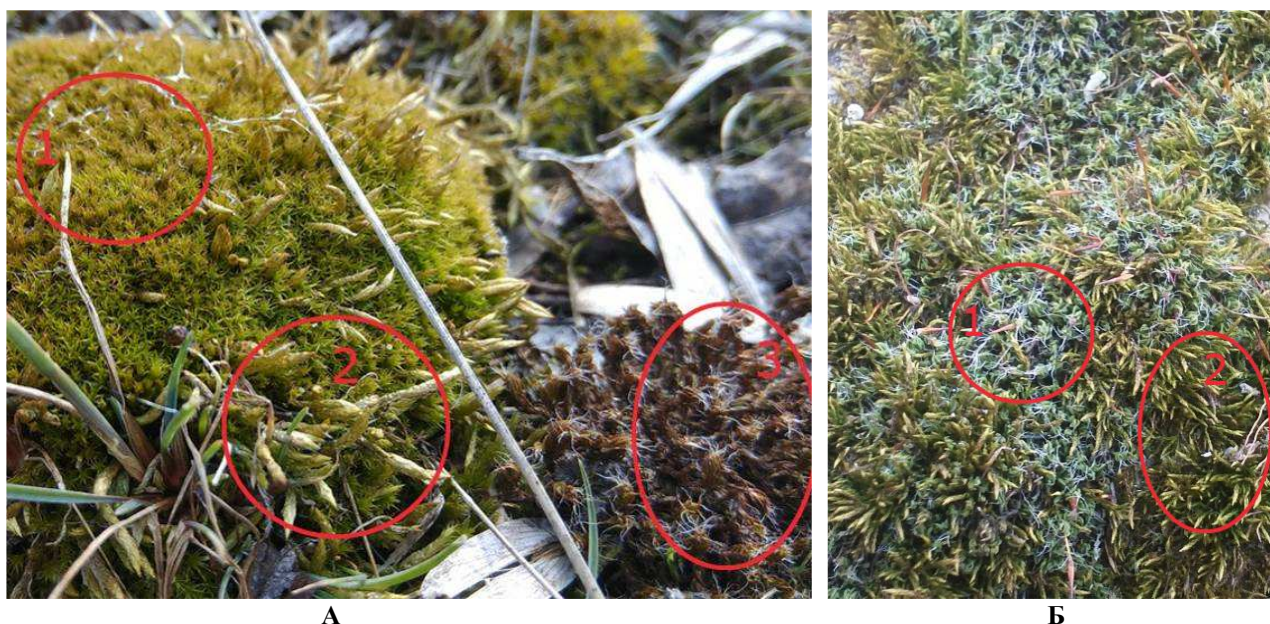


Рис. 5. А – 1. *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid, 2. *Homalothecium lutescens* (Hedw.) Robins., 3. *Grimmia pulvinata* (Hedw.) Sm.; Б – 1. *Grimmia pulvinata* (Hedw.) Sm., 2. *Platygyrium repens* (Brid.) Schimp.

Вид *Homalothecium lutescens* (Hedw.) Robins. с видом *Bryum capillare* Hedw., первый прорастает сквозь второй; вероятно, что такое соседство помогает укрыть второй вид от света и сохранить влагу для первого.

Семейство Orthotrichaceae Arn. В большинстве случаев регистрируется с видами: *Pylaisia polyantha* (Hedw.) Schimp., *Weissia brachycarpa* (Nees & Hornschuch) Juratzka, *Dicranum polysetum* Sw. и *Dicranum scoparium* Hedw., *Ditrichum pussilum* (Hedw.) Hampe., *Pleurozium schreberi* (Willd. ex Brid.) Mitt, *Didymodon rigidulus* Hedw. – виды произрастают на стволе и ветках деревьев, что и инициирует их состыковку с другими бриофитами у корней или на начале ствола, или разломе внутри дерева (см. рис. 4, 5).

Важно выделить также отдельные мхи *Bryum argenteum* Hedw., *Brachythecium campestre* (Müll. Hal.) Bruch et al., *Platygyrium repens* (Brid.) Schimp. и семейство

Polytrichaceae Schwaegr. за способность внедряться к любым другим видам, и расти среди них как на биогенном субстрате (кора, почва), так и строительно-техногенном (камень, отвалы бытового и строительного мусора, терриконики).

Выводы

По итогам исследования было выявлено, что не все мохообразные тяготеют к соседству с кем-либо из своих видов, так и других таксономических групп, и могут освоить нишу как единственный представитель, не давая другим объектам и шанса развить диаспору.

Приведенные в статье данные о мини-ассоциациях между видами Bryobionta, как внутри самого надотдела, так и с другими представителями, а именно некоторыми лишайниками и грибами, представляют интерес в экологическом контроле окружающей среды на урбанизированной территории Донецко-Макеевской агломерации, так как есть возможность одновременного использования нескольких биотесторов в экспериментах по фитоквантификации.

Выполненная работа является частью проводимых диагностических мероприятий по изучению и мониторингу видов Bryobionta на территории Республики.

Дальнейшие исследования требуют унификации геоботанической и фитоценотической терминологии при описании сообществ мохообразных на территории Донбасса, поскольку ранее такие исследования не проводились.

Список литературы

1. Баркан В. Ш., Лянгузова И. В. Содержание тяжелых металлов в доминантных видах мхов как индикатор аэротехногенной нагрузки // Экология. 2018. № 2. С. 119–126.
2. Игнатов М. С., Игнатова Е. А. Флора мхов средней части европейской России. М. : КМК, 2003. Т. 1. 608 с.; М. : КМК, 2004. Т. 2. С. 608–994.
3. Морозова Е. И. Экологические спектры основных таксонов мохообразных в г. Макеевка // Донецкие чтения 2018 : Образование, наука, инновации, культура и вызовы современности : матер. III Междунар. науч. конф. (Донецк, 25 октября 2018 г.). Т. 2. Хим.-биол. науки. Донецк : Изд-во ДонНУ, 2018. С. 206–207.
4. Морозова Е. И. Новые находки видов Bryobionta в Донецко-Макеевской промышленной агломерации // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2019 а. № 1–2. С. 22–27.
5. Морозова Е. И. Смены жизненных стратегий некоторых видов мохообразных в условиях Донецко-Макеевской промышленной агломерации // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2019 б. № 3–4. С. 31–36.
6. Морозова Е. И. Разнообразие жизненных форм мохообразных в условиях антропогенной нагрузки Донецко-Макеевской агломерации // Вестник ДонНУ. Сер. А : Естеств. науки. 2020. № 3–4. С. 31–36.
7. Морозова Е. И., Сафонов А. И. Мониторинг в условиях промышленных экотопов с помощью мохообразных // Донецкие чтения 2016 : Образование, наука и вызовы современности : матер. I Междунар. науч. конф. (Донецк, 16–18 мая 2016 г.). Т. 1. Физ.-мат., техн. науки и экол. Донецк : Изд-во ЮФУ, 2016. С. 317–318.
8. Морозова Е. И., Сафонов А. И. Видовой состав, особенности произрастания и морфометрическая характеристика мхов-индикаторов г. Макеевки // Донецкие чтения 2017 : Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса : матер. Междунар. науч. конф. студ. и молодых ученых (Донецк, 17–20 октября 2017 г.). Т. 2. Хим.-биол. науки. Донецк : Изд-во ДонНУ, 2017. С. 100–102.
9. Морозова Е. И., Сафонов А. И. Реализация репродуктивного потенциала мохообразных Донбасса по степени спорофитизации // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов : матер. XIII Междунар. науч. конф. асп. и студ. (Донецк, 16–17 апреля 2019 г.) Донецк : Изд-во ДонНТУ, 2019. С. 111–114.

10. Рыковский Г. Ф., Млынарчик М. П., Масловский О. М. Мохообразные, произрастающие на бетонных сооружениях в условиях Западной окраины русской равнины (Белоруссия) // Ботаника (исследования). Минск, 1988. Вып. 29. С. 107–116.

11. Сафонов А. И. Инвентаризация промышленных объектов Донбасса по фитоиндикационным критериям // Вестник Донецкого нац. ун-та. Сер. А : Естеств. науки. 2019 а. № 1. С. 121–128.

12. Сафонов А. И. Экспертиза промышленных предприятий Донбасса по состоянию фитокомпонентов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2019 б. № 1–2. С. 35–43.

13. Сафонов А. И., Морозова Е. И. Видовое разнообразие мохообразных Донецко-Макеевской промышленной агломерации // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2017. № 3–4. С. 24–32.

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

15. Сафонов А. И., Морозова Е. И. Мохообразные Донецкой агломерации : иллюстрированный атлас и бриоиндикация. Донецк : ДонНУ, 2018 б. 128 с.

16. Сергеева А. С., Алемасова А. С., Сафонов А. И. Накопление тяжелых металлов гаметофитами мохообразных в экотопах промышленного Донбасса // Донецкие чтения 2018 : Образование, наука, инновации, культура и вызовы современности : матер. III Междунар. науч. конф. (Донецк, 25 октября 2018 г.). Т. 2. Хим.-биол. науки. Донецк : Изд-во ДонНУ, 2018. С. 217–218.

17. Сергеева А. С., Алемасова А. С., Сафонов А. И. Диагностика антропогенно трансформированных экотопов Донбасса по содержанию тяжелых металлов в гаметофитах мохообразных // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем : матер. XVII Всеросс. науч.-практ. конф. с Междунар. участием (Киров, 5 декабря 2019 г.). Киров: Изд-во ВятГУ, 2019. С. 15–18.

18. Ignatov M. S., Afonina O. M., Ignatova E. A. Check-list of mosses of East Europe and North Asia // *Arctoa*. 2006. Vol. 15. P. 1–130.

19. Safonov A. I. Phytoindicational monitoring in Donetsk // Наука. Мысль. 2016. № 4. С. 59–71.

Morozova E. I. Associations of the Bryobionta in the conditions of the Donetsk-Makeevka industrial agglomeration. – It is proposed to list associations of different species of bryophytes in mini-communities, among themselves, and with representatives of lichens and fungi, in one place of growth, on the territory of the Donetsk-Makeevka industrial agglomeration.

Key words: bryophytes, Donetsk, Makeevka, Bryobionta species community.

УДК 582.542.2 (477.60)

© М. А. Павлова

**ИТОГИ ИНТРОДУКЦИИ *CAREX PUNCTATA GAUDIN*
В ДОНЕЦКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ***Донецкий республиканский краеведческий музей*

283048, г. Донецк, ул. Челюскинцев, 189-а; e-mail: mario777@list.ru

Павлова М. А. Итоги интродукции *Carex punctata Gaudin* в Донецком ботаническом саду. – Представлены результаты многолетнего интродукционного эксперимента по культивированию *Carex punctata Gaudin* в Донецком ботаническом саду. Изучены морфология вегетативных и генеративных органов, сезонный ритм развития, способность к вегетативному и семенному размножению, онтогенез. Определена оценка успешности интродукции и пути использования данного вида в зеленом строительстве региона.

Ключевые слова: *Carex punctata Gaudin*, интродукция, морфология, сезонный ритм развития, онтогенез, успешность интродукции.

Введение

Дикорастущие травянистые многолетники, устойчивые к неблагоприятным условиям, болезням и вредителям, занимают все более заметное место в практике современного зеленого строительства. Введение их в культуру не только способствует расширению ассортимента декоративных растений в городском озеленении, но и является одним из путей сохранения биоразнообразия в природе. В то время как основное внимание в интродукционной работе уделяется красивоцветущим растениям, представители рода *Carex* L. (осока), одного из крупнейших в мировой флоре [20], в ассортименте декоративных растений для современного городского озеленения представлены незаслуженно мало. Между тем разнообразные декоративные осоки могут украсить искусственный водоем, рокарий, гравийный сад и т. п., а также послужат оригинальным элементом аранжировки при составлении букетов [12, 18]. В Донецком ботаническом саду (ДБС) из более 30 видов осок, прошедших интродукционные испытания, выделены самые декоративные и устойчивые в условиях степной зоны. Одним из таких видов является осока точечная – *Carex punctata Gaudin*, интродуцированная в 2008 г. семенами, полученными по делектусному обмену из Франции.

Цель проведенной работы – оценка адаптационных возможностей *C. punctata* в условиях степной зоны, определение оптимальных способов ее размножения и путей использования в озеленении региона.

Материал и методы исследования

Изучение морфологических особенностей и сезонного ритма развития проводили по общепринятой методике с учетом основных этапов вегетации [9], определение феноритмотипа – в соответствии с классификацией И. В. Борисовой [4], жизненную форму определяли по классификации А. Б. Безделева, Т. А. Безделевой [3]. Онтогенетическое развитие изучали в соответствии с классификацией Т. А. Работнова [10, 11], дополненной А. А. Урановым [14], с использованием методики И. И. Игнатьевой [7]. Растения выращивали из семян репродукции ДБС, высеванных в отапливаемой теплице во второй половине марта, в июне сеянцы были высажены в открытый грунт на постоянное место. Время выкапывания сеянцев для изучения было приурочено к каждому возрастному состоянию. Семенную продуктивность зрелых генеративных особей в возрасте 4–5 лет определяли в соответствии с методикой И. В. Вайнагий [5]. Для определения успешности интродукции применяли 7-балльную шкалу, разработанную для декоративных многолетников [2].

Результаты и обсуждение

В условиях интродукционного пункта *C. punctata* – многолетний летнезеленый травянистый короткочерневищно-кистекопной плотнодерновинный симподиально нарастающий поликарпик. Взрослые растения образуют довольно плотные куртины 20–30 см высотой, 25–45 см диаметром (рис. 1, А). Листья светло-зеленые, 32–36 см длиной, 0,5–0,7 см шириной. Генеративные побеги в количестве 50–80 значительно короче листьев, 16–22 см высотой. Соцветия 5,5–7,0 см высотой, 1,2–1,5 см диаметром (рис. 1, Б).



Рис. 1. *Carex punctata* Gaudin в Донецком ботаническом саду: А – общий вид растения, Б – соцветия

В ДБС *C. punctata* характеризуется ежегодным плодоношением. Плод, как и у всех представителей рода, размещается в оболочке, называемой мешочком (ultricus) и представляющей собой видоизмененный лист. Мешочек данного вида серебристо-зеленоватый, тонкокожистый, плоско-выпуклый, неявно трехгранный, с тонким носиком, длиной 0,35–0,40 см, толщиной 0,15–0,20 см (рис. 2). Плод – трехгранный орешек серо-коричневого цвета, длиной до 2 мм, толщиной до 0,9 мм.



Рис. 2. Мешочки с плодами *Carex punctata* Gaudin.

Реальная семенная продуктивность (РСП) отдельного побега зрелой генеративной особи представлена в табл. 1. РСП же всей особи сильно варьирует, ее величина определяется, прежде всего, возрастом растения: по мере его разрастания с каждым годом формируется все большее количество генеративных побегов, и значение РСП особи возрастает. Кроме того, величину РСП определяют погодные условия в разные годы: осоки – анемофильные растения, и наличие или отсутствие дождя и ветра в период цветения оказывают значительное влияние на количество завязавшихся семян.

Таблица 1

Реальная семенная продуктивность (РСП) и размеры мешочка с семенем *Carex punctata* Gaudin в условиях Донецкого ботанического сада

РСП побега, шт.		Размеры мешочка с семенем, см			
		длина		ширина	
M±m	CV%	M±m	CV%	M±m	CV%
174±26,19	14,99	0,38±0,03	7,09	0,19±0,01	5,52

Примечание. M±m – средняя величина ± ошибка среднего; CV% – коэффициент вариации.

Как следует из табл. 1, РСП побега *C. punctata* характеризуется средним уровнем изменчивости, а размеры мешочка с семенем – низким уровнем, что подтверждает общепринятое мнение о достаточно жесткой генетической детерминированности параметров генеративной сферы [8, 16, 17].

По характеру фенологического развития *C. punctata* относится к весенне-летне-осеннезеленым видам поздневесеннего цветения. Сроки наступления основных фенологических фаз в течение 7 лет представлены в табл. 2.

Таблица 2

Лимиты сроков наступления основных фенологических фаз *Carex punctata* Gaudin в Донецком ботаническом саду

Фенофаза	Начало вегетации	Начало цветения	Плодоношение	Конец вегетации
Лимиты	6.04–18.04	2.05–22.05	22.07–4.08	25.10–18.11
Амплитуда	13	21	13	24

В результате сопоставления лимитов основных фенофаз с метеорологическими условиями каждого года [13] установлено, что сроки начала и окончания вегетации изученного вида определяются главным образом температурным режимом. Так, начало вегетации и роста побегов происходит после устойчивого перехода среднесуточных температур воздуха через +5°C, окончание вегетации совпадает с наступлением устойчивых отрицательных температур – и поэтому соответствующие даты значительно варьируют по годам. Продолжительность вегетационного периода по этой же причине также сильно варьирует, составляя в разные годы от 190 до 226 дней.

В результате сопоставления сроков наступления фенологических фаз с динамикой роста побегов изучаемого вида установлено, что период роста побегов по сравнению с периодом вегетации непродолжительный и в разные годы длится от 38 до 64 дней. Заметная

активизация ростовых процессов происходит перед началом цветения: удлинение цветоносов идет параллельно с нарастанием вегетативной сферы. Начало цветения приходится примерно на середину периода активного роста побегов, период созревания плодов проходит на фоне замедления ростовых процессов.

Наши исследования показали, что завершение нарастания вегетативной сферы *C. punctata* происходит безотносительно к фактору естественного увлажнения. Замедление и прекращение роста побегов происходит в разные годы до 3-го июля, независимо от сроков и длительности периода выпадения осадков и их количества. Таким образом, проведенные исследования позволили выделить период, на протяжении которого растения требуют регулярного полива, и период, во время которого эта потребность уменьшается, что позволяет оптимизировать режим полива при культивировании данного вида в новых для него условиях.

Поскольку пополнение коллекций ботанических садов осуществляется большей частью семенами по делектусному обмену, сведения об особенностях онтогенеза каждого вида в условиях интродукционного пункта имеют не только теоретическое, но и практическое значение, что дает возможность подобрать оптимальный режим для развития сеянцев. С целью изучения особенностей онтогенетического развития *C. punctata* в условиях культуры семена репродукции ДБС были высеяны в теплице 19 марта, всходы отмечены 28 апреля, т. е. минимальная продолжительность периода органического покоя семян составила 41 день. В течение первого года развития сеянцы последовательно прошли следующие возрастные состояния прегенеративного периода: проросток, ювенильное, имматурное, виргинильное (рис. 3).

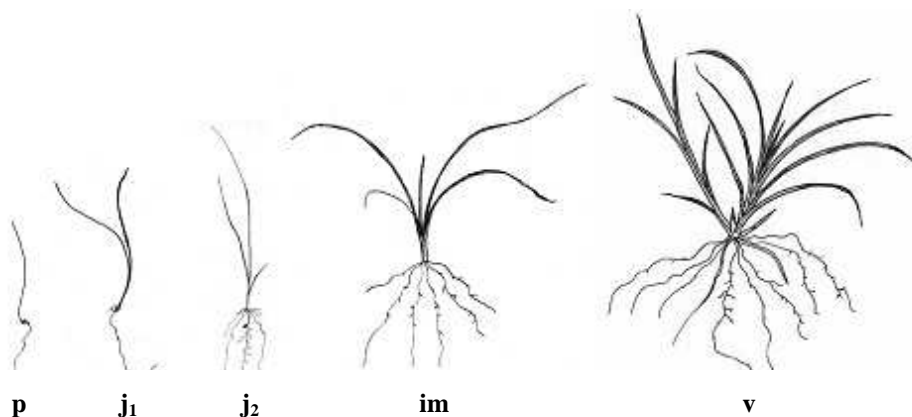


Рис. 3. Возрастные состояния *Carex punctata* Gaudin в первый год развития: р – проросток, j₁ и j₂ – ювенильное, im – имматурное, v – виргинильное

Прорастание гипогеальное. Сначала развивается главный корень, затем начинает расти почечка зародыша, прикрытая бесцветным конусовидным колеоптилем, который разрывает внутри первый ассимилирующий лист узколинейной формы. В возрасте 7–10 дней проросток (р) состоит из главного корня длиной до 2,2 см, мешочка с семенем, колеоптиля и ассимилирующего листа длиной 2,5–3,0 см. Затем появляются несколько боковых корешков около 1 мм длиной, развивается второй лист – растение переходит в ювенильное возрастное состояние (j). В случае заглубления семян при посеве мезокотиль может существенно удлиняться, благодаря чему придаточные корни отрастают ближе к поверхности почвы, и корневая система начинает формироваться выше (см. рис. 3, j₂). В дальнейшем из зародышевой почки развивается первичный розеточный побег с 4–5 ассимилирующими листьями, главный корень замедляет рост, образуются 4–6 придаточных корней длиной от 2 до 3 см, среди которых главный корень вскоре становится неразличим. По мере роста придаточные корни ветвятся до второго порядка, и к началу июня растения переходят в имматурное возрастное состояние (im). Морфологически имматурная особь сходна с отдельным вегетативным побегом взрослого растения в процессе развития. Нарастание по-

прежнему моноподиальное, количество, форма и размеры листьев еще не являются типичными для вида.

Переход к симподиальному нарастанию с образованием первичного куста (т. е. начало кущения) и становление вследствие этого жизненной формы начинается через 3–4 недели. В базальной части стебля, в пазухах нижних листьев последовательно закладываются 1–2 почки возобновления, из которых затем развиваются вегетативные побеги, и растения переходят в виргинильное возрастное состояние.

Виргинильная особь (v) представляет собой небольшое растение высотой 12–15 см, диаметром 9–11 см, состоящее из 2–4 розеточных побегов: одного главного и 1–3-х побегов второго порядка с листьями длиной 6–15 см, шириной 0,4–0,6 см. Корневая система хорошо развита, корни проникают на глубину до 10 см. Часть корней (4–6) молодые – шнуровидные, неветвящиеся, остальные (8–10) густо покрыты короткими боковыми корешками. С наступлением устойчивых отрицательных температур надземная часть растений желтеет, а затем засыхает и полегает, защищая почки возобновления от зимних холодов.

Во второй год развития все сеянцы достигают молодого генеративного возрастного состояния (g_1). Однако у 80% особей цветение отмечено уже во второй половине мая, в сроки, характерные для вида в целом, а остальные зацветают во второй половине августа, оставаясь в начале вегетационного периода в виргинильном возрастном состоянии (рис. 4).



Рис. 4. Возрастные состояния *Carex punctata* Gaudin во второй год развития:
А – виргинильное, Б – молодое генеративное

Высота молодой генеративной особи до 22 см, диаметр до 30 см. Количество генеративных побегов более 25, их высота до 22 см, высота соцветия 5,5 см. На каждом побеге 8–10 ассимилирующих листьев длиной 14–20 см, шириной 0,45–0,50 см. Корневая система хорошо развита, корни проникают на глубину до 12 см, они густо покрыты короткими боковыми корешками. С наступлением устойчивых отрицательных температур надземная часть растений желтеет, а затем засыхает и полегает, защищая почки возобновления от зимних морозов.

Зрелые генеративные особи (g_2) (см. рис. 1) формируются на 4–5-м году развития и характеризуются максимальным развитием вегетативной и генеративной сферы.

Во многих литературных источниках утверждается, что в онтогенезе осок переход в генеративное состояние наступает не раньше 3–4-го года жизни, даже в условиях культуры [1, 15]. Однако, согласно нашим исследованиям, в условиях ДБС молодые генеративные особи формируются уже во второй год после высева семян. Можно предположить, что сигнальным фактором, вызывающим выбор ускоренного варианта онтогенеза, в данном случае могут быть более благоприятные по сравнению с природными местообитаниями вида эдафические и климатические условия (высокие температуры воздуха в весенне-летне-осенний период и черноземные почвы, характерные для Донбасса), продолжительный

вегетационный период, искусственно увеличенный посевом семян в теплице, а также агротехнические мероприятия.

Таким образом, изучение онтогенеза *C. punctata* в условиях интродукционного пункта доказало возможность успешного размножения вида семенным путем: достаточно однородный и жизнеспособный посадочный материал уже осенью в первый год после посева готов для высадки на постоянное место в экспозиции.

Определение степени успешности интродукции новых видов многолетников рекомендуется проводить через 7–10 лет интродукционных работ [6]. *C. punctata* находится на интродукционном испытании более 10 лет, что позволило провести необходимые наблюдения и измерения. Хотя в природе этот вид растет на заболоченных лугах [19], в условиях культуры в степной зоне растения с 2009 г. ежегодно цветут и дают полноценные семена, сеянцы полностью завершают малый жизненный цикл онтогенеза, быстро разрастаются, проявляют достаточно высокую зимостойкость и засухоустойчивость. Соответственно, успешность интродукции исследованного вида нами оценена в 6 баллов по 7-балльной шкале. Оценка не максимальна вследствие отсутствия у интродуцентов способности к саморасселению. Однако при использовании *C. punctata* в озеленении это качество играет скорее положительную роль, поскольку растения не засоряют экспозиционный участок незапланированным самосевом или вегетативным потомством. В тоже время и генеративные, и вегетативные особи интродуцированного вида при необходимости можно легко размножить делением куста.

Выводы

Результаты комплексных интродукционных исследований *C. punctata* в Донецком ботаническом саду свидетельствуют о достаточно высоких адаптационных возможностях вида в новых условиях и о перспективности его использования в озеленении региона. Этот вид можно рекомендовать как декоративное, устойчивое и неприхотливое растение для экспозиций ландшафтного типа: рокариев и гравийных садов, групп у водоемов и в миксбордерах.

Список литературы

1. Алексеев Ю. Е. Осоки (морфология, биология, онтогенез, эволюция). М : Аргус, 1996. 252 с.
2. Баканова В. В. Цветочно-декоративные многолетники открытого грунта. К. : Наук. думка, 1984. 155 с.
3. Безделев А. Б., Безделева Т. А. Жизненные формы семенных растений российского Дальнего Востока. Владивосток : Дальнаука, 2006. 296 с.
4. Борисова И. В. Сезонная динамика растительного сообщества // Полевая геоботаника. Л. : Наука, 1972. Т. 4. С. 5–136.
5. Вайнагий И. В. О методике изучения семенной продуктивности растений // Ботан. журнал. 1974. Т. 59, № 6. С. 826–831.
6. Елисафенко Т. В. Оценка результатов интродукционной работы на примере редких видов сибирской флоры // Растительный мир Азиатской России. 2009. № 2 (4). С. 89–95.
7. Игнатьева И. П. Онтогенетический морфогенез вегетативных органов травянистых растений. М., 1983. 55 с.
8. Кордюм Є. Л. Фенотипічна пластичність у рослин : загальна характеристика, адаптивне значення, можливі механізми, відкриті питання // Укр. ботан. журн. 2001. 58, № 2. С. 141–151.
9. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. М. 1975. 42 с.
10. Работнов Т. А. Определение возрастного состава популяций видов в сообществе // Полевая геоботаника. М.–Л. : Наука, 1964. Т. 3. С. 132–208.
11. Работнов Т. А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Тр. БИН АН СССР. Сер. 3. 1965. № 6. С. 7–204.

12. Солодянкина С. В. Ландшафтно-экологическое планирование для оптимизации природопользования : уч. пос. Иркутск : Изд-во ИГУ, 2013. 170 с.
13. Справочно-информационный портал «Погода и климат». Архивы погоды. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/archive.php>
14. Уранов А. А. Жизненные состояния вида в растительном сообществе // Бюл. МОИП. Сер. биол. 1960. 67, вып. 3. С. 77–92.
15. Филатова И. О. Биоморфология и онтогенез дерновинных видов рода *Carex* L. : Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2004. 20 с.
16. Шмальгаузен И. И. Факторы эволюции. М.–Л. : Изд-во АН СССР, 1940. 396 с.
17. Яблоков А. В. Популяционная морфология как новая ветвь эволюционной морфологии // Морфологические аспекты эволюции. К 90-летию со дня рожд. Б. С. Матвеева // Бюлл. МОИП. Секция зоол. М. : Наука, 1980. С. 65–73.
18. Энциклопедия декоративных садовых растений.
URL: flower.onego.ru/voda/carex_3.html
19. eFlore. L'encyclopédie botanique collaborative. URL: <https://www.tela-botanica.org/bdtfx-nn-14288-synthese>
20. Egorova T. V. The sedges (*Carex* L.) of Russian and adjacent states (within the limits of the former URSS). St. Petersburg Chemical-Pharmaceutical Academy, St. Petersburg and Missouri Botanical Garden Press, St. Louis, MO, 1999. 772 p.

Pavlova M. A. Outcomes of *Carex punctata* Gaudin introduction in the Donetsk Botanical Gardens. – Results of long-term introduction experiment on cultivation of *Carex punctata* Gaudin in the Donetsk Botanical Gardens are given. Morphology of vegetative and generative organs, seasonal rhythm of development, ability to vegetative and seed propagation, and ontogeny are researched. Assessment of introduction success and ways of this species using in the region landscaping are defined.

Key words: *Carex punctata* Gaudin, introduction, morphology, phenological rhythm, ontogeny, introduction success.

УДК 581.15 : 577.486 : 581.4 : 502 (477)

© А. И. Сафонов

**ДИНАМИКА ФИТОМОНИТОРИНГОВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
АНТРОПОТЕХНОГЕНЕЗА В ДОНБАССЕ (2000–2019 гг.)**

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

283050, г. Донецк, ул. Щорса, 46; e-mail: andrey_safonov@mail.ru

Сафонов А. И. Динамика фитомониторинговых показателей антропогенеза в Донбассе (2000–2019 гг.). – Выделены временные тренды состояния фитосистем Донбасса по индикационным критериям. За период с 2000 по 2019 гг. установлены колебания значений фитоиндикационных параметров, что доказывает их фенотипическую природу проявления. В основу положен способ фитоиндикации по структурным трансформациям на аутоэкологическом уровне организации фитосистем с широким диапазоном выносливости к факторам антропогенеза.

Ключевые слова: фитоиндикация, Донбасс, экологический мониторинг.

Введение

Фитоиндикационный мониторинг является многофункциональным научным направлением в регионах с благополучной экологической обстановкой [13, 17–19] и на территориях повышенной опасности для биоты [2, 6, 7, 14, 15, 20]. Растительные организмы, как часть планетарного эволюционного преобразования [3, 4, 17, 21], постоянно испытывают воздействия внешних факторов среды [6, 8, 16, 19] и по своему структурно-функциональному состоянию являются отражениями общих [5, 11, 14, 18, 21] и частных (локальных) тенденций [1, 3, 10, 13, 20] трансформации и динамики диагностируемых экосистем [9, 12, 16, 18]. В рамках доступных для анализа и технической реализации программ в Донбассе [1, 5, 11, 12] растительные объекты представляют собой необъемлемую часть экологических исследований для оценки и обеспечения информацией о состоянии экотопов, что особо актуально и востребовано в годы интенсификации антропогенного вмешательства как в химико-токсическом аспекте, так и при механическом нарушении эволюционно сформированных связей в компонентах биогеоценозов. Выявляемая закономерность в динамике изменений показателей функциональной полноценности природных конструкций может создавать предпосылки для построения прогнозных моделей состояния систем или корректировки балансовых процессов для недопущения катастрофических явлений (необратимого сбоя, деградационных процессов).

Цель работы – на основании ретроспективного 20-летнего анализа показателей фитоиндикационной значимости в экологическом мониторинге Донбасса выделить специфику временных трендов состояния дифференцируемых по антропогенной эксплуатации экотопов.

Материал и методы исследования

Временные тренды были составлены на основании данных независимой от экономических показателей фитоиндикационной экспертизы, основные методологические аспекты проведения которой представлены в публикациях [5, 9–13]. Преимущества фитоиндикационного эксперимента заключается в прикрепленном образе жизни растений и возможности проведения активного мониторинга как аналога биотестирования в открытых полевых системах. За последние 20 лет были сформированы информационные базы о диагностических показателях и индексах [12] как основы фитоквантификации в Донецком экономическом регионе [11]. Для достижения поставленной цели были выбраны места произрастания проверенных ранее растений-индикаторов в шести категориях экотопической принадлежности: 1) промплощадки металлургических предприятий; 2) коксохимических и химических предприятий; 3) отвалы угольных шахт (срединная часть северной экспозиции террикоников); 4) селитебные экотопы, преимущественно в спальных районах городов; 5) экотопы путей сообщений в зонах импакта (придорожные полосы не более 20 м от

проезжей части); б) парковые зоны городов рекреационного назначения в зонах тихого отдыха (данные по категориям представлены в табл. 1, 2). Предварительное сравнение разницы в фитоиндикационных показателях внутри категории одного экотопа подтвердило отсутствие статистически достоверного значения, поэтому было принято решение в рамках представленной целевой программы не проводить геолокальную привязку к конкретному предприятию или населенному пункту. Суммарные показатели экологической нагрузки (при условии максимума в 100 баллов) были разделены на три структурно и функционально разные группы: 1) индексы фитоиндикационной значимости в вегетативной сфере (IVeg); 2) индексы в строении генеративных органов растений (IGen); 3) показатели общей габитуальной трансформации при полевой диагностике в сумме с показателями визуального морфологического тератообразования у растений (GabT). Для каждой категории экотопов были подсчитаны все данные, влияющие на общий суммационный балл, при подсчете которого использовали способ интеллектуального взаимодополняющегося альтернативными значениями выбора преимущественно важных интервальных диапазонов (от 8 до 10 пунктов) по видам: *Cichorium intybus* L., *Plantago major* L., *Berteroa incana* (L.) DC., *Echium vulgare* L., *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip., *Tragopogon major* Jacq., *Reseda lutea* L., *Tanacetum vulgare* L. (указаны в порядке востребованности).

Результаты и обсуждение

На основании специфики динамических процессов, по уровню воздействия на природные системы с неблагоприятным эффектом состояния фитообъектов, были выделены временные тренды (t) в обозначенных категориях антропогенных экотопов: техногенного характера (табл. 1) и социо-культурного, бытового назначения (табл. 2).

Таблица 1

Временные тренды состояния фитосистем Донбасса по индикаторным критериям (на примере техногенных экотопов)

Год	Категории экотопической приуроченности											
	Металлургический комплекс				Коксохимические и химические предприятия				Отвалы угольных шахт (терриконики)			
	IVeg	IGen	GabT	t	IVeg	IGen	GabT	t	IVeg	IGen	GabT	t
2000	74	86	83		80	76	82		85	77	83	
2001	75	86	83		80	77	84		87	77	84	
2002	76	87	84		81	78	84		88	79	84	
2003	77	89	84		83	78	85		91	81	85	↓
2004	78	90	86		83	79	86		91	80	85	↑
2005	80	91	88	↓	84	80	89	↓	87	76	83	
2006	81	91	89	↑	85	80	90		85	75	79	
2007	80	92	87		85	81	90	↑	85	75	79	
2008	80	90	87		84	78	88		86	78	82	↓
2009	80	88	84		79	76	87		90	80	84	↓
2010	81	86	83		78	75	87		90	80	84	↑
2011	80	87	82		75	71	86		89	78	83	↑
2012	80	86	82		74	68	85		88	76	82	↑
2013	80	85	82	↓	73	67	84		85	75	81	
2014	82	91	91	↓	72	66	83		84	74	80	
2015	82	92	91	↑	71	66	83		83	73	80	↓
2016	82	91	89		71	64	82		84	79	82	↓
2017	80	90	87		70	63	81		89	80	83	↓
2018	78	89	85		70	63	81	↓	90	81	83	↑
2019	78	88	86		72	65	84	↓	88	80	81	↑

Примечание. IVeg, IGen, GabT, t – пояснения в тексте.

**Временные тренды состояния фитосистем Донбасса по индикаторным критериям
(на примере селитебных, транспортных и рекреационных урбосистем)**

Год	Категории экотопической приуроченности											
	селитебные экотопы				экотопы путей сообщений в зонах импакта				парковые зоны городов			
	IVeg	IGen	GabT	t	IVeg	IGen	GabT	t	IVeg	IGen	GabT	t
2000	58	65	63	↑	57	52	66	↓	26	23	30	↓
2001	60	63	62	↑	58	53	67	↓	27	24	31	↓
2002	60	59	60	↑	5	54	67	↓	27	25	32	↓
2003	59	59	60	↓	59	53	67	↓	28	26	33	↓
2004	65	64	62	↓	59	53	68	↓	29	26	33	↑
2005	68	66	63	↓	60	54	68	↓	28	26	29	↑
2006	67	66	63	↑	61	55	69	↓	28	25	28	↓
2007	65	60	61	↑	61	55	69	↑	27	25	28	↓
2008	60	53	59	↑	59	54	68	↑	27	26	31	↓
2009	60	53	58	↓	58	53	68	↑	29	26	34	↓
2010	64	59	59	↓	57	52	67	↑	29	27	33	↑
2011	67	65	62	↓	57	52	67	↓	28	26	32	↑
2012	69	68	64	↓	60	54	66	↓	27	26	30	↓
2013	70	68	65	↑	62	55	66	↓	26	25	29	↓
2014	67	59	63	↑	61	55	67	↑	26	25	29	↓
2015	64	55	59	↓	61	54	67	↑	27	26	35	↓
2016	64	55	59	↓	61	52	66	↑	27	26	38	↓
2017	65	59	60	↓	60	51	65	↑	28	27	42	↓
2018	65	64	61	↓	59	51	65	↓	28	27	41	↑
2019	66	69	62	↓	62	52	68	↓	27	25	40	↑

Примечание. IVeg, IGen, GabT, t – пояснения в тексте.

В результате формирования сводных таблиц было установлено, что наибольшей сопряженностью к трендам угнетения и восстановления фитосистем характеризуется комплексный суммационный показатель габитуальной деструкции в совокупности со значением тератогенности, поэтому в табл. 1 и 2 обозначены направления роста или уменьшения значений в виде стрелки трендов рядом со значениями третьего блока анализа. Этот критерий визуализируется по результатам полевых морфоструктурных наблюдений на 80–90% от всех получаемых значений. Только показатели микроструктуры пыльцевых зерен и конформационных тканей эмбрионального аппарата требуют микроскопирования в камеральных условиях. Такое обстоятельство приближает исследования по диагностике промышленных или селитебных зон к возможности реализации информативных полевых наблюдений в экспресс-оценке антропогенной нагрузки.

При анализе данных по пробным участкам в зонах воздействия металлургического производства максимальные пики угнетения зарегистрированы в 2005–2006 и 2014–2015 гг., тогда как работа условно сопутствующих предприятий коксохимического характера имеет только один максимальный пик значения на год позже первого пика, установленного для металлургических предприятий. С 2015 по 2019 гг. наблюдается уменьшение воздействия металлургического комплекса, а с 2018 г. отмечен достоверный рост угнетения фитосистем на химических предприятиях, что косвенно указывает на интенсификацию работы промышленности в этом направлении. Колебания индикаторных значений на пробных площадках отвалов угольных шахт наиболее частые (по 3–4 года), без существенных скачков значений, что обусловлено консервативным состоянием такого типа ландшафта, подверженного колебаниям фоновых значений геохимической активности. При анализе

этого варианта экотопа не принимали во внимание склоны, находящиеся под ежегодной искусственной механической трансформацией, переформированием или целенаправленной рекультивацией. Важно, что параметры, полученные в результате анализа строения вегетативных органов, имеют значения, максимально приближающиеся к верхне установленным по 100-балльной суммационной шкале. Индексы тератообразования в большинстве случаев для категорий техногенных экотопов занимают промежуточное значение между уровнем трансформации вегетативной и генеративной сферы растений-индикаторов, хотя для пробных участков металлургического характера воздействия зафиксирован феномен достоверно больших значений в генеративной сфере (существенный вклад вносят показатели деформированного или несформированного зародыша, элиминации интегументарных структур и поверхностных тканей околоплодника, выше и значения по неполноценности палинологического материала).

В парном сравнении экотопов селитебного и коммуникационно-транспортного назначения увеличенным уровнем нагрузки на фитосреду характеризуются автомагистрали, пики максимальных значений для которых установлены в 2006–2007 и 2013–2014 гг., такие же тенденции наблюдались в селитебных экотопах на год раньше в обоих случаях. Сопряжены ли факт минимальных значений индексов угнетения растений в селитебных зонах в 2002–2003, 2008–2009 и 2015–2016 гг. с численно меньшим значением непосредственного антропогенного вмешательства в развитие локальной биоты, – требует дополнительного изучения. Парковые зоны городов рассмотрены в качестве условного контроля благополучия в формировании растительных организмов с широкой экологической амплитудой. Существенной разницы между показателями генеративных и вегетативных структур в этом блоке эксперимента не установлено. Преимущественно во все годы общий индекс габитуальной трансформации и тератообразования был численно выше остальных показателей, что предположительно связано с особенностями механического воздействия на растительные организмы в этих точках отбора проб. Судя по полученным данным, парковые зоны Центрального Донбасса находились в состоянии максимального антропогенного воздействия в 2004–2005, 2009–2010 и 2017–2018 гг., а минимального – в 2006–2007, 2013–2014 гг. В каждом частном случае может наблюдаться разница, однако только в случае использования механизма расчета суммационных критериев можно выделить тенденциозные тренды динамики антропогенной нагрузки на природные системы по фитоиндикационным критериям (см. табл. 2).

Таким образом, при проведении дифференциального экотопического подхода, можно установить временные тренды состояния информативных индикаторов. Выделить при этом годы максимального экологического неблагополучия по всем категориям исследуемых территорий не представляется достоверно возможным, поэтому диагностические заключения экспертного содержания логичнее формировать в привязке к конкретному типу производства или характеру геохимической активности ландшафта. Полученные данные нуждаются в дальнейшей геостратегической обработке с последующей наглядной картографической визуализацией установленных процессов в динамике.

В последние два вегетационных периода были установлены фитоиндикационные значения по всем доступным структурным показателям для дополнительных видов при расширении ассортимента фитоиндикаторов: *Nigella arvensis* L., *Glaucium corniculatum* (L.) Rudolph, *Fumaria schleicheri* Soy.-Willem, *Portulaca oleracea* L., *Alsine media* L., *Dianthus campestris* M. Bieb., *Gypsophila paniculata* L., *Moehringia trinervia* (L.) Clairv., *Sagina procumbens* L., *Stellaria subulata* Boeber ex Schlecht. и *Atriplex mircantha* C. A. Mey. – виды полевой анатомо-морфологической диагностики, а также виды, подходящие по своим онтогенетическим и экологическим характеристикам к внедрению в процесс лабораторного биотестирования природных сред: *Amaranthus albus* L., *Atriplex tatarica* L., *Beta vulgaris* L., *Chenopodium hybridum* L., *Fagopyrum esculentum* Mill., *Persicaria hydropiper* Mill., *Polygonum euxinum* Chrtek, *Polygonum maritimum* L., *Echinocystis lobata* (Michx.) Torr. & Gray, *Alyssum*

hirsutum M. Bieb., *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh., *Barbarea stricta* Andrz., *Brassica campestris* L., *Capsella orientalis* Klokov.

Выводы

Технология фитоиндикационной экспертизы на основании квантификационных методов позволила провести ретроспективный 20-летний анализ динамики и тенденций изменения показателей состояния индикаторных фитосистем территорий Донецкого экономического региона. Выделенные временные тренды отражают направленность процессов угнетения или восстановления природных систем под меняющимся воздействием антропогенного фактора.

Установлено, что наиболее геохимически консервативны участки, находящиеся в непосредственной близости к предприятиям коксохимического и химического производства (один пик максимума), а также к заводам металлургического комплекса (два диапазонных максимума) в Донбассе за последние 20 лет; минимальной отличительной межгодовой вариацией характеризуются пробные участки на северных склонах террикоников; парковые зоны рекреации по функциональному зонированию в местах тихого отдыха имеют минимальное значение угнетения фитосистем и в предложенном ассортименте экотопов являются условно контрольными для доказательства значимости на 95%-ном доверительном интервале.

Результаты работы могут представлять интерес для органов местного самоуправления в регионе: исполнительных комитетов, экологических ведомств и служб, осуществляющих контроль за состоянием среды и планирующих реализацию государственного менеджмента в территориальных системах, находящихся в зоне максимальной выносливости растительных индикаторных организмов.

Работа выполнена в рамках инициативной научной темы «Функциональная ботаника: экологический мониторинг, ресурсные технологии, фитодизайн» № 0117D000192 на кафедре ботаники и экологии ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет».

Список литературы

1. Алемасова А. С., Пенькова Ю. И., Пивоварова А. С., Остапенко Р. В. Влияние военных действий на содержание некоторых металлов в почве Саур-Могилы, Донбасс // Теоретическая и прикладная экология. 2018. № 3. С. 33–39.
2. Антонова Е. В., Позолотина В. Н., Каримуллина Э. М. Изменчивость костреца безостого в условиях хронического облучения в зоне Восточно-Уральского радиоактивного следа // Экология. 2014. № 6. С. 459–468.
3. Безель В. С., Жуйкова Т. В., Дуля О. В., Бальбердина Н. С. Внутривидовая изменчивость металлоустойчивости семенного потомства *Taraxacum officinale* Wigg. s.l. : анализ на основе зависимостей «доза – эффект» // Экология. 2019. № 4. С. 263–269.
4. Васильев А. Г. Эволюционная экология в XXI веке : новые концепции и перспективы развития // Экология. 2019. № 2. С. 88–100.
5. Глухов А. З., Сафонов А. И. Перспективы проведения фитоиндикационного мониторинга техногенно трансформированных экотопов // Промышленная ботаника. 2002. Т. 2. С. 7–14.
6. Жуйкова Т. В., Безель В. С., Позолотина В. Н., Северюхина О. А. Репродуктивные возможности растений в градиенте химического загрязнения среды // Экология. 2002. № 6. С. 431–436.
7. Зыкова Ю. Н., Скугорева С. Г., Товстик Е. В., Ашихмина Т. Я. Подходы к оценке состояния городских почв методами биотестирования с использованием организмов различной систематической принадлежности и данных химического анализа // Теоретическая и прикладная экология. 2017. № 3. С. 38–46.
8. Лянгузова И. В. Динамические тренды содержания тяжелых металлов в растениях и почвах при разном режиме аэротехногенной нагрузки // Экология. 2017. № 4. С. 250–260.

9. Сафонов А. И. Стратегическая потенциализация фитоиндикаторов техногенных загрязнений // Аграрная Россия. 2009. № 51. С. 58–59.

10. Сафонов А. И. Индикаторная роль растений в системе управления городом в промышленном регионе // Экологическая ситуация в Донбассе. М. : Изд-во МНЭПУ, 2016. Т. 1. С. 288–293.

11. Сафонов А. И. Фитоквантификация как информационный ресурс экологического мониторинга Донбасса // Донецкие чтения 2018 : Образование, наука, инновации, культура и вызовы современности : матер. III Междунар. науч. конф. (Донецк, 25 октября 2018 г.). Т. 2. Хим.-биол. науки. Донецк : Изд-во ДонНУ, 2018. С. 216–217.

12. Сафонов А. И. Фронтальный спектр фитодиагностики в Донбассе (2018–2019 гг.) // Донецкие чтения 2019 : Образование, наука, инновации, культура и вызовы современности : матер. IV Междунар. науч. конф. (Донецк, 31 октября 2019 г.). Т. 2: Хим.-биол. науки. Донецк : Изд-во ДонНУ, 2019. С. 270–271.

13. Скугорева С. Г., Кутявина Т. И., Огородникова С. Ю., Кондакова Л. В., Симакова В. С., Блинова А. Л., Зыкова Ю. Н., Домрачева Л. И., Ашихмина Т. Я. Комплексный подход в оценке экологического состояния городских почв // Теоретическая и прикладная экология. 2019. № 3. С. 57–65.

14. Тамахина А. Я., Ахкубекова А. А. Мониторинг состава растительных сообществ на отвалах из отходов обогащения цветных металлов // Теоретическая и прикладная экология. 2019. № 2. С. 61–67.

15. Трифонова Т. А., Подолец А. А., Селиванов О. Г., Марцев А. А. Оценка загрязнения почв рекреационных территорий промышленного города соединениями тяжелых металлов и мышьяка // Теоретическая и прикладная экология. 2018. № 2. С. 94–101.

16. Шималина Н. С., Позолотина В. Н., Орехова Н. А., Антонова Е. В. Оценка биологических эффектов у семенного потомства *Plantago major* L. в зоне действия медеплавильного производства // Экология. 2017. № 6. С. 420–430.

17. Burggren W. Epigenetic inheritance and its role in evolutionary biology : re-evaluation and new perspectives // Biology. 2016. Vol. 5, N 24. P. 2–22.

18. Ernst W. H. O. Evolution of metal tolerance in higher plants // For. Snow Landsc. Res. 2006. Vol. 80, N 3. P. 251–274.

19. Panidi E., Trofimetz L., Sokolova J. Application of phyto-indication and radiocesium indicative methods for microrelief mapping // IOP Conf. Series : Earth and Environmental Science. 2016. N 34. P. 12–29.

20. Pozolotina V. N., Antonova E. V. Temporal variability of the quality of *Taraxacum officinale* seed progeny from the East-Ural radioactive trace : is there an interaction between low level radiation and weather conditions? // Intern. J. of Radiation Biology. 2017. Vol. 93, N 3. P. 330–339. <http://dx.doi.org/10.1080/09553002.2016.1254835>

21. White P. J., Brown P. H. Plant nutrition for sustainable development and global health // Annals of Botany. 2010. Vol. 105. P. 1073–1080.

Safonov A. I. Dynamics of phytomonitoring indicators of anthropotechnogenesis in the Donbass (2000–2019). – The time trends of the state of Donbass phytosystems according to indicator criteria have been identified. During the period from 2000 to 2019, fluctuations in the values of phytoindication parameters were established, which proves their phenotypic nature of manifestation. It is based on the method of phytoindication of structural transformations at the autecological level of organization of phytosystems with a wide range of endurance in the factors of anthropotechnogenesis.

Key words: phytoindication, Donbass, environmental monitoring.

УДК 58.15 : 58.632 : 502 (477)

© И. А. Федоркина

ФИТОИНДИКАЦИОННЫЕ КОРРЕЛЯТЫ УРОВНЯ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ В ДОНБАССЕ

ГО ВПО «Донецкий национальный университет экономики и
торговли имени Михаила Туган-Барановского»
283050, г. Донецк, ул. Щорса, 31; e-mail: fiaa@list.ru

Федоркина И. А. Фитоиндикационные корреляты уровня антропогенной нагрузки в Донбассе. – Составлены экологически значимые корреляционные показатели в системе фитомониторинга Донбасса. Проведен статистический учет параметров как комплексного, так и монофакторного подхода в оценке состояния экотопов промышленных и урбанизированных территорий Северного Приазовья в сравнении с контрольными участками формирования видов фитоиндикационной значимости.

Ключевые слова: экологический мониторинг, фитоиндикация, Донбасс.

Введение

В решении многих экологических вопросов антропогенно напряженных регионов особое место занимает необходимость разработки и регионального оснащения данными системы экологического мониторинга [4, 17, 19]. Растения часто используют в качестве индикаторов во многих аспектах: при анализе загрязнения воздуха как токсическими элементами [1, 7, 12], так и биологическими продуктами жизнедеятельности и функционирования [5, 8, 14, 16], в случае оценки качества почв [2, 11], при необходимости внедрения методов стандартизации и нормирования антропогенной нагрузки на окружающую среду [3, 15]. Все эти направления требуют соблюдения основного правила экспериментальной экологии – доказательства статистической достоверности полученных результатов в системе «опыт – контроль». Поэтому полученные первичные данные полевого и камерального ботанико-экологического эксперимента требуют многостороннего анализа при внедрении способов математической обработки уже имеющихся результатов.

Цель работы – провести корреляционный анализ некоторых данных в системе внутреннего, монофакторного и парного сравнения данных по фитомониторингу и индикации состояния окружающей среды на промышленных и урбанизированных территориях Северного Приазовья.

Материал и методы исследования

Базовый методический ресурс сформирован в Донбассе на основании многолетних эмпирических разработок ученых-экологов [2, 10, 13, 20]. Фитоиндикация рассматривается как часть биоэкологических исследований по выявлению характеристик экотопов, важных в системе принятия решения по контролю качества природных сред [3, 6, 9, 18]. При выделении экологически значимых корреляционных показателей в системе фитомониторинга Донбасса сравнивали максимально контрастные в геохимическом и антропогенном отношении места произрастания растений для уточнения их мониторинговой значимости. В качестве экспериментальных видов были взяты растения с выраженной индикационной разницей и часто встречающиеся в промышленных и селитебных экотопах: *Diplotaxis muralis* (L.) DC., *Centaurea diffusa* Lam., *Amaranthus retroflexus* L. и *Galinsoga parviflora* Cav., также эти виды произрастали и в буферных территориях условно малонарушенных зон при значительном удалении от мест непосредственной деятельности человека (контрольные участки).

Для унификации внутренних и парных сравнений использовали такие ботанические показатели функционального состояния объектов исследования: 1) репродуктивное усилие (РУ); 2) качество семенного материала (КСм); 3) морфологическая разнокачественность листового аппарата в аутоэкологическом аспекте (МРЛа); 4) генеративный успех (ГУ);

5) частота фиксирования тератных проявлений на соматическом уровне (ЧТп); 6) уязвимость внешнего строения на уровне особи (ВСо); 7) полноценность прохождения вегетации (ПВ).

Все указанные признаки были ранжированы по 10-балльной шкале, где показатели от 1 до 3 соответствуют условной норме в диапазоне нормальной морфологической вариации, от 4 до 6 – значения умеренного антропогенного воздействия, более 6 – показатели неблагоприятного воздействия на растительный индикаторный организм. Объем выборки – 120 показателей – значений признаков и факторов, имеющих геолокальную привязку к экотопам, которые характеризовались разной степенью антропопрессии.

Результаты и обсуждение

Определение коррелирующих особенностей внутри групп признаков функционального состояния растений-индикаторов (табл. 1) имеет важное информационное значение при альтернативном использовании разных показателей, что востребовано в практике полевой диагностики. Если значения рассчитанного коэффициента корреляции находились в диапазоне от -0,15 до +0,15, то в таблицу численные данные не вносили, поскольку они не имеют значимости в указанном целевом использовании.

Таблица 1

Внутренние корреляты системы индикационной значимости видов растений

Показатели	КСм	МРЛа	ГУ	ЧТп	ВСо	ПВ
<i>Diplotaxis muralis</i> (L.) DC.						
РУ	+0,21	-0,17	+0,88	-0,25	+0,16	+0,37
КСм		-0,36	-0,27	-0,16	не установлено	
МРЛа			-0,17	+0,67		
ГУ				-0,18	-0,36	-0,24
ЧТп					-0,26	-0,19
ВСо						+0,91
<i>Centaurea diffusa</i> Lam.						
РУ	-0,28	+0,18	+0,85	+0,28	не установлено	
КСм		не установлено		+0,16	+0,26	+0,16
МРЛа			-0,38	+0,70	-0,18	-0,35
ГУ				-0,19	+0,29	-0,30
ЧТп					-0,25	-0,26
ВСо						+0,54
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.						
РУ	+0,19	-0,20	+0,81	не установлено		-0,42
КСм		+0,41	-0,17	+0,28	+0,27	-0,22
МРЛа			-0,19	+0,83	-0,22	+0,34
ГУ				не установлено		
ЧТп					+0,17	-0,28
ВСо						+0,58
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.						
РУ	+0,22	-0,18	+0,84	-0,30	-0,23	+0,19
КСм		+0,26	-0,25	не установлено		+0,16
МРЛа			+0,18	+0,81	-0,29	+0,40
ГУ				+0,38	+0,23	-0,21
ЧТп					+0,24	-0,18
ВСо						+0,68

Примечание. Аббревиатуры показателей – пояснения в тексте.

В группах из показателей структурно-функционального состояния растительных организмов при внутреннем парном сравнении выделены три сопряженных блока: ГУ–РУ, ЧТп–МРЛа и ВСо–ПВ. Во всех случаях значение коэффициентов корреляции для каждого из указанных видов превышало +0,50 и было значимо на 0,95 уровне достоверности. Установлено, что численные значения показателей репродуктивного усилия и генеративного успеха сопряжены, поскольку в основу положено определение качественного состояния репродуктивных органов, однако к этой группе не относится показатель качества семенного материала, что идет вразрез с ожидаемыми результатами и требует дополнительного рассмотрения. Вероятно, такие результаты связаны с разницей в состоянии структур эмбрионального аппарата как части семени (плода) изученных материалов.

Частота тератообразования имеет устойчивую корреляцию с морфологической гетерогенностью листового аппарата изучаемых растений-индикаторов. Это доказывает, что в полевых условиях сбора образцов больше всего фиксируется аномальность строения вегетативных органов, в частности, листьев и преимущественно нижней прикорневой формации, что справедливо для *D. muralis*, *C. diffusa*, *A. retroflexus* и *G. parviflora*.

Третий блок смежных сопутствующих друг другу признаков выделили в паре внешнего строения на уровне особи (габитуса) и показателя соответствия периода прохождения вегетации нормальным срокам. Обычно результат пайноморфности в условиях засушливого континентального климата с добавлением стрессовых факторов в виде промышленных загрязнений формирует условие проявления признаков ксерофитизации, что также было отмечено при подсчете сроков цветения и плодоношения тест-организмов. Такую закономерность выявленной корреляции предположительно можно объяснить особенностью механического нарушения в строении растений в местах хозяйственно-бытового и промышленного пользования.

В целом, рассматриваем эксперимент по выявлению устойчивых коррелятов успешным, поскольку не менее 10% всех проанализированных групп взаимодействия выявлены как сопряженные и эта закономерность прослежена со сходными результатами у четырех видов разной таксономической принадлежности и разных онтогенетических характеристик.

Тест-виды также находились в период роста и развития в разных условиях антропогенной нагрузки на среду, доказательством которой ученые часто считают условия загрязнения питательного горизонта соединениями тяжелых металлов, что изучено в последние годы для пробных участков на примере мохообразных [1, 15] и требует дальнейшего изучения для цветковых растений.

Факториальный анализ связи информативных индикаторных признаков растений проводили по коэффициентам корреляции в значениях концентрации некоторых тяжелых металлов в корненасыщенном слое почвогрунтов (табл. 2).

Показатель репродуктивного усилия, имеющий тесную связь с уровнем генеративного успеха, для выбранных растительных организмов не был достоверно статистически связан ни с одним металлом-загрязнителем, хотя в случаях с зонами промышленного загрязнения концентрации превышали предельно-допустимые в 10–13 раз, что дает возможность испытать растения в условиях чрезвычайно высокого уровня металлостресса. Максимальная положительная корреляция (см. табл. 2) установлена в численном эквиваленте для *D. muralis*, что не является основанием указывать на наличие устойчивых связей в изучаемой системе признаков при взаимодействии с факторами загрязнения.

Сравнение коэффициентов корреляции показателя качества семенного материала изученных видов сорно-рудеральной фракции урбанофлоры Донбасса с уровнем загрязнения почв шестью приоритетными для металлургического комплекса тяжелыми металлами также не позволило выявить положительной или отрицательной достоверной связи. По-видимому, это закономерно для видов с широкой экологической амплитудой и высокими пределами выносливости, когда условия сильного металлостресса не являются лимитирующими при формировании качественного семенного материала.

**Факториальные корреляты системы индикационной значимости видов растений
в эколого-токсическом блоке сравнения**

Показатели	Концентрации тяжелых металлов, значения по 10-балльной оценке всего диапазона вариации					
	Cd	Ni	Pb	Cr	Cu	Zn
	<i>Diplotaxis muralis</i> (L.) DC.					
РУ	+0,11	+0,22	+0,11	+0,15	-0,13	-0,17
КСм	+0,12	+0,30	+0,15	+0,10	+0,13	-0,15
МРЛа	+0,55	+0,22	+0,67	+0,14	+0,81	+0,23
ГУ	+0,11	+0,22	+0,16	+0,15	-0,12	-0,17
ЧТп	+0,66	+0,24	+0,77	+0,30	+0,88	+0,25
ВСо	+0,96	+0,32	+0,28	+0,27	+0,10	+0,15
ПВ	+0,91	-0,21	+0,12	-0,22	-0,13	+0,28
<i>Centaurea diffusa</i> Lam.						
РУ	-0,14	+0,17	+0,21	-0,12	-0,16	-0,16
КСм	+0,18	+0,14	+0,24	+0,13	-0,15	+0,09
МРЛа	+0,76	+0,26	+0,75	+0,27	+0,74	+0,11
ГУ	-0,13	+0,17	+0,20	-0,12	-0,17	-0,16
ЧТп	+0,70	-0,28	+0,68	-0,29	+0,69	+0,22
ВСо	+0,15	+0,30	-0,09	+0,26	+0,24	+0,29
ПВ	-0,27	-0,31	+0,31	-0,33	+0,09	-0,12
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.						
РУ	-0,13	+0,17	+0,20	+0,18	+0,16	+0,15
КСм	+0,20	+0,08	+0,05	+0,14	+0,13	+0,21
МРЛа	+0,81	-0,28	+0,80	-0,11	+0,76	+0,20
ГУ	-0,14	+0,17	+0,21	+0,19	+0,17	+0,16
ЧТп	+0,72	+0,24	+0,73	+0,30	+0,78	+0,33
ВСо	+0,20	-0,80	-0,19	+0,22	-0,18	-0,82
ПВ	-0,34	-0,79	-0,33	-0,16	+0,30	-0,78
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.						
РУ	+0,16	-0,21	-0,20	+0,11	+0,09	+0,15
КСм	+0,10	+0,11	+0,20	-0,09	+0,09	-0,22
МРЛа	+0,59	-0,11	+0,66	+0,24	+0,55	-0,12
ГУ	+0,15	-0,21	-0,22	+0,11	+0,10	+0,14
ЧТп	+0,57	+0,18	+0,64	+0,20	+0,61	-0,19
ВСо	+0,24	-0,83	-0,10	+0,21	+0,14	-0,81
ПВ	+0,11	-0,80	+0,25	+0,23	-0,17	-0,77

Одним из самых значимых установленных результатов является тесная корреляция показателя разнокачественности листового аппарата и частоты фиксирования тератных проявлений на соматическом уровне с высокими концентрациями соединений кадмия, свинца и меди в почве, что также совпадает с наблюдениями по совместному загрязнению этими элементами окружающей среды в Донбассе. Эта закономерность установлена для всех изучаемых видов растений по указанной паре признаков.

При высоких концентрациях в почве цинка и никеля отмечены самые низкие показатели уязвимости внешнего строения на уровне особи и полноценности прохождения вегетации у видов *A. retroflexus* и *G. parviflora*. Такая устойчивая обратная корреляция доказывает высокий уровень толерантности изучаемых видов к отдельным загрязнителям и констатирует стимулирующий эффект смены стратегии выживания вида в химически неблагоприятных условиях среды.

D. muralis по показателям ВСо и ПВ достоверно сопряжен с концентрацией кадмия в почвенном горизонте, что позволяет констатировать видоспецифичность и индикаторную значимость при загрязнении субстрата именно этим металлом. Остальные показатели не дали достоверной коррелятивной разницы, что также является важным фактом в том случае, чтобы на практике всегда учитывать специфичные реакции растений к загрязнителям, не экстраполируя на весь спектр условий среды. В большинстве случаев доказано, что совокупность стрессовых условий оказывает стимулирующее воздействие на развитие репродуктивной системы растений-индикаторов, характеризующихся широкой амплитудой толерантности.

Выводы

Установлено, что виды *D. muralis*, *C. diffusa*, *A. retroflexus* и *G. parviflora* имеют определенные структурно-функциональные связи в парных сравнениях внутри групповых вариаций индикаторных признаков и при анализе показателей сопряженности строения растений с уровнями загрязнения почв тяжелыми металлами.

Поскольку изучаемые виды характеризуются высоким уровнем выносливости к факторам антропогенной трансформации среды (как механической, так и токсической), то отмечен высокий адаптационный потенциал репродуктивной сферы *D. muralis*, *C. diffusa*, *A. retroflexus* и *G. parviflora*, когда на уровне особи наблюдаются существенные перестройки, позволяющие реализовать стратегию выживания и эксплеренции вида в неблагоприятных условиях среды.

Список литературы

1. Алемасова А. С., Сафонов А. И., Сергеева А. С. Накопление тяжелых металлов мохообразными в различных экотопах Донбасса // Трансформация экосистем под воздействием природных и антропогенных факторов : матер. Междунар. науч. конф. (Киров, 16–18 апреля 2019 г.). Киров : ВятГУ, 2019. С. 60–65.
2. Глухов А. З., Сафонов А. И. Перспективы проведения фитоиндикационного мониторинга техногенно трансформированных экотопов // Промышленная ботаника. 2002. Т. 2. С. 7–14.
3. Глухов А. З., Сафонов А. И. Экосистемное нормирование по данным фитоиндикационного мониторинга // Донецкие чтения 2016 : Образование, наука и вызовы современности : матер. I Междунар. науч. конф. (Донецк, 16–18 мая 2016 г.). Т. 1. Физ.-мат., техн. науки и экол. Донецк : Изд-во ЮФУ, 2016. С. 311–312.
4. Ибрагимова Э. Э. Мониторинг состояния окружающей среды методами фитоиндикации техногенного химического загрязнения // Человек – Природа – Общество : Теория и практика безопасности жизнедеятельности, экологии и валеологии. 2018. № 4 (11). С. 57–61.
5. Мирненко Н. С. Тератоморфы пыльцевых зерен *Ambrosia artemisiifolia* L. селитебных территорий г. Донецка // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2017. № 1–2. С. 26–31.
6. Морозова Е. И., Сафонов А. И. Мониторинг в условиях промышленных экотопов с помощью мохообразных // Донецкие чтения 2016 : Образование, наука и вызовы современности : матер. I Междунар. науч. конф. (Донецк, 16–18 мая 2016 г.). Т. 1. Физ.-мат., техн. науки и экол. Донецк : Изд-во ЮФУ, 2016. С. 317–318.
7. Морозова Е. И., Сафонов А. И. Видовой состав, особенности произрастания и морфометрическая характеристика мхов-индикаторов г. Макеевки // Донецкие чтения 2017 : Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса : матер. Междунар. науч. конф. студ. и мол. уч. (Донецк, 17–20 октября 2017 г.). Т. 2. Хим.-биол. науки. Донецк : Изд-во ДонНУ, 2017. С. 100–102.
8. Осмонбаева К. Б. Использование пыльцы растений в качестве тест-системы окружающей среды. Каракол, 2010. 147 с.

9. Приходько С. А., Штирц Ю. А. Оценка изменчивости формы листовой пластинки *Populus nigra* L. s.l. в условиях промышленных отвалов методами геометрической морфометрии // Самарская Лука : проблемы региональной и глобальной экологии. 2019. Т. 28, № 2. С. 219–229.

10. Сафонов А. И. Стратегическая потенциализация фитоиндикаторов техногенных загрязнений // Аграрная Россия. 2009. № 51. С. 58–59.

11. Сафонов А. И. Индикаторная роль растений в системе управления городом в промышленном регионе // Экологическая ситуация в Донбассе. М. : Изд-во МНЭПУ, 2016. Т. 1. С. 288–293.

12. Сафонов А. И. Фитоэмбриональный скрининг в экологическом мониторинге Донбасса // Зеленый журнал. Бюл. бот. сада Тверского гос. ун-та. 2017. Вып. 3. С. 5–12.

13. Сафонов А. И. Фитоквантификация как информационный ресурс экологического мониторинга Донбасса // Донецкие чтения 2018 : Образование, наука, инновации, культура и вызовы современности : матер. III Междунар. науч. конф. (Донецк, 25 октября 2018 г.). Т. 2. Хим.-биол. науки. Донецк : Изд-во ДонНУ, 2018. С. 216–217.

14. Сафонов А. И. Тератогенез растений-индикаторов промышленного Донбасса // Разнообразие растительного мира. 2019. № 1 (1). С. 4–16. <http://dx.doi.org/10.22281/2686-9713-2019-1-4-16>

15. Сафонов А. И. Фронтальный спектр фитодиагностики в Донбассе (2018–2019 гг.) // Донецкие чтения 2019 : Образование, наука, инновации, культура и вызовы современности : матер. IV Междунар. науч. конф. (Донецк, 31 октября 2019 г.). Т. 2: Хим.-биол. науки. Донецк : Изд-во ДонНУ, 2019. С. 270–271.

16. Смирнов В. В., Боков Д. О., Морохина С. Л., Луферов А. Н. Актуальные аспекты и специфика стандартизации полного аллергенного экстракта пыльцы березы // Бутлеровские сообщения. 2013. Т. 36, № 10. С. 13–20.

17. Khondhodjaeva N. B., Ismillaeva K. B., Ruzimbayeva N. T. Bioindication and its importance in the conducting of ecological monitoring // European Science. 2018. № 4 (36). P. 68–70.

18. Safonov A. I. Phyto-qualimetry of toxic pressure and the degree of ecotopes transformation in Donetsk region // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2013. № 1 (13). С. 52–59.

19. Safonov A. I. Phytoindicational monitoring in Donetsk // Наука. Мысль. 2016. № 4. С. 59–71.

20. Safonov A. I., Safonova Y. S. Approbation of botanical expertise method in ecological monitoring // Геополитика и экогеодинамика регионов. 2014. Т. 10, № 2. С. 219–221.

Fedorkina I. A. Phytoindication correlates of the level of anthropogenic load in the Donbass. – Compiled environmentally significant correlation indicators in the Donbass phytomonitoring system. Statistical accounting of the parameters of both an integrated and a monofactor approach was carried out in assessing the state of ecotopes of industrial and urbanized territories of the Northern Azov region in comparison with the control plots of the formation of phytoindication significance species.

Key words: environmental monitoring, phytoindication, Donbass.

УДК 595.771

© Е. Н. Маслодудова

**КРОВСОСУЩИЕ МОШКИ (DIPTERA, SIMULIIDAE) И ИХ ЗАРАЖЕННОСТЬ
МИКРОСПОРИДИЯМИ В ДОНБАССЕ**

*ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»
283050, г. Донецк, ул. Щорса, 46; e-mail:maslodudova@mail.ru*

Маслодудова Е. Н. Кровососущие мошки (Diptera, Simuliidae) и их зараженность микроспоридиями в Донбассе. – Обобщены данные многолетних исследований мошек Донбасса, определен видовой состав кровососущих двукрылых насекомых семейства Simuliidae. Выявлены биотопические предпочтения отдельных видов. Установлена значительная зараженность личинок мошек микроспоридиями и энтомопатогенными грибами рода *Coelomycidium*, которые являются природным фактором снижения численности кровососов. Экстенсивность заражения личинок в отдельных водотоках составляла 70% и более.

Ключевые слова: мошки, микроспоридии, энтомопатогенные грибы.

Введение

Эпидемиологическая ситуация по многим болезням в настоящее время во всем мире обостряется. Под особым контролем должны находиться кровососущие насекомые, являющиеся переносчиками опасных возбудителей. Мошки известны как специфические переносчики круглых червей – микрофилярий рода *Onchocerca*, паразитирующих у человека и крупного рогатого скота под кожей. На Украине в западных областях Полесья в 60-70-х годах XX века зарегистрированы случаи падежа крупного рогатого скота в период массового вылета мошек [3–7, 13, 21, 22]. Кроме этого опасного заболевания они могут распространять возбудителей сибирской язвы, чумы, туляремии и других кровепаразитов, таких как дирофилярий, жизненный цикл которых еще не совсем изучен, но случаи их выявления зарегистрированы в Украине.

Фаунистический список мошек, их экология, биологические особенности обширно обследованы на территории Полесья и северных областей Украины [1, 8–11, 23, 24, 29].

Много лет под руководством профессора З. В. Усовой изучали фауну мошек Украины, особенности биологии, численность, распространение в зоне Полесья, лесостепи и степной зоне [7, 18–20, 25, 27–29, 32–35].

В комплексе с общебиологическими исследованиями мошек проводилась разработка мер борьбы с кровососущими видами на основе использования паразитических организмов как биологических агентов снижения их численности [2, 14, 15, 26].

Гидрографическая сеть степной зоны значительно отличается от лесостепной и представлена мелкими речками, ручьями различного происхождения. Поэтому в зоне Приазовья распространены виды мошек, предпочитающие мелководные, слабопроточные, хорошо прогреваемые водотоки. Расселение мошек отмечено вплоть до побережья Азовского моря, дальность их разлета – до двух километров, поэтому потенциальная эпидемиологическая опасность сохраняется. Учитывая еще и температурный фактор, особо влияющий на скорость развития мошек, количество генераций в году увеличено, а соответственно и численность кровососов в этой зоне значительно повышается. В связи с этим на кафедре зоологии и экологии ДонНУ проводятся мониторинговые исследования по видовому составу, численности, регистрации мест выплода, изучению зараженности личинок мошек микроспоридиями, значительно снижающих численность кровососов в природе.

В задачи наших исследований входило:

- определить видовой состав и особенности биологии развития мошек в условиях юго-восточной Украины;
- выявить места выплода мошек на исследуемой территории;

- изучить зараженность личинок мошек микроспоридиями и определить их значение в снижении численности кровососов.

Обобщая данные многолетних исследований различных районов Донбасса, определен видовой состав кровососущих двукрылых насекомых семейства Simuliidae. Выявлены виды мошек, предпочитающие определенные биотопы. Установлено, что ограничивающими факторами численности и видового богатства мошек, в сравнении с другими регионами, являются высокая температура в летние месяцы (свыше 35°C), скорость течения в водотоке, а также характер субстрата, на котором самки откладывают яйца.

Материал и методы исследования

Исследования проводили в Волновахском, Тельмановском, Старобешевском, Новоазовском, Великоновоселковском районах и в окрестностях г. Донецка.

С 1977 г. по 2014 г. в Волновахском, Старобешевском, Новоазовском, Тельмановском районах проводили мониторинговые исследования видового состава, мест выплода мошек и зараженности их микроспоридиями.

В Великоновоселковском районе в период 2013-2014 гг. было собрано 120 проб преимагинальных фаз мошек. При осмотре выявлено: личинок I поколения – около 250, личинок II поколения – около 500, личинок III поколения – около 400, куколок зрелых – около 300. При обработке собранного материала было изготовлено 112 препаратов для дальнейшего изучения видового состава мошек исследуемого района.

Полевые исследования и сбор проб проводили по общепринятой методике З. В. Усовой [32] и И. А. Рубцова [26] (рис.1).

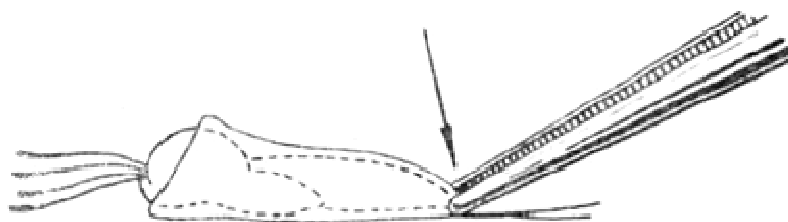


Рис. 1. Способ снятия куколки с субстрата (по [26])

Всего обследовано более 150 водотоков, собрано более 2000 проб преимагинальных фаз мошек и изготовлено более 500 микропрепаратов.

В просмотренных пробах выявлены личинки мошек, зараженные микроспоридиями и энтомопатогенным грибом *Coelomycidium simulii*.

Водные фазы мошек собирали в пенициллиновые флаконы, фиксировали 70% спиртом или 3–4% раствором формалина.

Каждую пробу этикетировали с указанием даты и места сбора. Фиксировались номер пробы, дата, место взятия пробы, плотность личинок и полная характеристика водотока: его тип, ширина, глубина, длина, температура и мутность воды, характер дна, скорость течения, описание берегов, описание субстрата, с которого взяты преимагинальные фазы мошек.

Результаты и обсуждение

Местами выплода мошек в Волновахском районе отмечены ручьи, притоки рек Сухая Волноваха, Мокрая Волноваха, протекающие в с. Николаевка, Новоигнатьевка, Богдановка, Петровское, Викторовка, Ближнее, Васильевка, Свободное, пгт. Донское; река Калка, ее исток начинается в с. Анадоль, Каменка, река Кашлагач, приток р. Волчьей протекает в хут. Зеленый Гай, с. Благодатное, Владимировка, Велико-Анадольский лес. Ручьи имеют илистое топкое дно, берега, обросшие осоковыми, служащие основным субстратом для прикрепления мошек. Преобладающими видами в структуре биоценоза отмечены: *Odagmia ornata* (Meig., 1818), *Wilhelmia equina* (L., 1758), *Wilhelmia pseudequina* (Sequi, 1921). Зараженность личинок

мошек микроспоридиями в отмеченных водотоках достигает 30–65% в летние и осенние месяцы.

Исток р. Калка (с. Анадоль) имеет каменистое, покрытое мелким гравием, хорошо прогреваемое дно. Субстратом для мошек служат каменистые береговые выступы и камни на дне. Доминирующими видами здесь являлись *Eusimulium aureum* (Fries, 1824), *Eusimulium latisonum* (Rubzov, 1956), *Nevermania angustitarsis* (Lundstr., 1911). В летний период отмечена высокая зараженность личинок микроспоридиями – 65–70%.

В Волновашском районе в результате изучения видового состава мошек в период 2000–2014 гг. выявлено 8 видов, которые относятся к 6 родам: *O. ornata*, *W. equina*, *W. pseudequina*, *E. aureum*, *E. latisonum*, *N. angustitarsis*, *Boopthora erythrocephala* (DeGeer, 1776), *Simulium nolleri* (Fried, 1920). Преобладающими видами по численности являются 3 вида – *O. ornata*, *E. aureum*, *N. angustitarsis*. Эти виды расселены по неглубоким ручьям (до 10–30 см), со скоростью течения 0,2–0,6 м/сек. Наибольшая зараженность микроспоридиями (до 70–90%) отмечена в периоды массового вылета мошек – третья декада марта, июнь и сентябрь.

В Старобешевском, Тельмановском и Новоазовском районах протекает р. Кальмиус, на которой построено Павлопольское водохранилище. По берегам реки – гранитные обнажения, дно каменистое, служащее субстратом для прикрепления преимагинальных фаз мошек. Река Кальмиус протекает по окраинам с. Гнутово, Толоковка, Приморское, затем соединяясь с р. Калка и впадает в Азовское море. Яйцекладки, личинки, куколки мошек обнаружены локально, вдоль всей протяженности реки в местах наибольшей аэрации воды – это изменения русла реки, сужения, перекаты, водопады. Массовые виды – *O. ornata*, *W. equina*, *W. pseudequina*, *E. aureum*. Зараженность микроспоридиями в летний период – 20–60%.

Гидрографическая сеть Великоновоселковского района представлена крупными и мелкими реками, ручьями, перекатами, которые соединяют водоемы, которые являются благоприятными для откладки яиц, выплода и развития мошек.

Исследованы проточные водотоки в селах и на окраинах: Искра, Зеленый Гай, Новохатское, Красная звезда, Поддубное, Карла Маркса, Комар, Федоровка, Веселое, Нескучное, через которые протекают реки Волчья и Мокрые Ялы.

На территории района были обследованы 40 водотоков, в 37 были собраны личинки и куколки мошек. Обнаружены различные стадии развития преимагинальных фаз мошек.

Видовой состав и численность мошек в водотоках определяется в основном скоростью течения, наличием определенного субстрата, температурой воды. Поэтому, с целью более полного выявления видового состава были исследованы водоемы различных типов. На территориях с. Искра и Зеленый Гай были обследованы 18 проточных ручьев, в с. Новохатское, Красная звезда, Поддубное – 12 проточных ручьев, в с. Карла Маркса, Комар, Федоровка, Веселое, Нескучное – 10 водостоков.

В результате проведенных исследований в водотоках Великоновоселковского района было выявлено 5 видов мошек: *O. ornata*, *B. erythrocephala*, *S. nolleri*, *E. aureum*, *W. pseudequina*.

Места выплода мошек по физико-географическим и гидрологическим особенностям были разделены на 3 типа:

– участки рек и ручьи с быстрым течением (до 2 м/с); температура воды в июне–августе не превышает 23–25°C, дно каменистое, служащее субстратом для прикрепления мошек *S. nolleri* (рис. 2, 3), зараженных личинок среди этого вида мошек не выявлено;

– участки рек и ручьи со средним течением (до 1 м/с), температура в летние месяцы – 20–28°C, заселены мошками *W. pseudequina*, субстрат для прикрепления – каменистые берега (рис. 4, 5), зараженность личинок микроспоридиями в весенне-летний период варьирует от 10–20 до 70% в отдельных ручьях;

– ручьи с медленным течением (0,1–0,5 м/с), хорошо прогреваемые в летние месяцы (до 30–35°C), предпочитают виды *O. ornata*, *B. erythrocephala*, *E. aureum*, зараженность личинок, развивающихся в мелких, хорошо прогреваемых ручьях высокая и составляет в летний период 40–70%.



Рис. 2. Ручей в с. Комарь



Рис. 3. Перекат реки в с. Искра



Рис. 4. Река в с. Искра

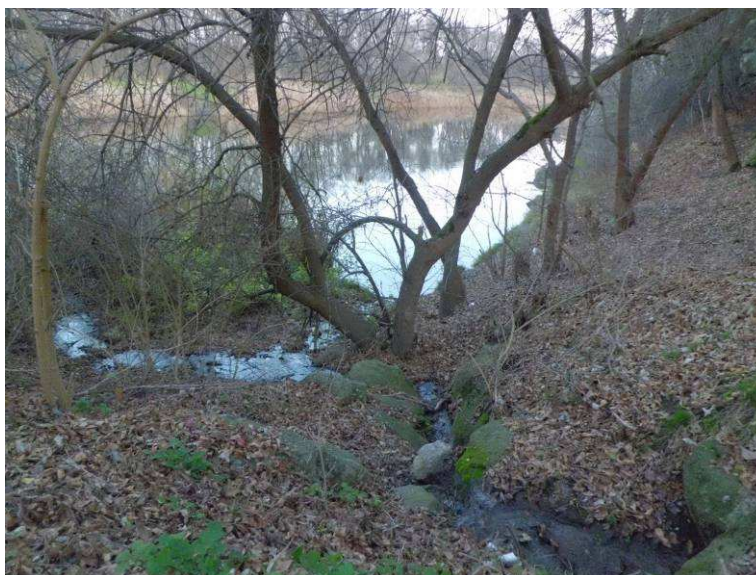


Рис. 5. Ручей в с. Зелёный Гай

В окрестностях г. Донецка обследовано более 30 водотоков, из них в 23 собраны личинки и куколки мошек.

Обследованные водотоки можно условно разделить на 3 группы (табл. 1).

I группа – мелкие речки, притоки р. Кальмиус: р. Водяная (между Яковлевкой и Спартаком); речка, протекающая по Путиловскому лесу, огибает шахту «Бутовка-Донецкая», приток р. Водяной; р. Тихая (приток р. Скоморошиной), протекает в Водяной балке; р. Кирша, приток р. Осыковая, протекает к северу от ст. Мандрыкино; р. Берестовая, приток р. Осыковой к северу от ст. Доля; р. Дурная (приток) – р. Лозовая (исток притока р. Дурная – на Тепличном); р. Лозовая – между Лидиевкой и Горняком; р. Бахмутка протекает около терриконов шахты № 19 и пл. Свободы; р. Безымянная – от пос. ст. Рутченково в сторону с. Старомихайловка; р. Осыковая протекает через Мандрыкино – Петровское.

Все эти мелкие речки протекают в балках или долинах, неглубокие (до 0,5–0,7 м), ширина до 1 м, вода имеет спокойное течение, вода часто мутная, содержит много взвешенных частиц. Придонная растительность отсутствует, по берегам растет тростник, осока и другая водная растительность, служащие субстратом для откладки яиц и развития мошек. Для таких речек характерны разливы на равнинных участках и образование топких болот, густо заросших тростником, который служит местами дневок имагинальных стадий кровососов. На некоторых участках русло сужается, глубина увеличивается, образуются перекаты и завихрения. В таких местах отмечается высокая плотность заселения личинок и куколок (более 300 на 1 дм²) и возрастает зараженность мошек микроспоридиями – до 10–30% в весенне-летние месяцы. В водотоках этой группы отмечены места выплода 5 видов мошек: *O. ornata*, *B. erythrocephala*, *S. nolleri*, *E. aureum*, *W. mediterranea*.

II группа – ручьи, вытекающие из прудов: в Пролетарском и Буденновском районах г. Донецка (Ботанический сад, пивзавод, ручей в балке за Институтом металлов, за больницей № 16, ул. Нижне-Курганская, Ларино и др.). Характеризуются медленным течением, дно илистое, топкое. Ширина – 0,3–1,2 м, глубина 0,3–0,5 м. Хорошо прогреваются в летнее время – до 25–28°C, но не пересыхают. В водотоках этой группы отмечены 5 видов мошек: *O. ornata*, *W. mediterranea*, *N. angustitarsis*, *E. latisonum*, *E. aureum*. Зараженность микроспоридиозом личинок в таких ручьях в летние месяцы – 25–40%.

III группа – мелкие ручьи, вытекающие из шахтных отстойников, протекающие в балках, часто в летнее время пересыхающие. Их ширина 0,3–0,5 м, дно илистое, топкое, иногда заросшее водными растениями, вода мутная, скорость течения слабая – 0,1–0,3 м/сек. В таких ручьях развиваются мошки *O. ornata*, *N. angustitarsis*, *E. aureum*. Зараженность личинок микроспоридиями – 30–60%.

Приуроченность преимагинальных фаз мошек к различным типам биотопов и их зараженность микроспоридиями в водотоках г. Донецка

Тип водотока Виды мошек	I тип	II тип	III тип
<i>Odagmia ornata</i>	+	+	+
<i>Eusimulium aureum</i>	+	+	+
<i>Eusimulium latisonum</i>	-	+	-
<i>Nevermania angustitarsis</i>	-	+	+
<i>Wilhelmia mediterranea</i>	+	+	-
<i>Boophthora erythrocephala</i>	+	-	-
<i>Simulium nolleri</i>	+	-	-
Зараженность личинок микроспоридиями	10–30%	20–40%	30–60%

Массовые виды – *O. ornata*, *N. angustitarsis*, *E. aureum*, *W. mediterranea* встречаются в ручьях и речках. Плотность заселения составляет иногда до 120 личинок на дм^2 . Принадлежат к реофильным обитателям, выдерживающим относительное загрязнение, повышенную мутность воды и слабое течение от 0,1 м/сек. Мошки *O. ornata*, *E. aureum* перезимовывают на стадии яйца и личинки, в год дают по два поколения. Виды *E. latisonum*, *B. erythrocephala* встречаются как сопутствующие.

В фауне мошек водотоков г. Донецка отмечено 7 видов, относящихся к 6 родам. Развиваются они в водотоках разных типов и выдерживают значительную загрязненность воды, слабую проточность и даже после наполнения пересохших ручьев снова заселяют привычные для них станции (*N. angustitarsis*).

Одним из биотических факторов, влияющих на численность мошек в водотоках, являются паразитические простейшие – микроспоридии (*Microsporidia*) и энтомопатогенные грибы (*Coelomicidium simulii*).

Симптомы зараженности микроспоридиями наблюдается у личинок разных возрастов. Белые опухлеобразные вздутия видны в жировом теле под гиподермой личинки, просвечивающиеся через кутикулу. В этих случаях основные признаки заболевания – значительная деформация тела и появление под кутикулой белых, кремовых или розовых пятен – скопления спор паразитов. У сильно зараженных личинок прекращается дальнейшее развитие, они не способны к метаморфозу. Происходит нарушение в развитие зародышевых дисков, будущей дыхательной системы куколок. Дыхательные нити иногда могут закладываться лишь с одной стороны или не развиваются совсем. Дыхательные нити здоровых личинок выглядят как темно-коричневые клубочки, у зараженных – как светлые, слабо хитинизированные. Микроспоридиоз сопровождается расстройством функции мышц прикрепительных органов личинок, вследствие чего они слабо удерживаются на субстрате и легко сносятся потоком [2].

Развитие энтомопатогенного гриба *Coelomicidium simulii* проходит в жировом теле личинки, но к концу зараженные клетки разрушаются, и разные стадии гриба переходят в гемолимфу. Заражение личинки мошки начинается с брюшка и постепенно распространяется к голове. Зрелые зооспорангии шарообразной формы, покрыты бесцветной оболочкой. Гриб развивается в клетках жирового тела и по мере роста и развития зооспорангии разрывают стенки клеток и выходят в целомическую полость тела. Зооспорангии могут заполнить всю целомическую область тела личинки, которая не способна окулкиваться и погибает [14–16].

Зараженность энтомопатогенным грибом преимагинальных стадий мошек обнаружена не во всех типах водотоков, а только в мелких, глубиной 10–20 см, где очень слабое течение и повышенная мутность воды.

В обследованных реках и ручьях микроспоридии и грибы *C. simulii* выявлены у восьми видов мошек: *O. ornata*, *W. equine*, *W. pseudequina*, *E. aureum*, *E. latisonum*, *N. angustitarsis*, *B. erythrocephala*, *S. nolleri*.

В местах с высокой плотностью заселения зараженность личинок микроспоридиями составляет в летний период от 10 до 70%.

Видовой состав микроспоридий представлен наиболее часто встречаемыми видами: *Thelohania fibrata* (Strickland, 1913), *Amblyospora bracteata* (Strickland, 1913), *Amblyospora varians* (Strickland, 1897), *Janacekia debaisieuxi* (Jirovec, 1943), *Polydispyrenia simulii* (Luts et Splendor, 1907).

Выводы

Проведение мониторинга мест выплода мошек, видового состава, зараженности естественными паразитами, ограничивающих численность кровососов в природе позволит предотвратить распространение на территории Донбасса эпидемиологически опасных паразитов человека и животных и появления новых видов паразитов, ранее не зарегистрированных на территории, в связи с изменением климата.

Список литературы

1. Зинченко О. П. Кровососні мошки Волині та заходи боротьби з ними. Луцьк : ВДУ, 1997. 48 с.
2. Исси И. В. Микроспоридии мошек. Ташкент, 1990. 124 с.
3. Ковбан В. З., Воронков Н. А., Маховский А. С., Кононец В. Е. Случай симулиотоксикоза крупного рогатого скота // Ветеринария. 1966. № 5. С. 88–90.
4. Ковбан В. З. Изучение инсектицидных свойств различных химических средств против мошек, мокрецов и других кровососущих двукрылых насекомых // Пробл. паразитол. К., 1967. С. 527–528.
5. Ковбан В. З. Прогнозирование и профилактика массовых нападений кровососущих мошек // Ветеринария. 1968. № 6. С. 89–91.
6. Ковбан В. З. Распространение онхоцеркоза крупного рогатого скота в Полесье Украины // Проблемы паразитологии : Тр. VII науч. конф. паразитологов УССР. Ч. 1. К., 1972. С. 367–369.
7. Ковбан В. З. Материалы по онхоцеркозу крупного рогатого скота в условия западного Полесья УССР // I Всесоюз. съезд паразитологов УССР : Тез. докл. К., 1978. Ч. 3. С. 63–64.
8. Лебедева Л. И. Кровососущие мошки (Diptera, Simuliidae) центральной и восточной части Полесья Украины // Проблемы паразитологии : тр. VII науч. конф. паразитол. УССР. К., 1972 а. Ч. 1. С. 469–471.
9. Лебедева Л. И. О сезонной динамике численности кровососущих мошек (Diptera, Simuliidae) Киевского Полесья // Проблемы паразитологии : тр. VII науч. конф. паразитол. УССР. К., 1972 б. Ч. 1. С. 465–467.
10. Лебедева Л. И. О числе поколений мошек (Diptera, Simuliidae) в Центральной части Украинского Полесья // Проблемы паразитологии : тр. VII науч. конф. паразитол. УССР. К., 1972 в. Ч. 1. С. 467–469.
11. Лебедева Л. И. Сезонная и суточная динамика численности кровососущих мошек поймы р. Деркул // Паразиты и паразитозы животных и человека. К. : Наук. думка, 1975. С. 248–253.
12. Лиховоз Л. К. Изучение биологических основ борьбы с мошками в западном Полесье УССР : Автореф. дис. ... канд. вет. наук. Л., 1974. 19 с.

13. Лиховоз Л. К. Интродукция мермитид (Nematoda, Mermetidae) паразитов личинок мошек (Diptera, Simuliidae) // Мед. паразитол. 1978. № 4. С. 90–94.
14. Маслодудова Е. Н. Значение микроспориоза в снижении численности мошек на Украине // Кровососущие и зоофильные двукрылые (Insecta : Diptera). СПб., 1992. С. 113–116.
15. Маслодудова Е. Н., Фальфушинская А. С. Распространение мошек и их заражение микроспоридиями в водотоках Донецкой области // Вопросы экологии и фауны Донбасса. 1997. С. 54–57.
16. Маслодудова Е. Н., Белоножко А. А., Рязанцева А. Е. Кровососущие двукрылые окрестностей г. Красный Луч // Интеграция теории и практики мирового научного знания в XXI веке : тез. докл. Междунар. науч.-иссл. конф. (Трехгорный, 15 марта 2018 г.). Трехгорный : Изд-во ТТИ НИЯУ МИФИ, 2018. С. 80–86.
17. Панченко А. А. О фауне мошек трибы *Wilhelmiini* (Diptera : Simuliidae) в Украине // XII съезд Рус. энтомол. общ-ва : тез. докл. СПб., 2002. С. 274–275.
18. Панченко А. А. Анализ фауны мошек (Simuliidae, Diptera) Левобережной Украины // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона : межвед. сб. науч. работ. Донецк : ДонНУ, 2003. Вып. 3. С. 132–141.
19. Панченко А. А. Мошки (Diptera, Simuliidae) как биоиндикаторы определения чистоты текущих водоемов // Биологические проблемы устойчивого развития природных экосистем : тез. докл. Воронеж, 1996. Ч. 1.1. С. 98–100.
20. Панченко А. А. О мошках (Diptera, Simuliidae) техногенного ландшафта города Макеевка // Зоологічні дослідження в Україні на межі тисячоліть : тези Всеукр. конф. зоологів. Кривий Ріг : І.В.І., 2001. С. 554–556.
21. Погорельый Л. И., Ковбан В. З. Заболевание и гибель крупного рогатого скота от массовых укусов кровососущих мошек на территории Волынской области // Ветеринария. 1966. № 6. С. 105–110.
22. Погорельый Л. И., Ковбан В. З. О патогенезе заболеваний крупного рогатого скота от укусов мошек // Ветеринария. 1967. № 11. С. 68–72.
23. Прудкина Н. С., Гусакова В. А. Массовое размножение мошек (Diptera, Simuliidae) в восточной Украине // Кровососущие и зоофильные двукрылые (Insecta : Diptera). СПб. : Зоол. ин-т РАН, 1992. С. 133–135.
24. Прудкина Н. С., Салодовникова В. С. Массовое размножение мошек (Diptera, Simuliidae) на северо-востоке Украины // Изв. Харьк. энтомол. общ-ва. 1993. Т. 1, № 1. С. 82–86.
25. Рева М. В., Усова З. В. Мошки рода *Schoenbaueria* (Diptera, Simuliidae) и их медико-ветеринарное значение // Успехи энтомологии в СССР. Двукрылые : систематика, экология, медицинское и ветеринарное значение. СПб., 1992. С. 208–210.
26. Рубцов И. А. Краткий определитель кровососущих мошек фауны СССР. М.–Л., 1962. 227 с.
27. Семушин Р. Д. О хищниках кровососущих мошек (Diptera, Simuliidae) Донбасса // II съезд Укр. энтомол. общ-ва : тез. докл. К., 1980. С. 201–202.
28. Семушин Р. Д. Мошки (Diptera, Simuliidae) юго-востока Украины : Автореф. дис. ... канд. биол. наук. К., 1982. 27 с.
29. Сухомлин Е. Б. Мошки (Diptera, Simuliidae) Западного Полесья и лесостепи Украины : Автореф. дис. ... канд. биол. наук. К., 1989. 21 с.
30. Усова З. В. Фауна мошек Карелии и Мурманской области (Diptera, Simuliidae). М.–Л. : Изд-во АН СССР, 1961. 286 с.
31. Усова З. В., Семушин Р. Д., Кузнецов А. В. Условия массового размножения кровососущих мошек (Diptera, Simuliidae) и случаи симулиидотоксикоза людей в долинах рек Северский Донец и ее притоков // Медицинская паразитология. 1983. № 1. С. 37–40.

32. Усова З. В. Мошки (Diptera, Simuliidae) переносчики возбудителей заболеваний сельскохозяйственных животных // Возбудители и переносчики паразитозов и меры борьбы с ними : матер. Всесоюз. конф. Ташкент : ФАН УзССР, 1988. С. 199.

33. Усова З. В., Бескорсый В. В., Рева М. В. Кровососущие мошки (Diptera, Simuliidae) поймы реки Сейм и их прокормители // Кровососущие и зоофильные двукрылые (Insecta : Diptera) : сб. науч. тр. СПб., 1992. С. 176–178.

34. Усова З. В., Рева М. В., Семушин Р. Д. Мошки (Diptera, Simuliidae) юго-востока Украины // Матер. I Всерос. совещ. по кровососущим насекомым (Санкт-Петербург, 24–25 октября 2006 г.). СПб, 2006. С. 202–203.

35. Усова З. В., Семушин Р. Д. К биологии кровососущих видов группы *morsitans* (Diptera, Simuliidae) // Вестник зоологии. 1981. № 2. С. 78–79.

Maslodudova E. N. Blood-sucking black-flies (Diptera, Simuliidae) and their infection with microsporidia in the Donbass. – The data of long-term studies of the Donetsk region are generalized, the species composition of blood-sucking dipteran insects of the family Simuliidae is determined. Biotopic preferences of individual species have been identified. Significant infection of black-flies larvae with microsporidia and entomopathogenic fungi of the genus *Coelomycidium*, which are a natural factor in reducing the number of bloodsuckers, was revealed. The intensity of infection of larvae in individual streams was 70% or more.

Key words: black-flies, microsporidia, entomopathogenic fungi.

© А. Е. Рязанцева

БИОЛОГИЯ МАССОВЫХ ВИДОВ КРОВОСОСУЩИХ КОМАРОВ ДОНБАССА

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

283050, г. Донецк, ул. Щорса, 46; e-mail: kf.zoo@donnu.ru

Рязанцева А. Е. Биология массовых видов кровососущих комаров Донбасса. – В работе приведены сведения по биологии массовых видов кровососущих комаров Донбасса: *Anopheles (An.) maculipennis* Mg., *Anopheles (An.) messeae* Pall., *Culiseta (C.) annulata* Schr., *Aedes (O.) caspius* Pall., *Aedes (O.) exrucians* Walk., *Aedes (O.) flavescens* Mull., *Culex (C.) pipiens pipiens* L., *Culex (C.) pipiens molestus* Forsk. Всего на исследуемой территории обнаружено 34 вида и 2 подвида кровососущих комаров, относящихся к 6 родам.

Ключевые слова: кровососущие комары, массовые виды, биология, Донбасс.

Введение

Кровососущие комары, являясь злостными кровососами, способны переносить возбудителей опасных заболеваний человека и животных – вирусы, бактерии, патогенных простейших, гельминтов. На урбанизированных территориях Донбасса зарегистрированы локальные благоприятные биотопы для развития преимагинальных фаз кровососущих комаров. П. Я. Килочицкий с соавторами [3] указывает на тот факт, что в промышленных городах изменяется численность популяций кровососущих комаров. Резко разрушается природная сбалансированность паразитарных систем. В промышленных экосистемах создаются благоприятные условия изучения летних генераций массовых видов кровососущих комаров – изменение численности и их причин в сезонном и многолетнем аспектах. Экологический мониторинг в конкретных местных популяциях кровососущих комаров позволяет создать информационную базу прогнозирования их численности. Следует отметить, что в последние годы почти во всех зарегистрированных биотопах происходит значительный выплод малярийных комаров, они все в большей степени вытесняют немалярийных.

Материал и методы исследования

Материалом послужили сборы имаго и преимагинальных фаз кровососущих комаров на территории Донбасса в 1990-2019 гг. Сбор материала и камеральная обработка проводились по общепринятой методике А. В. Гуцевича, А. С. Мончадского, А. А. Штакельберга [2]. Сборы преимагинальных фаз начинали с первой декады апреля и заканчивали во второй – третьей декаде октября. Сбор и учет имаго – с начала мая по октябрь. Маршрутные исследования мест выплода комаров проводились в разное время, начиная с 2000 г. Сборы представлены личинками разных возрастов. Сбор имаго проводился из нападающих самок пробиркой-морилкой с пятиминутной экспозицией и энтомологическим сачком.

Результаты и обсуждение

На исследуемой территории обитает 34 вида и 2 подвида кровососущих комаров, относящихся к 6 родам: *Anopheles* Mg. – 4 вида, *Uranotaenia* Arrib. – 1 вид, *Culiseta* Felt. – 5 видов, *Mansonia* Blanch. – 1 вид, *Aedes* Mg. – 18 видов, *Culex* L. – 5 видов и 2 подвида [4].

Видовой состав и приуроченность преимагинальных фаз к различным типам водоемов представлены в табл. 1. Массовыми видами зарегистрированы: *Anopheles (An.) maculipennis* Mg., *Anopheles (An.) messeae* Pall., *Culiseta (C.) annulata* Schr., *Aedes (O.) caspius* Pall., *Aedes (O.) cantans* Mg., *Aedes (O.) exrucians* Walk., *Aedes (O.) flavescens* Mull., *Culex (C.) pipiens pipiens* L., *Culex (C.) pipiens molestus* Forsk.

Ниже мы приводим сведения по биологии массовых видов комаров.

Видовой состав и приуроченность преимагинальных фаз кровососущих комаров к различным типам водоемов

Виды личинок кровососущих комаров	Открытые водоемы пойменных лугов	Полузатененные заболоченности	Затененные водоемы в пойменном лесу	На опушках и прогалинах	Озера, ильмени	Приазовские плавни	Водоемы степных пространств	Искусственные водоемы: поймки, копанки, водоемы подвалов домов	Водоемы у корней деревьев	Дупла деревьев	Заболоченные берега рек
<i>Anopheles (An.) claviger</i> Mg.	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	+
<i>Anopheles (An.) maculipennis</i> Mg.	+	+	–	–	+	+	+	+	+	–	+
<i>Anopheles (An.) messeae</i> Pall.	+		+	+	+	+	+	+	+	–	+
<i>Anopheles (An.) hyrcanus</i> Pall.	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	+
<i>Uranotaenia unguiculata</i> Edw.	–	–	–	–	–	+	+	–	+	–	–
<i>Culiseta (C.) longiareolata</i> Macq.	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–
<i>Culiseta (C.) alaskaensis</i> Ludl.	–	–	–	–	–	+	+	–	–	–	+
<i>Culiseta (C.) annulata</i> Schr.	+	–	+	–	–	–	–	–	+	–	–
<i>Culiseta (C.) morsitans</i> Theob.	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–
<i>Culiseta (C.) ochroptera</i> Peus.	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Mansonia richiardii</i> Fic.	–	+	+	–	+	–	–	–	–	–	–
<i>Aedes (O.) caspius</i> Pall.	+	–	–	+	+	+	+	+	–	–	+
<i>Aedes (O.) pulchritarsis</i> Rond.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–
<i>Aedes (O.) cantans</i> Mg.	+	–	+	+	+	–	–	–	+	–	–
<i>Aedes (O.) riparius</i> D.K.	+	–	+	+	–	–	–	–	+	–	–
<i>Aedes (O.) behningi</i> Mart.	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Aedes (O.) exrucians</i> Walk.	+	–	+	+	–	–	–	–	+	–	–
<i>Aedes (O.) annulipes</i> Mg.	+	+	+	+	–	–	–	–	–	–	–
<i>Aedes (O.) flavescens</i> Mull.	+	+	–	+	–	+	+	–	–	–	+
<i>Aedes (O.) cyprius</i> Ludl.	+	+	–	–	+	–	–	–	–	–	+
<i>Aedes (O.) communis</i> Deg.	–	+	–	+	–	–	–	–	–	–	–
<i>Aedes (O.) sticticus</i> Mg.	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Aedes (O.) diantaeus</i> H.D.K.	–	–	+	+	–	–	–	–	–	–	–
<i>Aedes (O.) cataphylla</i> Dyar.	–	–	+	+	–	–	–	–	–	–	–
<i>Aedes (O.) leucomelas</i> Mg.	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Aedes (O.) detritus</i> Hal.	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–
<i>Aedes (A.) vexans</i> Mg.	+	–	–	–	–	–	+	–	–	–	+
<i>Aedes (A.) geniculatus</i> Ol.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–
<i>Aedes (A.) cinereus</i> Mg.	+	+	–	–	–	–	–	+	+	–	+
<i>Culex (B.) modestus</i> Fic.	+	+	+	–	+	–	–	–	+	–	+
<i>Culex (N.) territans</i> Walk.	–	+	+	–	+	–	–	–	+	–	–
<i>Culex (C.) theileri</i> Theob.	+	–	–	+	+	+	–	–	–	–	+
<i>Culex (C.) torrentium</i> Mart.	+	–	–	+	+	+	–	+	–	–	–
<i>Culex (C.) pipiens pipiens</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	–	+
<i>Culex (C.) pipiens molestus</i> Forsk	+	+	–	+	+	+	+	+	+	–	+

***Anopheles (An.) maculipennis* Mg.**

Ранневесенний массовый вид. Перезимовавшие самки появляются в третьей декаде марта – первой декаде апреля. Личинки первой генерации зарегистрированы во второй – начале третьей декады мая. Биотопами личинок отмечены разнообразные водоемы, как искусственные, так и естественные, как постоянные, так и временные, богатые растительностью. В прудах они встречаются в местах скопления водной растительности у поверхности водоема. При пересыхании водоемов летом встречаются на мелководье и в заводях слабо проточных водоемов. Наибольшее количество взрослых комаров приходится на третью декаду июня – первую декаду июля. Имаго обычны для жилых помещений. Полициклический вид, на исследуемой территории – четыре генерации. Зимуют оплодотворенные самки. Залет на зимовку происходит в конце августа – начале октября. Места зимовок – подвалы жилых домов, овощехранилища, чердаки и другие помещения. В последние годы отмечается повсеместное увеличение численности этого вида, что усиливает потенциальную опасность популяций малярийных комаров на урбанизированных территориях.

***Anopheles (An.) messeae* Pall.**

Средневесенний вид. Личинки первой генерации появляются в конце третьей декады мая. Местами выплода преимагинальных фаз являются как постоянные, так и временные водоемы, хорошо прогреваемые солнцем. Оптимальная температура для развития преимагинальных фаз выше 20°C. Личинки первых генераций развиваются в незаросших водоемах. Последующие генерации личинок предпочитают слабо заросшие биотопы. Наибольшая численность имаго отмечается во второй декаде июля. Полициклический вид, на исследуемой территории за тепловой период дает не менее трех генераций.

***Culiseta (C.) annulata* Schr.**

Ранневесенний вид. Перезимовавшие самки вылетают с зимовок в конце марта – начале апреля. Личинки первой генерации обычны в третьей декаде мая – начале первой декады июня. Биотопами преимагинальных фаз являются самые разнообразные водоемы – лужи, канавы, пруды, берега рек, различные емкости с водой. Личинки и куколки способны переносить значительные загрязнения. Часто встречаются совместно с личинками *A. maculipennis*, *C. pipiens*. Наибольшая численность взрослых комаров приходится на конец июля – начало августа. Полициклический вид. Дает до четырех генераций за сезон. Активный кровосос, нападающий на человека и животных. Обычен в подъездах жилых домов. В период массового лета причиняет большое беспокойство жителям городов. Зимуют самки. Места зимовок – подвалы, жилые постройки.

***Aedes (O.) caspius* Pall.**

Ранневесенний вид. Личинки первой генерации появляются в конце первой декады апреля (в годы с затяжной весной сроки могут сдвигаться). Преимагинальные фазы развиваются как во временных, так и в постоянных водоемах с колеблющимся уровнем воды, что объясняется способностью этого вида откладывать яйца непосредственно в воду и на влажную почву. В условиях урбанизированных территорий биотопами личинок являются различные, хорошо освещенные лужи, выходы грунтовых вод, пруды. В прудах личинки обитают в прибрежной зоне. Их можно обнаружить совместно с личинками *A. maculipennis*, *C. pipiens*. Полициклический вид. На исследуемой территории отмечено четыре генерации. Массовый лет отмечается в конце июня – начале июля. Отдельные особи нападают до наступления заморозков. Зимует в фазе яйца.

***Aedes (O.) exrucians* Walk.**

Средневесенний вид. Личинки развиваются во временных весенних водоемах с травянистой растительностью. На исследуемой территории вид приурочен к парковым насаждениям. Очень редко преимагинальные фазы встречаются в постоянных открытых водоемах луговых и степных стадий. Моноциклический. Относится к видам с растянутым периодом развития и вылупления из куколок. Лет длительный, начинается в третьей декаде

мая – начале первой декады июня. Активность самок отмечается до конца августа. Зимует в фазе яйца.

***Aedes (O.) flavescens* Mull.**

Поздневесенний вид. Преимагинальные фазы развиваются в небольших открытых водоемах с травянистой растительностью и в заболоченностях, образовавшихся после таяния снега. Развитие преимагинальных фаз происходит медленно. Вылет имаго – в третьей декаде мая. Лет самок происходит до конца августа. Моноциклический. Зимует в фазе яйца. Обычен в населенных пунктах. Активный кровосос, нападающий на человека и животных.

***Culex (C.) pipiens pipiens* L.**

Вылет перезимовавших самок происходит в конце третьей декады марта. Личинки первой генерации регистрируются в конце второй – начале третьей декады апреля, при температуре воды 13-15°C. Имаго первой генерации появляются в конце третьей декады мая – первой декады июня. Развитие первой генерации длится в среднем 25 дней. При дальнейшем повышении температуры сроки развития сокращаются до 15 дней. За тепловой период, в условиях промышленных регионов Донбасса, развивается 6 генераций за сезон. Незначительное количество личинок и куколок регистрируется в первой декаде ноября. Злостный кровосос.

***Culex (C.) pipiens molestus* Forsk.**

Облигатный синантроп. В природных открытых водоемах преимагинальные фазы появляются в первой декаде апреля и регистрируются до начала ноября. Преимагинальные фазы способны развиваться в очень загрязненной воде и в полной темноте. В закрытых микроводоемах выплод может происходить круглогодично (подвалы, чердаки, канализационные люки) [1]. За тепловой период дает 6 генераций. Активный кровосос в условиях урбанизированных территорий. Зимуют самки, они не способны к диапаузе.

Выводы

Видовой состав, длительной тепловой период, разнообразие биотопов для выплода преимагинальных фаз кровососущих комаров на урбанизированных территориях Донбасса, указывают на сложность энтомологической обстановки. Это является следствием увеличения не всегда контролируемых биотопов преимагинальных фаз. Улучшение ситуации возможно при повышении санитарного контроля промышленного строительства. Со стороны энтомологов санитарно-эпидемиологических служб возникает необходимость разработки системы защиты.

Список литературы

1. Виноградова Е. Б. Комары комплекса *Culex pipiens* в России (таксономия, распространение, экология, физиология, генетика, практическое значение, контроль). СПб. : ЗИН РАН, 1997. 307 с.
2. Гуцевич А. В., Мончадский А. С., Штакельберг А. А. Комары (семейство Culicidae) / Насекомые двукрылые. Фауна СССР. М., Л. : Наука, 1970. Т. 3, вып. 4. 374 с.
3. Килочицкий П. Я., Килочицкая Н. П., Шеремет В. П. Динамика популяций кровососущих комаров на территории г. Киев. СПб., 2006. 84 с.
4. Рязанцева А. Е. Фаунистический обзор кровососущих комаров (Diptera : Culicidae) Донбасса // Донецкие чтения 2019 : образование, наука, инновации, культура и вызовы современности : матер. IV Междунар. науч. конф. (Донецк, 31 октября 2019 г.). Т. 2 : Хим.-биол. науки. Донецк : Изд-во ДонНУ, 2019. С. 322–324.

Ryazantseva A. E. Biology of mass species of blood-sucking mosquitoes of Donbass. – The work provides information on the biology of mass species of blood-sucking mosquitoes of the Donbass: *Anopheles (An.) maculipennis* Mg., *Anopheles (An.) messeae* Pall., *Culiseta (C.) annulata* Schr., *Aedes (O.) caspius* Pall., *Aedes (O.) exrucians* Walk., *Aedes (O.) flavescens* Mull., *Culex (C.) pipiens pipiens* L., *Culex (C.) pipiens molestus* Forsk. In total, 34 species and 2 subspecies of blood-sucking mosquitoes belonging to 6 genera were found in the study area.

Key words: blood-sucking mosquitoes, mass species, biology, Donbass.

УДК 595.76

© Е. Ю. Савченко, А. И. Токарь

ЭКОЛОГО-ФАУНИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ГЕРПЕТОБИОНТНЫХ ЖЕСТКОКРЫЛЫХ АНТРОПОГЕННО ТРАНСФОРМИРОВАННЫХ ЦЕНОЗОВ ДОНБАССА

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

283050, г. Донецк, ул. Щорса, 46; e-mail: katrinsavchenko@mail.ru, tokar.asya98@mail.ru

Савченко Е. Ю., Токарь А. И. Эколого-фаунистический анализ герпетобионтных жесткокрылых антропогенно трансформированных ценозов Донбасса. – В работе рассмотрена эколого-фаунистическая структура комплекса герпетобионтных жесткокрылых антропогенно трансформированных ценозов Донбасса (на примере г. Донецка и пгт. Зуевка), проведено сравнение видового состава, доминантных группировок, проанализированы экологические и трофические группы наземных жесткокрылых.

Ключевые слова: наземные жесткокрылые, динамическая плотность, доминанты, экологические группы, трофические группы.

Введение

В условиях современных реалий невозможно представить себе человеческую деятельность без последующего влияния ее результата на окружающую среду. Человеческое население растет, что ведет к разрастанию городов (урбанизации), увеличению уровня потребления, а следом и росту количества ландшафтов, подвергшихся той или иной степени антропогенной трансформации. Все процессы, что протекают в таких ландшафтах, обладают различной степенью отличия от аналоговых процессов, происходящих на участках естественной среды (изменение режима температуры, влажности, освещенности, состава атмосферного воздуха и т.д.). И чем выше процент такого отличия, тем сложнее привычным обитателям среды адаптироваться под новообразованные условия, что находит свое отражение в изменении структуры сообществ, исчезновении видов и может привести к дизъюнктивному характеру проявления ареала [1, 2].

В наши дни значительный интерес вызывает проблематика исследования насекомых в урбанизированных ценозах городов, в особенности в крупных промышленных центрах. К таким городам можно отнести и г. Донецк, в котором сосредоточены предприятия металлургической, угледобывающей, машиностроительной и химической промышленности.

Актуальность изучения колеоптерофауны городских ценозов обусловлена не только ее разнообразием и обилием, а также важной ролью в биоиндикационных исследованиях среды благодаря чувствительности к изменениям условий обитания. Подробные исследования видового состава, экологической и пространственной структур, особенностей сезонных изменений численности комплекса жесткокрылых имеет важное практическое и теоретическое значение для изучения и прогнозирования формирования экосистем [2].

Целью данной работы был сравнительный анализ численного соотношения, таксономической структуры, биотопического распределения наземных жесткокрылых антропогенно трансформированных ценозов Донбасса на примере г. Донецка и пгт. Зуевка.

Аналізу структуры герпетобионтной мезофауны целинных и антропогенно трансформированных ценозов Донбасса в целом и наземных жесткокрылых в частности был посвящен ряд работ [3, 4, 6–8]. Наши исследования расширяют и дополняют данные о видовом составе и эколого-фаунистических характеристиках наземных жесткокрылых района исследований, а также могут быть использованы для оценки биологического разнообразия и степени антропогенной трансформации в комплексном экологическом мониторинге.

Материал и методы исследования

Сборы материала проводились с мая по октябрь 2018 г. при помощи почвенных ловушек Барбера, которые устанавливались на шести стационарах: 1) степные участки,

служащие местом свалки бытовых отходов, в пос. Щегловка (г. Донецк) и в пгт. Зуевка; 2) Щегловский и Зуевский терриконы; 3) берега р. Кальмиус (в непосредственной близости от стока шахтных вод) и р. Ольховка (находящейся рядом с фермой, приусадебными участками, недалеко от пастбища) (рис. 1). Ловушки устанавливались три раза в год по 30 шт. через 1 м с экспозицией в 7 дней [9].

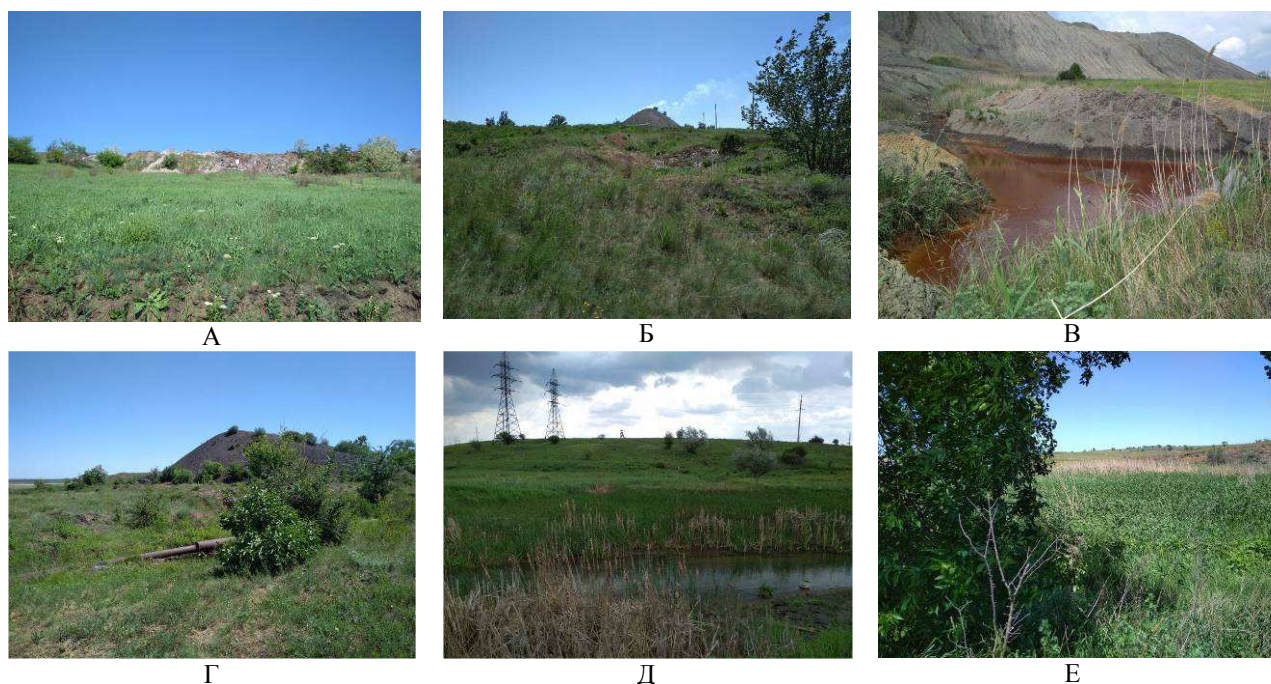


Рис. 1. Фото исследованных стационаров: А – участок Щегловской степи, Б – участок Зуевской степи, В – Щегловский террикон, Г – Зуевский террикон, Д – берег р. Кальмиус, Е – берег р. Ольховка

Определение жесткокрылых велось по «Определителю Европейской части СССР» [5]. Для сравнения между собой комплексов жесткокрылых нами использовался индекс видового сходства Жаккара. При определении структуры доминантных группировок применялся показатель индекса доминирования по шкале классов Н.-Д. Engelmann [10], где: E – эудоминант ($\geq 32\%$), D – доминант (10,0–31,9%), SD – субдоминант (3,2–10,0%), R – рецедент (1,0–3,1%), SR – субрецедент ($< 1,0\%$).

Результаты и обсуждение

Всего в результате исследований было собрано более 2000 экз. насекомых, относящихся к 8 отрядам: Coleoptera, Diptera, Dermaptera, Hemiptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Mantoptera, Orthoptera. Для всех исследованных стационаров одной из наиболее показательных групп, как в численном, так и в видовом отношении являлся отряд Coleoptera, удельная доля которого составила 65,6–90,4% от общих сборов на всех исследуемых участках (табл. 1).

Таблица 1

Численность и удельная доля насекомых исследованных стационаров (экз./%), 2018 г.

Насекомые	Стационарные участки					
	1	2	3	4	5	6
COLEOPTERA	837/90,4	235/80,2	356/83,6	205/71,2	107/65,6	95/76,6
Silphidae	–	–	15/3,5	1/0,4	–	30/21,8
Dermestidae	46/5	11/3,8	7/1,6	6/2,1	5/3,1	2/1,6
Histeridae	–	–	–	9/3,1	1/0,6	1/0,8

Насекомые	Стационарные участки					
	1	2	3	4	5	6
Staphylinidae	–	–	7/1,6	8/2,8	2/1,2	33/26,6
Carabidae	303/32,7	133/45,4	265/62,2	114/39,6	69/42,3	19/15,3
Tenebrionidae	403/43,5	78/26,6	37/8,7	36/12,5	19/11,7	6/4,8
Cerambycidae	1/0,1	–	–	–	–	2/1,6
Scarabaeidae	5/0,5	5/1,7	8/1,9	1/0,4	1/0,6	3/2,4
Elateridae	–	–	–	1/0,4	–	–
Geotrupidae	15/1,6	–	3/0,7	–	–	–
Curculionidae	64/6,9	6/2,1	14/3,3	27/9,4	10/6,1	–
Meloidae	–	2/0,7	–	2/0,7	–	–
Lucanidae	–	–	–	–	–	2/1,6
DIPTERA	2/0,2	1/0,3	–	6/2,1	8/4,9	–
ORTHOPTERA	15/1,6	27/9,2	51/12	57/19,8	45/27,6	10/8,1
LEPIDOPTERA	–	–	–	2/0,7	2/1,2	1/0,8
DERMAPTERA	4/0,4	–	2/0,5	–	–	5/4
HEMIPTERA	60/6,5	24/8,2	14/3,3	14/4,9	1/0,6	11/8,9
HYMENOPTERA	8/0,9	6/2,1	3/0,7	3/1	–	2/1,6
MANTOPTERA	–	–	–	1/0,4	–	–
Всего	926/100	293/100	426/100	288/100	163/100	124/100

Примечание. 1 – участок Щегловской степи, 2 – Щегловский террикон, 3 – берег р. Кальмиус, 4 – участок Зуевской степи, 5 – Зуевский террикон, 6 – берег р. Ольховка.

Фауна жесткокрылых района исследований включает 66 видов, принадлежащих 13 семействам: Carabidae, Cerambycidae, Curculionidae, Dermestidae, Elateridae, Geotrupidae, Histeridae, Lucanidae, Meloidae, Scarabaeidae, Silphidae, Staphylinidae, Tenebrionidae, и относящихся к 42 родам: *Aclypea* (Reitter, 1884), *Thanatophilus* (Leach, 1815), *Silpha* (L., 1758), *Dermestes* (L., 1758), *Hister* (L., 1758), *Staphylinus* (L., 1758), *Amara* (Bonelli, 1810), *Brachinus* (Weber, 1801), *Broscus* (Panzer, 1813), *Calathus* (Bonelli, 1810), *Carabus* (L., 1758), *Cicindela* (L., 1758), *Cymindis* (Latreille, 1806), *Dinodes* (Bonelli, 1810), *Harpalus* (Latreille, 1802), *Laemostenus* (Bonelli, 1810), *Licinus* (Latreille, 1802), *Ophonus* (Dejean, 1821), *Pterostichus* (Bonelli, 1810), *Zabrus* (Clairville, 1806), *Crypticus* (Latreille, 1817), *Gnaptor* (Brulle, 1832), *Gonocephalum* (Solier, 1834), *Opatrum* (Fabricius, 1755), *Pedinus* (Latreille, 1796), *Dorcadion* (Dalman, 1817), *Amphimallon* (Lepelletier&Serville, 1825), *Cetonia* (Fabricius, 1775), *Onthophagus* (Latreille, 1802), *Oxythyrea* (Mulsant, 1842), *Pentodon* (Hope, 1837), *Lethrus* (Scopoli, 1777), *Dorcus* (MacLeay, 1819), *Cleonis* (Dejean, 1821), *Cyphocleonus* (Motschulsky, 1860), *Lepyrus* (Germar, 1817), *Otiorhynchus* (Germar, 1822), *Psolidium* (Illiger, 1807), *Pseudocleonus* (Chevrolat, 1873), *Rhabdorrhynchus* (Motschulsky, 1860), *Sitona* (Germar, 1817), *Lytta* (Fabricius, 1775) (рис. 2).

Динамическая плотность энтомофауны на исследуемых участках представлена на рис. 3. Наибольшая динамическая плотность отмечалась на степном участке в Щегловке (25 экз. на 10 ловушко-суток) и степном участке Зуевки (7 экз. на 10 ловушко-суток). Наименьшим показателем уловистости обладали Щегловский террикон (4 экз. на 10 ловушко-суток) и Зуевский террикон (1 экз. на 10 ловушко-суток), что, вероятно, связано с экстремальными условиями этих стационарных участков.

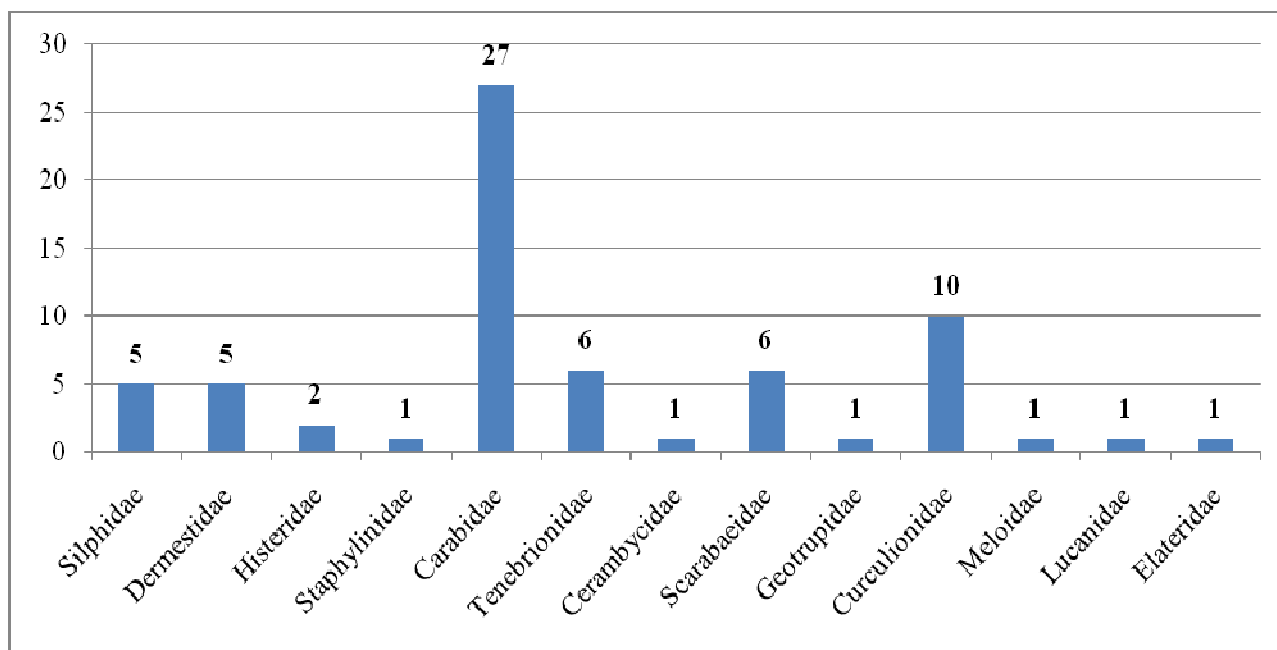


Рис. 2. Соотношение видового разнообразия семейств Coleoptera района исследований

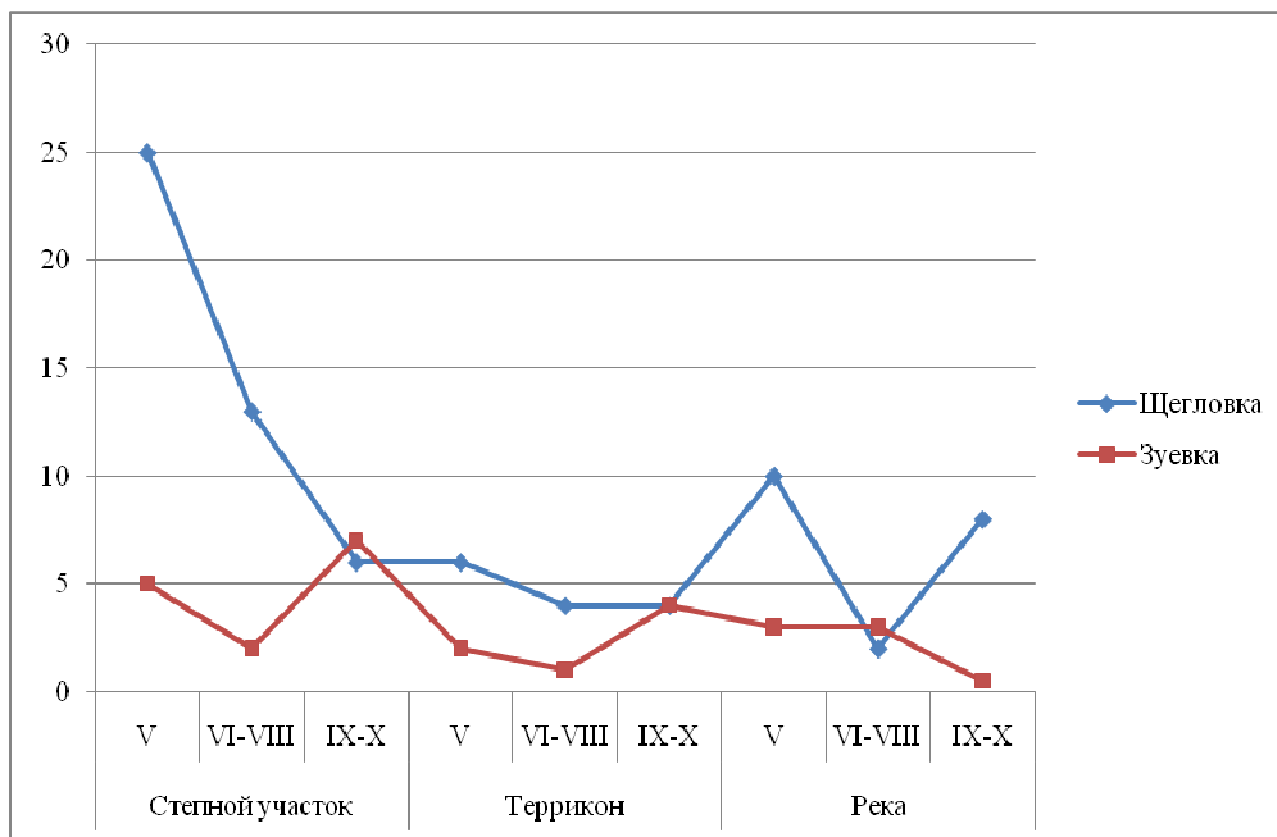


Рис. 3. Изменение динамической плотности Coleoptera исследованных стационаров (2018 г.)

В ходе анализа полученных данных для каждого исследуемого биотопа при помощи шкалы классификации доминирования Энгельманна были определены преобладающие виды жесткокрылых (табл. 2). Можно отметить, что для некоторых видов присуща избирательность по отношению к местам обитания.

Структура доминирования комплексов жесткокрылых исследуемых стационаров

Биотоп	Доминирующие виды
Щегловка, степь	<i>Opatrum sabulosum</i> (L., 1761), <i>Gonocephalum pygmaeum</i> (Steven, 1829), <i>Harpalus picipennis</i> Duftschmid, 1812
Щегловка, террикон	<i>O. sabulosum</i> , <i>Calathus distinguendus</i> Chaudoir, 1846, <i>G. pygmaeum</i>
Щегловка, р. Кальмиус	<i>Carabus errans</i> Fischer von Waldheim, 1823, <i>Brachinus brevicollis</i> Motschulsky, 1844, <i>O. sabulosum</i>
Зуевка, степь	<i>Calathus ambiguus</i> (Paykull, 1790), <i>O. sabulosum</i> , <i>Otiorhynchus ligustici</i> (L., 1758)
Зуевка, террикон	<i>C. ambiguus</i> , <i>C. distinguendus</i>
Зуевка, р. Ольховка	<i>Staphylinus caesareus</i> (Cederhjelm, 1798), <i>Silpha obscura</i> (Brulle, 1832)

В ходе анализа материала были выявлены виды-вредители, которые встречались во всех исследуемых биотопах. Наибольшее число насекомых-вредителей было отмечено на участке Щегловской степи (11 видов), удельная доля которых составила 38,9%. Также высокая численность вредителей отмечалась на Щегловском терриконе (7 видов, 27,2%) и вблизи р. Кальмиус (9 видов, 13,4%). Возле реки данный показатель нивелируется высокой встречаемостью зоофагов, благодаря чему поддерживается нормальное соотношение энтомологических групп в биотопе. Высокая удельная доля вредителей в степи и на терриконе, где основную трофическую группу составляют фитофаги, может свидетельствовать об антропогенной нагрузке на исследуемых участках.

Наибольший коэффициент сходства видового состава отмечался между комплексом наземных жесткокрылых Щегловской степи и берега р. Кальмиус (0,4), а также между Зуевской степью и Зуевским терриконом (0,4). Самые низкие значения зарегистрированы между Щегловским и Зуевским терриконами и берегом р. Ольховка (0,1) (табл. 3).

Таблица 3

Сходство видового состава жесткокрылых исследованных стационаров по индексу Жаккара (2018 г.)

	1	2	3	4	5	6
1	43	0,3	0,4	0,2	0,3	0,2
2	18	28	0,3	0,3	0,3	0,1
3	24	16	36	0,2	0,2	0,3
4	12	10	9	21	0,4	0,2
5	12	9	10	11	17	0,1
6	10	6	13	6	4	23

Примечания:

1. По диагонали – количество видов в биотопе; в левой нижней части таблицы – количество видов, общих для сравниваемых биотопов; в правой верхней части таблицы – значение индекса Жаккара;

2. Щегловка: 1 – участок степи; 2 – террикон; 3 – р. Кальмиус; Зуевка: 4 – участок степи; 5 – террикон; 6 – р. Ольховка.

Относительная влажность, а также температурный режим определяют особенности распределения насекомых в биоценозах. Жесткокрылым свойственны самые разнообразные требования к степени увлажненности местообитаний, потому они и населяют довольно широкий в экологическом отношении спектр биотопов.

Проведенные исследования приуроченности жесткокрылых Донбасса к участкам с разной степенью увлажненности позволили выделить следующие экологические группы (табл. 4):

1. Ксерофилы – тип экстремофилов, организмы, привычной средой обитания для которых служат биотопы с низкой влажностью (степи, пустыни, полупустыни и т.д.). Виды данной группы способны переносить высокую сухость воздуха в сочетании с высокой температурой. К данной категории относятся 17 видов (25,8%, 857 экз.): *Dermestes lanarius* (Illiger, 1802), *D. maculatus* (De Geer, 1774), *Amara aenea* (De Geer, 1774), *A. equestris* (Duftschmid, 1812), *Broscus semistriatus* (Dejean, 1828), *Carabus errans*, *Crypticus quisquilius* (L., 1761), *Gnaptor spinimanus* (Pallas, 1781) и др.

2. Мезоксерофилы – обитатели остепненных лугов, сухих луговых степей, а также сухих лесных местообитаний. Данная группа включает 5 видов (7,6%, 326 экз.): *Brachinus brevicollis*, *B. crepitans* (L., 1758), *Calathus ambiguus*, *C. distinguendus* и *Ophonus azureus* (Fabricius, 1775).

3. Мезофилы – населяют открытые и затененные местообитания с умеренной степенью увлажненности. Это преобладающая по количеству видов группа – 35 видов (53,0%). В численном отношении к этой экологической группе относится 492 экз., что составляет 27,2% от общей численности собранных нами жесткокрылых: *Silpha carinata* (Herbst, 1783), *S. obscura*, *S. tristis* (Illiger, 1798), *Dinodes decipiens* (Dufour, 1820), *Harpalus affinis* (Schrank, 1781), *H. rufipes* (De Geer, 1774) и др.

4. Мезогигрофилы – виды, населяющие местообитания с пониженной, по сравнению с гигрофилами, или, наоборот, повышенной, по сравнению с мезофилами, влажностью. К данной категории, исходя из данных исследования, относится 9 видов (13,6%, 130 экз.): *Carabus granulatus* L., 1758, *Harpalus picipennis*, *Dorcus parallelipipedus* (L., 1758), *Pterostichus oblongopunctatus* (Fabricius, 1787), *Lepyryus capucinus* (Schaller, 1873) и др.

Таблица 4

Распределение жесткокрылых по экологическим группам в зависимости от степени увлажненности предпочитаемых биотопов

Группа по гумидному градиенту	Кол-во видов		Обилие		Видовое разнообразие (индекс Маргалефа)
	Виды	%	Экз.	%	
Ксерофилы	17	25,8	857	47,5	2,37
Мезоксерофилы	5	7,6	326	18,1	0,69
Мезофилы	35	53,0	492	27,2	5,48
Мезогигрофилы	9	13,6	130	7,2	1,64
Всего	66	100	1805	100	–

Таким образом, как по количеству видов, так и по видовому разнообразию преобладает группа мезофилов (рис. 4), что объясняется физико-географическими особенностями района исследования. Эта экологическая группа является наиболее адаптивной в отношении особенностей климата изучаемого региона. Ксерофилы также входят в состав преобладающих групп, однако, несмотря на наибольшее обилие (857 экз.), они обладают средними показателями видового разнообразия (см. табл. 4). Наименее емкой в видовом отношении оказалась группа мезоксерофилов (7,6%), индекс видового разнообразия которой на исследованных участках является минимальным.

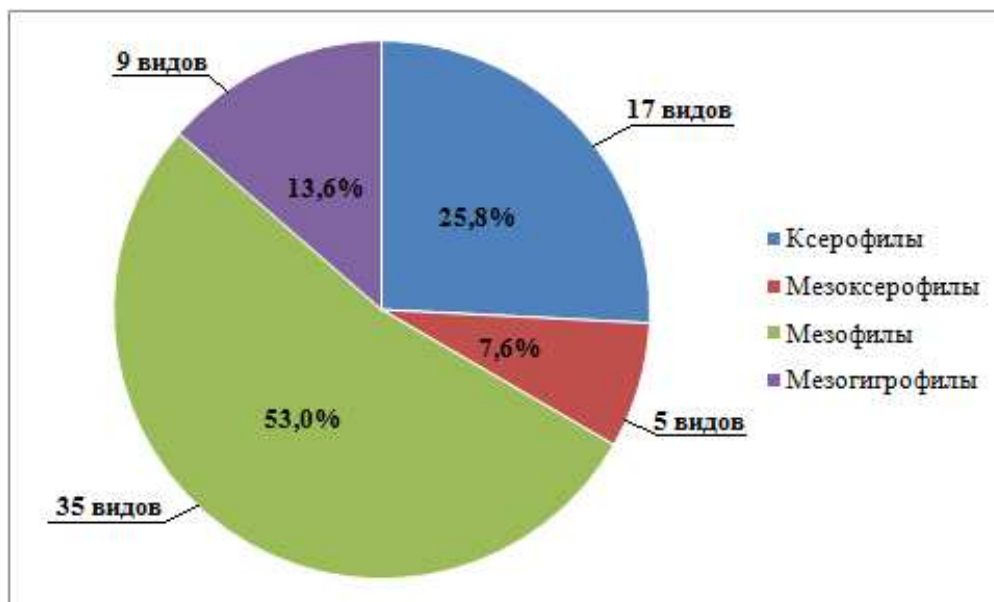


Рис. 4. Распределение жесткокрылых по экологическим группам в зависимости от степени увлажненности предпочитаемых биотопов

Анализируя биотопическое распределение жесткокрылых, следует отметить, что в ряде стационаров пос. Щегловка в число доминантных групп входят ксерофилы (45,1–52,9%). Вблизи Щегловского террикона, а также на берегу р. Кальмиус удельная доля мезоксерофилов и мезофилов практически равнозначна, в то время как численность мезогигрофилов является минимальной. На участке Щегловской степи доля мезофилов также значительна. На участке Зуевской степи и у Зуевского террикона преобладающей группой можно считать мезоксерофилов (49,3 и 53,3% соответственно). Доля мезофилов и ксерофилов практически равнозначна, численность мезогигрофилов незначительна – 6,8% в степи и 0,9% у террикона. Доминантной группой на берегу р. Ольховка являются мезофилы (84,2%), доля остальных групп на данном стационарном участке незначительна – 7,4% ксерофилов, 5,3% мезогигрофилов и 3,2% мезоксерофилов.

Таким образом, для исследуемых участков черты г. Донецка характерно преобладание видов, приобщенных к засушливым биотомам, а для Зуевских стационаров спектр распределения смещен в сторону мезо- и мезоксерофильных групп жесткокрылых.

Изучение трофо-энергических связей насекомых в целом, и жесткокрылых в частности, является одной из главных проблем изучения структуры любого природного комплекса. Особую значимость она приобретает в сообществах с бедным видовым составом и с экстремальными условиями обитания видов, к которым, в свою очередь, можно отнести агроценозы, ценозы крупных городов, участки, искусственно созданные человеком для активного пользования под сельскохозяйственные нужды.

Рассматривая спектры жизненных форм, нами были отмечены следующие трофические группы жесткокрылых:

1. Фитофаги – насекомые, использующие в качестве источника питания растительную пищу. Видовое разнообразие жесткокрылых исследуемой территории значительно, индекс Маргалефа выделенной группы выше прочих и составляет 4,68. Всего в районе исследования было достоверно определено 33 вида, что составляет 50% от общего числа насекомых: *Aclypea calva* Reitter, 1890, *Amara equestris*, *Harpalus rufipes*, *Ophonus azureus*, *Dorcadion holosericeum* Krynicki, 1832, *Amphimallon solstitialis* (L., 1758), *Oxythyrea funesta* (Poda, 1761), *Pentodon idiota* Herbst, 1789, *Lethrus apterus* (Laxmann, 1770) и др.

2. Зоофаги – виды, питающиеся пищей животного происхождения. Это вторая по численности, а также по видовому богатству (индекс Маргалефа – 3,17) группа

жесткокрылых. В основу данной трофической группы входит несколько условных подразделов:

– хищники – виды, убивающие и поедающие добычу сразу. Представителями данной группы являются 16 видов (24,2%): *Hister quadrimaculatus* L., 1758, *H. bissexstriatus* (Fabricius, 1801), *Staphylinus caesareus*, *Brachinus crepitans*, *Broscus semistriatus*, *Dinodes decipiens*, *Licinus silphoides* (Rossi, 1790), *Pterostichus oblongopunctatus* и др.;

– зоофитофаги – представители данной группы в большинстве своем являются зоофагами, однако в ряде неблагоприятных условий они могут переходить на растительную пищу. Нами было отмечено 6 видов (9,1%) из данного подраздела: *Harpalus affinis*, *H. caspius* (Steven 1806), *H. distinguendus* (Duftschmid, 1812), *H. smaragdinus* (Duftschmid, 1812), *Harpalus* sp., *Laemostenus terricola* (Herbst, 1783).

3. Сапрофаги – существуют за счет потребления распадающихся органических веществ, которые служат им пищей, а часто и средой обитания. Данная трофическая группа является наименее многочисленной и представлена лишь 11 видами (16,7%). Группа подразделяется на следующие подразделы:

– некрофаги – потребители мертвых животных и их остатков. В ходе исследования было определено 6 видов (9,1%): *Thanatophilus dispar* (Herbst, 1793), *Dermestes fasciventris* (Reitter, 1880), *D. laniarius* (Illiger, 1802), *D. maculatus* (De Geer, 1774), *D. murinus* (L., 1758), *D. sibiricus* (Erichson, 1846);

– некрозоофаги – насекомые, потребляющие в пищу останки мертвых животных, среди которых были замечены случаи хищничества. К данной группе относится 3 вида: *Silpha carinata*, *S. obscura* и *S. tristis*;

– копрофаги – потребители экскрементов животных. В сборах представлены 2 видами: *Onthophagus coenobita* (Herbst, 1783) и *O. fracticornis* (Preyssl, 1790) (табл. 5).

Таблица 5

Распределение жесткокрылых исследуемых урбоценозов по трофическим группам

Группа по широте трофической специализации	Количество видов		Обилие		Видовое разнообразие (индекс Маргалефа)
	Виды	%	Экз.	%	
Фитофаги	33	50,0	930	51,5	4,68
Зоофаги	22	33,3	747	41,4	3,17
Хищники	16	24,2	550	30,5	–
Зоофитофаги	6	9,1	197	10,9	–
Сапрофаги	11	16,7	128	7,1	2,06
Некрофаги	6	9,1	81	4,5	–
Некрозоофаги	3	4,5	38	2,1	–
Копрофаги	2	3,1	9	0,5	–
Всего	66	100	1805	100	–

Таким образом, анализируя трофические группы жесткокрылых исследуемых стационаров можно отметить низкую численность сапрофагов во всех биотопах, за исключением берега р. Ольховка. Высокая удельная доля вредителей в Щегловской степи и на терриконе, где основную трофическую группу составляют фитофаги, может свидетельствовать о нарушениях в ценозе.

Выводы

Эколого-фаунистический анализ фауны жесткокрылых исследованных урбоценозов Донбасса позволил сделать вывод, что среди всех выявленных представителей изучаемого комплекса энтомофауны преобладает группа мезофилов (53% видового богатства, соответствующих 35 видам); по пищевой приуроченности ядро колеоптерофауны региона составляют фитофаги (50% относительно видового богатства, 51,5% от общей численности).

Наибольшая численность и видовой состав жесткокрылых отмечались на степном участке Щегловки (837 экз. и 43 вида), характеризующегося высокой удельной долей фитофагов, представленных в основном сельскохозяйственными вредителями.

Список литературы

1. *Бабенко А. С.* Почвенные беспозвоночные как индикаторы состояния территории // Геохимия живого вещества : Тез. докл. Междунар. молод. школы-семинара, посв. 150-летию со дня рожд. В. И. Вернадского (1863–2013 гг.). Томск, 2013. С. 40–42.
2. *Еланцева А. А.* Насекомые-герпетобионты в городских насаждениях // Изв. Самарского науч. центра РАН. 2015. Т. 17, № 4. С. 134–140.
3. *Литвиченко Н. Э., Савченко Е. Ю.* Герпетобионтные жесткокрылые (Coleoptera: Carabidae, Tenebrionidae) Амвросиевского района // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов : сб. докл. X Междунар. конф. асп. и студ. Ростов-на-Дону : Изд-во ЮФУ, 2016. С. 295–297.
4. *Мартынов В. В.* Изменение спектра жизненных форм жуков (Coleoptera, Carabidae) по городскому градиенту // Загальна і прикладна ентомологія в Україні : тези наук. конф. (Львів, 15–19 серпня 2005 р.). Львів, 2005. С. 138–140.
5. Определитель насекомых Европейской части СССР. Жесткокрылые. М.–Л. : Наука, 1965. Т. 2. С. 356–381.
6. *Савченко Е. Ю.* Герпетобионтная мезофауна агроценозов Донецкого Кряжа // Видовые популяции и сообщества в естественных и антропогенно трансформированных ландшафтах : состояние и методы его диагностики : матер. XI Междунар. науч.-практ. экол. конф. (Белгород, 20–25 сентября 2010 г.). Белгород : ИПЦ «ПОЛИТЕРРА», 2010. С. 183–184.
7. *Савченко Е. Ю.* Герпетобионтные жесткокрылые (Insecta, Coleoptera) заповедных территорий Донбасса // Охрана, восстановление и изучение степных экосистем в XXI веке : матер. Междунар. науч.-практ. конф., посв. 90-летию со дня основания заповедника «Хомутовская степь». Донецк : Изд-во «Ноулидж» (Донецкое отделение), 2016. С. 175.
8. *Семькина О. А., Савченко Е. Ю.* Жесткокрылые – герпетобионты (Coleoptera: Carabidae, Tenebrionidae) г. Макеевки // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов : матер. XII Междунар. конф. асп. и студ. Донецк : ГОУ ВПО «ДОННТУ», 2018. С. 151–153.
9. *Токарь А. И.* Фауна и экология наземных жесткокрылых антропогенно трансформированных ценозов Донбасса // Вестн. студ. науч. общ. ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». Донецк : ДонНУ, 2020. Вып. 12, т. 1. С. 148–152.
10. *Engelmann H.-D.* Zur Dominanzklassifizierung von Bodenarthropoden // Pedobiologia. 1978. 18, Hf. 5/6. S. 378–380.

Savchenko E. Yu., Tokar A. I. Ecological and faunistic analysis of herpetobiontic coleopterans of anthropogenically transformed cenoses of the Donbass. – The ecological and faunistic structure of the complex of herpetobiontic coleopterans of anthropogenically transformed cenoses of the Donbass (on the example of the city of Donetsk and the urban settlement Zuevka) is considered, the species composition, dominant groups are compared, the ecological and trophic groups of terrestrial beetles are analyzed.

Key words: herpetobiontic coleopterans, dynamic density, dominants, ecological groups, trophic groups.

© А. Д. Штирц, Ю. А. Винник

ПАНЦИРНЫЕ КЛЕЩИ КАК БИОИНДИКАТОРЫ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА РЕКУЛЬТИВИРОВАННЫХ ТЕРРИКОНАХ ШАХТ Г. ДОНЕЦКА

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

283050, г. Донецк, ул. Щорса, 46; e-mail: eco-1999@mail.ru

Штирц А. Д., Винник Ю. А. Панцирные клещи как биоиндикаторы состояния окружающей среды на рекультивированных терриконах шахт г. Донецка. – Дан сравнительный анализ основных экологических характеристик сообществ панцирных клещей (средняя плотность населения, видовое богатство, структура доминирования, соотношение жизненных форм и экологическое разнообразие). На основании критериев оценки экологических характеристик по интегральному показателю структуры сообществ орибатид проведена оценка состояния окружающей среды на рекультивированных терриконах шахт им. Шверника № 11–2, «Запореваляная», Калинина № 7–8 и «Центрально-Заводская» г. Донецка. Экологическое состояние окружающей среды на исследуемых терриконах в основном соответствует *среднему уровню отклонений от нормы*, чему в значительной степени способствовали проведенные рекультивационные мероприятия. *Значительные отклонения от нормы* наблюдались на вершине и склоне террикона шахты Калинина № 7-8 и на вершине террикона шахты «Центрально-Заводская».

Ключевые слова: панцирные клещи, орибатида, террикон, техногенная катена, биоиндикация.

Введение

Терриконы – объекты техногенной опасности, поэтому первоочередной задачей является анализ процессов, происходящих внутри и на поверхности отвалов угольных шахт и дестабилизирующих окружающую среду. Отвалы пылят, горят, подвергаются размыву талыми и ливневыми водами, являются источниками радиоактивности, под их отсыпку отводятся плодородные земли. Наиболее эффективным направлением оптимизации терриконовых ландшафтов является лесная рекультивация. Лесные насаждения рассматриваются в качестве основного фактора управления экологической опасностью, поскольку обладают способностью радикально снижать интенсивность эрозии и дефляции поверхности терриконов [8].

Об эффективности проведенных рекультивационных мероприятий на терриконах можно косвенно судить по состоянию почвенного населения, которое попадает на террикон в результате заноса с почвой при рекультивационных работах или путем самостоятельной миграции с прилегающих территорий. Одной из пионерных групп почвообитающих членистоногих на отвалах шахтных пород являются микроартроподы – панцирные клещи (орибатида) и коллемболы. Перерабатывая растительный опад, они играют важную роль в процессе формирования почвы и круговороте веществ в ходе сукцессионного процесса на терриконах.

Отмечено, что панцирные клещи являются объектом почвенно-зоологических и экологических исследований и активно используются для биоиндикации различных форм антропогенной нагрузки на экосистемы. Одним из направлений современных исследований орибатид является биоиндикация антропогенной трансформации экосистем с помощью основных экологических показателей сообществ [18].

Исследованиям панцирных клещей терриконов Донбасса посвящен ряд ранее опубликованных работ [1, 2, 4–7, 9, 11, 13, 15–25].

Целью данной работы была биоиндикация состояния окружающей среды на нескольких рекультивированных терриконах г. Донецка по интегральному показателю экологической структуры сообществ панцирных клещей.

Материал и методы исследования

Для изучения состава и экологической структуры сообществ панцирных клещей терриконов был применен катенный подход. Стандартные пробы были собраны по трансекте

на трех позициях техногенной катены (элювиальной (вершина), транзитной (склон) и аккумулятивной (подножие)), в 7-кратной повторности на каждой позиции катены.

В сентябре 2017 г. на рекультивированном терриконе шахты им. Шверника № 11–2 г. Донецка была собрана 21 проба, из которой извлечено 250 экз. имаго панцирных клещей, относящихся к 21 виду. В октябре 2017 г. на терриконе шахты «Заперевальная» из 21 пробы извлечено 650 экз. имаго орибатид, относящихся к 26 видам. В июне 2018 г. на терриконе шахты Калинина № 7–8 из 21 пробы извлечен 61 экз. взрослых панцирных клещей, относящихся к 14 видам. В ноябре 2018 г. на трех позициях техногенной катены шахты «Центрально-Заводская» была собрана 21 проба, из которой извлечено 118 экз. имаго панцирных клещей, относящихся к 15 видам. Общий объем обработанного материала, собранного в 2017–2018 гг., составил 1079 экз. имаго панцирных клещей в 84 пробах.

Сбор и обработка материала проводились по общепринятой методике Е. М. Булановой-Захваткиной [3] поэтапно: взятие проб объемом 250 см³, доставка в лабораторию акарологии, выгонка клещей с помощью термозеклекторов Тульгрена, фиксация, изготовление микропрепаратов с использованием жидкости Фора под бинокуляром Olympus SZ51, определение видового состава под микроскопом Zeiss Primo Star (Германия), математическая обработка и анализ материала.

Для оценки экологического разнообразия исследуемых сообществ панцирных клещей применялся информационно-статистический индекс Шеннона, рассчитанный с использованием натурального логарифма [12]. Для анализа структуры доминирования сообществ применялись градации доминирования по шкале Г. Энгельманна [26] для микроартропод, где E – эудоминант (>40%), D – доминант (12,5–39,9%), SD – субдоминант (4,0–12,4%), R – рецедент (1,3–3,9%), SR – субрецедент (<1,3%). Анализ распределения жизненных форм проведен в соответствии с работами Д. А. Кривоуцкогo [10, 14]. Оценка состояния окружающей среды по интегральному показателю структуры сообществ панцирных клещей проведена по предложенной нами ранее методике [18]. Все расчеты проведены в MS Excel.

Результаты и обсуждение

Способ биоиндикации с использованием панцирных клещей [18] позволяет проводить оценку состояния экосистем, находящихся под влиянием разнообразных форм антропогенной нагрузки (техногенная, сельскохозяйственная, рекреационная и т.п.). Для биоиндикации состояния окружающей среды с использованием панцирных клещей проводится анализ показателей средней плотности населения, видового богатства, структуры доминирования, соотношения жизненных форм и индекса экологического разнообразия Шеннона, каждый из которых оценивается по пятибалльной шкале. Затем эти баллы суммируются, и по интегральному показателю оценивается состояние окружающей среды и степень влияния антропогенных факторов на экосистему.

Средняя плотность населения. В почвенно-зоологическом мониторинге состояния окружающей среды численность является одним из наиболее важных показателей. При этом используют выборки из разных участков исследуемого биотопа и экстраполируют полученное среднее арифметическое на заданную площадь (1 м²). Средняя плотность населения панцирных клещей на исследуемых терриконах варьировала от 400 экз./м² (вершина террикона шахты Калинина № 7–8) до 28800 экз./м² (подножие террикона шахты «Заперевальная»). Для террикона шахты им. Шверника № 11–2 этот показатель в среднем составил 4820 экз./м², «Заперевальная» – 12520, Калинина № 7–8 – 1160 и «Центрально-Заводская» – 2250 экз./м². В целом на терриконах отмечены невысокие показатели средней плотности населения орибатид. Самые низкие значения характерны для вершин терриконов – 400–1370 экз./м², за исключением террикона шахты им. Шверника № 11–2, где этот показатель составил 5540 экз./м², что связано с достаточно успешно проведенными рекультивационными работами и высоким проективным покрытием древесной растительности на вершине усеченного террикона. На склонах плотность населения орибатид варьировала от 685 до 7310 экз./м², при этом низкие значения отмечены там, где

высокая крутизна склона обуславливает значительный смыв с его поверхности и низкое проективное покрытие растительности. У подножия данный показатель был максимальным и варьировал от 2400 до 28800 экз./м². Такая высокая плотность в последнем случае обычно не характерна для терриконов и в данном случае у подножия террикона шахты «Заперевальная» обусловлена супердоминированием одного вида из оппидного комплекса – *Subiasella quadrimaculata*.

В целом достаточно низкие показатели средней плотности связаны также с тем, что материал был собран в основном в осенние периоды года (за исключением террикона шахты Калинина № 7–8, где сборы проводились летом, что отразилось на минимальных показателях). Следует провести дополнительный анализ циклической динамики численности орибатид по сезонам года и провести сборы в весенний период, когда по нашим наблюдениям и литературным данным, показатели средней плотности населения выше, и в летний период, в котором обычно наблюдается резкий спад численности панцирных клещей.

Видовое богатство (количество видов). Другой важной характеристикой экологической структуры является показатель видового богатства. Так как полностью установить это параметр для микроартропод практически невозможно, обычно используют его как определенное число видов в данной выборке. На исследуемых терриконах это показатель варьировал от 3 до 18 видов (в 7 пробах) на отдельной позиции техногенной катены. Минимальные показатели (по 3 вида) отмечены в летний период на вершине и склоне террикона шахты Калинина № 7–8, для осеннего периода минимум (7 видов) отмечен на вершине террикона шахты «Центрально-Заводская», максимум – на склоне террикона шахты «Заперевальная» (18 видов), что отражает успешность проведенной здесь биологической рекультивации. На элювиальных позициях техногенных катен видовое богатство орибатид ниже, чем на аккумулятивных. Общее видовое богатство было минимальным на терриконах шахты Калинина № 7–8 (обнаружено 14 видов) и «Центрально-Заводской» (15 видов), максимальным – на терриконе шахты «Заперевальная» (26 видов).

Структура доминирования. В нарушенных экосистемах основную долю всех видов по шкале Энгельманна для микроартропод составляют эудоминанты и доминанты с высоким процентным соотношением, а рецеденты и субрецеденты практически отсутствуют [18]. В нашем случае данное утверждение подтверждается. На всех исследуемых терриконах основу сообщества составляют эудоминанты и доминанты с высоким процентным соотношением, группа субрецедентов практически отсутствует (за исключением склона и подножия террикона шахты «Заперевальная»), рецеденты представлены незначительным числом видов и долей в сообществе. Редкие виды практически полностью отсутствуют на вершинах терриконов (исключение составляет террикон шахты им. Шверника № 11–2) и слабо представлены на склонах (исключение – транзитная позиция террикона шахты «Заперевальная»). У подножия терриконов структура доминирования более выровнена (исключение – аккумулятивная позиция террикона шахты «Заперевальная», где доля эудоминанта *S. quadrimaculata* составляла более 70%).

Следует отметить достаточную оригинальность видового состава орибатид каждого исследуемого террикона и характерный спектр доминирующих видов, отличающихся по грациям техногенной катены. Так, на отдельных позициях террикона шахты им. Шверника № 11–2 доминируют виды *Nothrus biciliatus*, *Tectocephus velatus*, *Galumna lanceata*, *Oribatula tibialis*, *Medioppia obsoleta*, *Schelorbates laevigatus*, *Gymnodamaeus bicostatus*. На терриконе шахты «Заперевальная» явным эудоминантом является вид *S. quadrimaculata*, к доминантам отнесены *Zygoribatula terricola ucrainica*, *S. laevigatus*, *Ramusella mihelcici*, *Protoribates capucinus*, *T. velatus*, *Camisia biverrucata*, *Tectoribates ornatus*. На терриконе шахты Калинина № 7–8 доминируют виды *G. bicostatus*, *Pelorbates longipilosus*, *Passalozetes intermedius*, *Scutovertex punctatus*, *Punctoribates liber*, *Z. terricola ucrainica*, *T. velatus*. На отдельных позициях техногенной катены шахты «Центрально-Заводская» к доминантам отнесены виды *C. biverrucata*, *Microzetorchestes emeryi*, *T. velatus*, *Galumna dimorpha*, *G. bicostatus*, *Epilohmannia cylindrica cylindrica*.

Общими видом-доминантом на всех исследуемых терриконах является *T. velatus* – эврибионтный, экологически пластичный вид, приспособленный к обитанию в самых разнообразных условиях, в том числе эдафически экстремальных.

Соотношение жизненных форм. Ранее было установлено, что сообщество панцирных клещей нарушенных участков обычно представлено двумя или тремя жизненными формами (или даже одной), и характер распределения между ними очень неравномерный: наблюдается явное доминирование представителей вторично неспециализированной формы [18]. В нашем случае на рекультивированных терриконах обнаружены представители всех жизненных форм орибатид, на трех терриконах отсутствовали только первично неспециализированные формы, а на терриконе шахты Калинина № 7–8 они были найдены у подножия (при этом здесь не обнаружены обитатели мелких почвенных скважин и глубокопочвенные формы).

Неравномерный характер распределения адаптивных типов панцирных клещей на отдельных позициях техногенных катен подтверждается. Так, на вершине террикона шахты Калинина № 7–8 сообщество представлено только вторично неспециализированной формой, на склоне – двумя, а у подножия отмечены представители четырех жизненных форм. В целом, по градиенту высоты от вершины к подножию разнообразие адаптивных типов орибатид на всех терриконах увеличивается. При этом, на аккумулятивных позициях процентное соотношение жизненных форм панцирных клещей более выровнено.

Следует также отметить своеобразие комплексов орибатид на каждом отдельном терриконе. Так, на техногенной катене шахты «Центрально-Заводская» явно доминируют крупные формы, с хорошо развитым панцирем, и полностью отсутствуют мелкие представители других жизненных форм. А у подножия террикона «Заперевальная» наоборот, за счет вида *S. quadrimaculata* наблюдается явное доминирование очень мелкого представителя оппидного комплекса из группы обитателей мелких почвенных скважин. На вершине террикона шахты им. Шверника № 11–2, несмотря на достаточно высокие показатели численности и видового богатства, разнообразие жизненных форм минимально – отмечены представители только трех адаптивных типов орибатид. На терриконе шахты Калинина № 7–8 доминируют вторично неспециализированные формы, что в целом характерно для техногенно трансформированных ландшафтов Донбасса.

Индекс экологического разнообразия Шеннона. Одним из наиболее показательных индексов экологического разнообразия, применяемых на практике, является информационно-статистический индекс Шеннона. Обычно этот показатель в нарушенных ландшафтах не превышает 1,0–2,0 нат, тогда как в контроле – выше 2,5 нат (иногда более 3,0) [18]. Этот индекс в исследуемых сообществах варьировал от 1,00 нат (на вершине террикона шахты Калинина № 7–8) до 2,48 нат (на склоне террикона шахты «Заперевальная»). Значения выше 2,0 отмечены у подножия терриконов шахты им. Шверника № 11–2 (2,24 нат), шахты Калинина № 7–8 (2,20 нат), шахты «Центрально-Заводская» (2,16 нат) и на склоне террикона шахты «Заперевальная» (2,48 нат). Минимальные показатели отмечены на вершине исследуемых терриконов и у подножия террикона шахты «Заперевальная» (на индексе здесь значительно отразилось супердоминирование вида *S. quadrimaculata*).

Кластерный анализ (Евклидово расстояние, метод Варда) структуры сообществ панцирных клещей рекультивированных терриконов г. Донецка показал высокую степень сходства сообществ элювиальной и транзитной позиций техногенной катены по параметрам видового богатства, численности и выравненности населения, и значительное отличие сообщества орибатид аккумулятивной позиции на трех терриконах – шахт «Заперевальная», Калинина № 7–8 и «Центрально-Заводская». На терриконе шахты им. Шверника № 11–2 отмечена значительная степень сходства сообществ орибатид подножия и склона и отличие населения орибатид на вершине террикона.

Интегральный показатель экологической структуры сообществ. Оценка состояния окружающей среды проводилась по предложенной нами шкале [18], где интегральный

показатель от 0 до 5 баллов соответствует *критическому состоянию*, 6–10 баллов – *значительным отклонениям от нормы*, 11–15 баллов – *среднему уровню отклонений от нормы*, 16–20 баллов – *незначительным отклонениям от нормы* и 21–25 баллов – *условно нормальному состоянию*. Ранее было установлено, что техногенная нагрузка в виде создания породных отвалов шахт отрицательно влияет на экологическое состояние окружающей среды, при этом интегральный показатель структуры сообществ панцирных клещей терриконов, в основном, соответствует *среднему уровню отклонений от нормы*. Отмечено, что рекультивационные мероприятия, которые проводятся на терриконах, содействуют улучшению качества окружающей среды [18].

Проведенные исследования на четырех рекультивированных терриконах г. Донецка в основном подтверждают этот вывод. В результате оценки основных экологических параметров сообществ панцирных клещей установлено, что экологическое состояние окружающей среды на всех позициях техногенной катены шахты им. Шверника № 11–2 в осенний период характеризовалось *средним уровнем отклонений от нормы* (рис. 1).

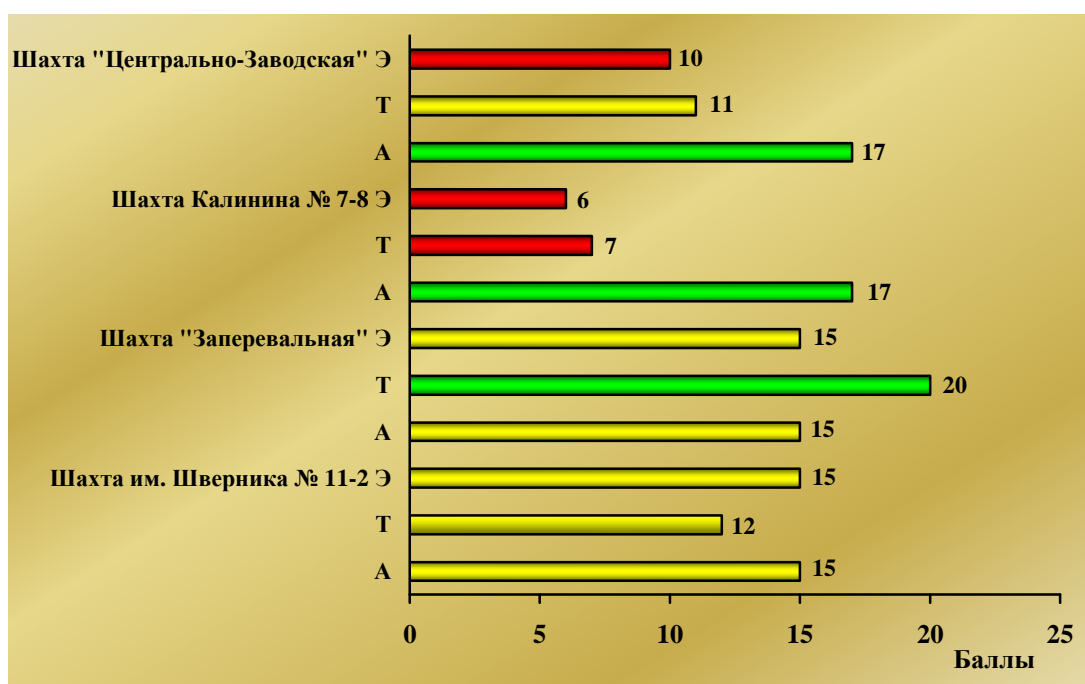


Рис. 1. Оценка состояния окружающей среды рекультивированных терриконов г. Донецка: Э – элювиальная позиция, Т – транзитная позиция, А – аккумулятивная позиция техногенной катены

Экологическое состояние окружающей среды террикона шахты «Заперевальная» также характеризуется *средним уровнем отклонений от нормы* на элювиальной и аккумулятивной позициях и *незначительными отклонениями от нормы* – на транзитной позиции катены.

На элювиальной и транзитной позициях террикона шахты Калинина № 7–8 в летний период отмечен *значительный уровень отклонения от нормы*. Экологическое состояние среды на аккумулятивной позиции характеризуется *незначительными отклонениями от нормы*.

Интегральный показатель экологической структуры сообществ орибатид на элювиальной позиции техногенной катены шахты «Центрально-Заводская» в осенний период соответствует *значительному уровню отклонений от нормы*. На транзитной позиции отмечен *средний уровень отклонений от нормы*, на аккумулятивной позиции – *незначительные отклонения от нормы* (см. рис. 1).

Выводы

На примере четырех рекультивированных терриконов шахт г. Донецка продемонстрирована возможность использования интегрального показателя сообществ панцирных клещей для оценки степени влияния техногенной нагрузки на экосистемы и применения этого показателя для целей биоиндикации и биомониторинга состояния окружающей среды.

На основании оценки основных показателей структуры населения панцирных клещей установлено, что экологическое состояние окружающей среды на исследуемых терриконах в основном соответствует *среднему уровню отклонений от нормы*, чему в значительной степени способствовали проведенные рекультивационные мероприятия. Ни на одном терриконе не отмечено катастрофического изменения параметров экологической структуры населения орибатид. *Значительные отклонения от нормы* наблюдались на вершине и склоне террикона шахты Калинина № 7–8 и на вершине террикона шахты «Центрально-Заводская». На отдельных позициях техногенных катен (склон террикона шахты «Запореваляная» и подножия терриконов шахт Калинина № 7–8 и «Центрально-Заводская») отмечены *незначительные отклонения от нормы*.

Экологическая структура населения орибатид каждого исследуемого террикона достаточно уникальна и своеобразна, что свидетельствует о различиях в ходе восстановительного сукцессионного процесса. На каждом терриконе складываются свои особые орографические, эдафические, микроклиматические условия, оригинальный характер растительности, что откладывает отпечаток на экологической структуре сообществ заселяющих террикон микроартропод.

Проведенные технические и биологические рекультивационные мероприятия на терриконах в значительной степени способствуют ускорению хода восстановительной сукцессии, которая в противном случае протекала бы гораздо медленнее за счет более длительных процессов самозарастания растительности и формирования зооценоза. Это в свою очередь, способствует снижению негативного воздействия терриконов на окружающую среду, в том числе и для человека.

Список литературы

1. Богатиков И. И., Штирц А. Д. Структура населения панцирных клещей техногенных катен города Донецка // Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів: зб. доп. IV Міжнар. наук. конф. аспірантів та студентів (Донецьк, 12–14 квітня 2005 р.). Донецьк : ДонНТУ, 2005. Т. 2. С. 46–47.
2. Богатиков И. И., Штирц А. Д. Панцирные клещи двух рекультивированных терриконов г. Донецка // Экология и фауна юго-востока Украины: сб. науч. тр. Донецк : ДонНУ, 2006. С. 15–19.
3. Буланова-Захваткина Е. М. Панцирные клещи – орибатиды. М. : Высш. шк., 1967. 254 с.
4. Винник Ю. А., Штирц А. Д. Экологическая структура населения панцирных клещей рекультивированного террикона шахты им. Шверника № 11-2 г. Донецка // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов : сб. докл. XII Междунар. науч. конф. аспирантов и студентов (Донецк, 17–18 апреля 2018 г.). Донецк : ГОУ ВПО «ДОННТУ», 2018. С. 130–132.
5. Винник Ю. А., Штирц А. Д. Панцирные клещи (Acari: Oribatida) техногенных катен Донбасса // ЛОМОНОСОВ–2019 : матер. Междунар. молод. науч. форума. [Электронный ресурс]. М. : МАКС Пресс, 2019. https://lomonosov-msu.ru/archive/Lomonosov_2019/data/16091/87421_uid336912_report.pdf
6. Винник Ю. А., Штирц А. Д. Экологическая структура населения панцирных клещей террикона шахты Калинина № 7-8 г. Донецка // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов : сб. докл. XIII Междунар. науч. конф. аспирантов и студентов (Донецк, 16–17 апреля 2019 г.). Донецк : ГОУ ВПО «ДОННТУ», 2019. С. 158–161.

7. Заставський Д. Н., Штирц А. Д. Орибатидные клещи рекультивированных шахтных терриконов // Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів: зб. доп. VI Всеукр. студ. наук. конф. Донецьк : ДонДТУ, ДонДУ, ДонДАУ, 1996. Ч. 2. С. 89–90.

8. Зубова Л. Г., Зубов А. Р., Зубов А. А., Харламова А. В., Воробьев С. Г., Макаришина Ю. И., Буныченко В. В. Терриконы : монография. Луганск : Изд-во «Ноулидж», 2015. 712 с.

9. Каишук Н. Ю., Штирц А. Д. Экологическая структура сообществ панцирных клещей террикона шахты «Советская» г. Макеевки // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов : сб. докл. XI Междунар. науч. конф. аспирантов и студентов (Донецк, 11–13 апреля 2017 г.). Донецк : ГОУ ВПО «ДОННТУ»; Ростов-на-Дону : Изд-во Южного фед. ун-та, 2017. С. 333–335.

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

11. Кульбачко Ю. Л., Штирц А. Д., Дідур О. О. Екологічна структура угруповань панцирних кліщів у насадженні клена гостролистого на ділянці рекультивації шахти «Павлоградська» (Павлоград, Дніпропетровська обл.) // Биол. вестн. Мелитопольского гос. пед. ун-та им. Б. Хмельницкого. 2014. № 1 (4). С. 113–131. <http://dx.doi.org/10.7905/bbmstu.v4i1.795>

12. Мэггаран Э. Экологическое разнообразие и его измерение : пер. с англ. М. : Мир, 1992. 184 с.

13. Нікітенко А. В., Штирц А. Д., Кульбачко Ю. Л. Екологічна структура угруповань панцирних кліщів ділянок рекультивації шахтних відвалів м. Павлоград Дніпропетровської області // Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів : зб. доп. XXI Всеукр. наук. конф. аспірантів та студентів (Донецьк, 12–14 квітня 2011 р.). Донецьк : ДонНТУ, ДонНУ, 2011. Т. 2. С. 86–87.

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

15. Шаповалова Л. Н., Ярошенко Н. Н. Почвенные членистоногие рекультивированного террикона шахты 5/6 им. Калинина // Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів: зб. доп. VII Міжнар. наук. конф. аспірантів та студентів (Донецьк, 17–19 квітня 2008 р.). Донецьк : ДонНТУ, ДонНУ, 2008. Т. 2. С. 34–35.

16. Штирц А. Д. Порівняльний аналіз екологічної структури угруповань панцирних кліщів техногенних і природних катен // Матер. наук. конф. проф.-викл. складу, наук. співробітників і аспірантів ДонНУ за підсумками наук.-досл. роботи за період 2009–2010 рр. Донецьк : Цифрова типографія, 2011. Т. 1. С. 276–277.

17. Штирц А. Д. Влияние рекультивации на структуру сообществ панцирных клещей терриконов г. Макеевки // Матер. наук. конф. ДонНУ за підсумками наук.-досл. роботи за період 2011–2012 рр. (Донецьк, 15 березня – 25 квітня 2013 р.). Донецьк : ДонНУ, 2013. Т. 1. С. 225.

18. Штирц А. Д. Оценка влияния антропогенной нагрузки на экосистемы с использованием интегрального показателя сообществ панцирных клещей // Acta Biologica Sibirica. 2015. № 1 (1–2). С. 51–66. <http://dx.doi.org/10.14258/abs.v1i1-2.782>

19. Штирц А. Д. Экологическая структура населения панцирных клещей рекультивированного террикона шахты № 3-3-бис г. Димитрова // Донецкие чтения 2016. Образование, наука и вызовы современности : матер. I Междунар. науч. конф. (Донецк, 16–18 мая 2016 г.). Ростов-на-Дону : Изд-во Южного фед. ун-та, 2016. Т. 1. С. 300–303.

20. Штирц А. Д., Винник Ю. А. Экологическая структура населения панцирных клещей террикона шахты «Заперевальная» г. Донецка // Донецкие чтения 2018: образование, наука,

инновации, культура и вызовы современности : матер. III Междунар. науч. конф. (Донецк, 25 октября 2018 г.). Т. 2: Хим.-биол. науки. Донецк : Изд-во ДонНУ, 2018. С. 261–264.

21. Ярошенко Н. Н. Почвенные зооценозы промышленных экосистем Донбасса. Донецк : ДонГУ, 1999. 294 с.

22. Ярошенко Н. Н. Почвообитающие панцирные клещи (Acariformes, Oribatei) рекультивированного отвала шахты 5/6 им. Калинина г. Донецк // Биоразнообразие и роль животных в экосистемах : матер. V Междунар. научн. конф. Днепропетровск : Лира, 2009. С. 188–190.

23. Ярошенко Н. Н. Почвенные членистоногие спонтанно заросших породных отвалов шахт города Моспино Донецкой области // Вісник Донецького нац. ун-ту. Сер. А. Природн. науки. 2010. № 1. С. 245–251.

24. Ярошенко Н. Н., Бобров О. Г. Динамика почвенного зооценоза рекультивированного террикона шахты «Куйбышевская» города Донецка Донецкой области // Экол. пробл. региона : тез. докл. Междун. науч.-техн. конф. (Донецк, май 1993 г). Донецк : Экотех, 1993. С. 97–98.

25. Ярошенко Н. Н., Тимошенко Л. А. Орибатидные клещи рекультивированного террикона шахты «Кучерова» города Донецка // Членистоногие естественных и техногенных ландшафтов Донбасса : сб. науч. тр. Донецк : ДонГУ, 1994. С. 74–81. Деп. в ГНТБ Украины 25.11.94, № 2231-УК-94.

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

Shtirts A. D., Vinnik Yu. A. Oribatid mites as bioindicators of the state of the environment on the reclaimed coal mine dumps in Donetsk. – A comparative analysis of the main ecological characteristics of oribatid mites communities (average population density, species richness, dominance structure, ratio of life forms and ecological diversity) is given. Based on the criteria for assessing environmental characteristics by an integrated indicator of the structure of the oribatid mites communities, an environmental assessment on the reclaimed coal mine dumps «Shvernika № 11–2», «Zaperevalnaya», «Kalinina № 7–8», «Central-Zavodskaya» of Donetsk was carried. The ecological state of the environment on the studied coal mine dumps corresponds to the *average level of deviations from the norm*, which was largely facilitated by the remediation measures undertaken. *Significant deviations from the norm* at the top and slope of the coal mine dump «Kalinina № 7–8» and at the top of the coal mine dump «Central-Zavodskaya» were observed.

Key words: oribatid mites, coal mine dump, technogenic catena, bioindication.

УДК 595.423

© Н. Н. Ярошенко

**ПАНЦИРНЫЕ КЛЕЩИ (ACARIFORMES: ORIBATEI)
СЕМЕЙСТВА BRACHYCHTHONIIDAE BALOGH, 1943
ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ ДОНБАССА**

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

283050, г. Донецк, ул. Щорса, 46; e-mail: yaroshenko-1935@mail.ru

Ярошенко Н. Н. Панцирные клещи (Acariformes: Oribatei) семейства Brachychthoniidae Balogh, 1943 природных и техногенных ландшафтов Донбасса. – При сравнении видового состава панцирных клещей семейства Brachychthoniidae Balogh, 1943 России, Украины и Монголии отмечено 44 вида, относящихся к 12 родам. Наиболее многочисленны в видовом отношении представители 2 родов: *Liochthonius* v.d. Hammenn, 1959 (20 видов) и *Sellnickochthonius* Krivolutsky, 1964 (11 видов). В Донбассе обнаружено 16 видов, относящихся к 5 родам. Наиболее распространены виды *Brachychthonius immaculatus* Forsslund, 1942, *Brachychthonius cricoides* Weis-Fogh, 1948, *Brachychthonius berlesei* Willmann, 1936, *Liochthonius lapponicus* Tragardh, 1910, *Liochthonius alpestris* (Forsslund, 1958). Высокая степень сходства видового состава брахихтониид Донбасса отмечена с видами, приведенными для России – 64%, Украины – 60% и Монголии – 40%.

Ключевые слова: панцирные клещи, орибатиды, видовой состав, распространение, биотоп, Донбасс.

Введение

Панцирные клещи-орибатиды – одна из многочисленных групп почвенных членистоногих. В природе они играют важную роль в почвообразовательных процессах и известны как объект биоиндикации естественных и антропогенно нарушенных экосистем. Начиная с 1968 г. на кафедре зоологии и экологии ДонНУ собран большой фаунистический материал по почвообитающим клещам-орибатидам, проводится работа по систематизации фауны орибатид естественных и техногенных ландшафтов Донбасса.

Цель данной работы – обобщение данных по видовому составу семейства Brachychthoniidae Balogh, 1943 Донбасса и сравнение его с другими регионами (Россия, Украина, Монголия).

Материал и методика исследования

Сбор материала проводился с 1968 г. по настоящее время в разнообразных биотопах природных и техногенных ландшафтов Донбасса. Почвенные образцы в исследуемых биотопах брали биоценометром объемом 250 см³ (5x5x10 см) в 10-кратной повторности. Собраный материал доставляли в лабораторию акарологии кафедры зоологии и экологии ДонНУ, где проводили его камеральную обработку по методике Е. М. Булановой-Захваткиной [2].

Результаты и обсуждение

По литературным данным надсемейство Brachychthonioidea Thor, 1934 включает одно семейство Brachychthoniidae Balogh, 1943, видовой состав которого в различных зоогеографических областях варьирует. Так, по литературным данным в России [5] отмечено 46 видов сем. Brachychthoniidae Balogh, 1943, относящихся к 10 родам: род *Brachychthonius* Berlese, 1910 – 4 вида (*B. berlesei* Willmann, 1928: Палеарктика; *B. bimaculatus* Willmann, 1936: Палеарктика; *B. hirtus* Morits, 1976; *B. impressus* Moritz, 1976); род *Eobrachychthonius* Jacot, 1936 – 4 вида (*E. borealis* Forsslund, 1942); *E. latior* (Berlese, 1910): Палеарктика, *E. mooseri* (van der Hammen, 1950; *E. oudemansi* van der Hammen, 1952); род *Liochthonius* van der Hammen, 1959 – 17 видов (*L. alpestris* (Forsslund, 1958), *L. brevis* (Michael, 1888), *L. clavatus* (Forsslund, 1942), *L. evansi* (Forsslund, 1958), *L. gisini* (Schwezer, 1948), *L. horridus* (Sellnick, 1928), *L. hystricinus* (Forsslund, 1942): Палеарктика, *L. intermedius* Chinone et Aoki, 1972, *L. laetepictus* (Berlese, 1910), *L. lapponicus* Tragard, 1910, *L. muscorum* Forsslund, 1964,

L. perelegans Moritz, 1976, *L. plumosus* Mahunka, 1969, *L. propinguus* Niedbala, 1972, *L. sellnicki* (Thor, 1930): Палеарктика, *L. simplex* (Forsslund, 1942), *L. strenzkei* Forsslund, 1963; род *Mixochthonius* Niedbala, 1972 – 2 вида (*M. concavus* (Chione, 1974), *M. pilosetosus* (Forsslund, 1942)); род *Neobrachychthonius* Moritz, 1976 – 2 вида (*N. magnus* Moritz, 1976, *N. marginatus* (Forsslund, 1942)); род *Neoliochthonius* Lee, 1982 – 1 вид (*N. piluliferus* (Forsslund, 1942)); род *Poecilochthonius* Balogh, 1943 – 2 вида (*P. italicus* (Berlese, 1910), *P. spiciger* (Berlese, 1910)); род *Sellnickochthonius* Krivolutsky, 1964 – 11 видов (*S. borealis* Krivolutsky, 1965, *S. cricoides* (Weis-Fogh, 1948), *S. hungaricus* (Balogh, 1943), *S. immaculatus* (Forsslund, 1942): Палеарктика, *S. jacoti* (Evans, 1952), *S. jugatus* (Jacot, 1938), *S. meridionalis* (Bernini, 1973), *S. rostratus* (Jacot, 1936), *S. suecicus* (Forsslund, 1942): Палеарктика, *S. variabilis* (Mahunka, 1982), *S. zelawaiensis* (Sillnick, 1928): Палеарктика; род – *Synchthonius* van der Hammt, 1952 – 2 вида (*S. crenulatus* (Jacot, 1938): Палеарктика, *S. elegans* Forsslund, 1957: Палеарктика; род *Verachthonius* Moritz, 1976 – 1 вид (*V. laticeps* (Strenzke, 1951) [5] (табл. 1).

Таблица 1

Распространение панцирных клещей семейства Brachychthoniidae Balogh, 1943

Вид	Места находок					
	Россия, 1995 г.	Украина, 1994 г.	Монголия, 2010 г.	Определи- тель, 1975 г	Донбасс, 2019 г.	Украина, 2000 г.
Род <i>Brachychthonius</i> Berlese, 1910						
<i>B. berlesei</i> Forsslund, 1942	-	-	-	+	+	+
<i>B. bimaculatus</i> Willman, 1936	+	+	+	+	+	+
<i>B. hirtus</i> Moritz, 1976	+	+	-	-	-	+
<i>B. impressus</i> Moritz, 1976	+	-	+	-	-	-
Род <i>Brachyochthonius</i> Jacot, 1938						
<i>B. subcricoides</i> Balogh et Mahunka, 1979	-	+	-	-	-	+
<i>B. furcatus</i> Weis-Fogh, 1948	-	+	-	-	-	+
Род <i>Eobrachychthonius</i> Jacot, 1936						
<i>E. borealis</i> Forsslund, 1942	+	+	+	+	+	+
<i>E. latior</i> (Berlese, 1910) = <i>E. setus</i> Sergienko, 1992	+	+	-	+	+	+
<i>E. mooseri</i> (v.d. Hammen, 1950) = <i>E. setus</i> Sergienko, 1992	+	+	-	+	-	+
<i>E. oudemansi</i> v.d. Hammen, 1952	+	-	-	+	-	-
Род <i>Liochthonius</i> v.d. Hammen, 1959						
<i>L. alpestris</i> (Forsslund, 1958)	+	-	+	+	+	+
<i>L. brevis</i> (Michael, 1888) = <i>L. perpusillus</i> (Berlese, 1910) = <i>Brachychthonius brevis</i> Mich., 1888)	+	+	-	+	+	+
<i>L. clavatus</i> (Forsslund, 1942)	+	-	-	+	-	-
<i>L. evansi</i> (Forsslund, 1958)	+	-	+	+	-	+
<i>L. gisini</i> (Schwezer, 1948)	+	-	-	+	-	-
<i>L. horridus</i> (Sellnick, 1928)	+	+	-	+	+	+
<i>L. hystricinus</i> (Forsslund, 1942)	+	+	+	+	-	+
<i>L. intermedius</i> Chinone et Aoki, 1972	+	-	-	-	-	-
<i>L. laetepictus</i> (Berlese, 1910)	+	-	-	+	+	+
<i>L. lapponicus</i> (Tragardh, 1910)	+	+	-	+	+	+
<i>L. muscorum</i> Forsslund, 1964	+	-	+	+	-	+
<i>L. perelegans</i> Moritz, 1976	+	-	-	-	-	-

Вид	Места находок					
	Россия, 1995 г.	Украина, 1994 г.	Монголия, 2010 г.	Определи- тель, 1975 г	Донбасс, 2019 г.	Украина, 2000 г.
<i>L. plumosus</i> Mahunka, 1969	+	+	-	+	+	+
<i>L. propinguus</i> Niedbala, 1972	+	+	-	+	+	+
<i>L. sellnicki</i> (Thor, 1930) = <i>Brachychthonius scalaris</i> (Forsslund, 1942)	+	+	+	+	-	+
<i>L. simplex</i> (Forsslund, 1942)	+	-	-	-	-	-
<i>L. strenzkei</i> Forsslund, 1963	+	+	-	-	-	-
<i>L. kirghisicus</i> D. Kriv., 1971	-	-	+	+	-	-
<i>L. forsslundi</i> Mahunka, 1969	-	+	-	+	-	+
<i>L. perfusorius</i> Moritz, 1976	-	+	-	-	-	+
<i>L. clavipes</i> (Forsslund, 1942)	-	-	-	+	-	-
Род <i>Mixochthonius</i> Niedbala, 1972						
<i>M. concavus</i> (Chione, 1974)	+	-	-	-	-	-
<i>M. pilosetosus</i> (Forsslund, 1942)	+	-	-	+	-	-
Род <i>Neobrachychthonius</i> Moritz, 1976						
<i>N. magnus</i> Moritz, 1976	+	+	-	-	-	+
<i>N. marginatus</i> (Forsslund, 1942) = <i>Brachychthonius marginatus</i> Forsslund, 1942	+	-	+	-	+	+
Род <i>Neoliochthonius</i> Lee, 1982						
<i>N. piluliferus</i> (Forsslund, 1942) = <i>Liochthonius piluliferus</i> (Forsslund, 1942)	+	-	-	+	-	-
Род <i>Poecilochthonius</i> Balogh, 1943						
<i>P. italicus</i> (Berlese, 1910)	+	+	+	+	-	+
<i>P. spiciger</i> (Berlese, 1910)	+	-	-	-	-	-
Род <i>Sellnickochthonius</i> D. Krivolutsky, 1964						
<i>S. borealis</i> D. Kriv., 1965	+	-	-	+	-	-
<i>S. cricoides</i> (Weis-Fogh, 1948) = <i>Brachychthonius cricoides</i> Weis- Fogh, 1948	+	-	-	+	+	+
<i>S. hungaricus</i> (Balogh, 1943) = <i>Brachychochthonius hungaricus</i> Balogh, 1943	+	+	-	-	-	+
<i>S. immaculatus</i> (Forsslund, 1942) = <i>Brachychochthonius immaculatus</i> Forsslund, 1942	+	+	+	+	+	+
<i>S. jacoti</i> (Evans, 1952)	+	-	-	-	-	+
<i>S. jugatus</i> (Jacot, 1938)	+	-	-	-	-	-
<i>S. meridionalis</i> (Bernini, 1973)	+	-	-	-	-	-
<i>S. rostratus</i> (Jacot, 1936) = <i>Brachychthonius rostratus</i> Balogh, 1943	+	-	-	+	-	+
<i>S. suecicus</i> (Forsslund, 1936) = (<i>Brachychthonius jugatus</i> v. <i>suecicus</i> , Forsslund, <i>B. jacoti</i> Evans, <i>B. jugatus</i> Jacoti sensu Niedbala, 1972)	+	+	-	+	+	+

Вид	Места находок					
	Россия, 1995 г.	Украина, 1994 г.	Монголия, 2010 г.	Определитель, 1975 г.	Донбасс, 2019 г.	Украина, 2000 г.
<i>S. variabilis</i> (Mahunka, 1982)	+	-	-	-	-	-
<i>S. zelavaiensis</i> (Sellnick, 1928)	+	+	-	+	+	+
Род <i>Synchthonius</i> v.d. Hammen, 1952						
<i>S. crenulatus</i> (Jacot, 1938) = <i>S. boschmei</i> v.d. Hammen, 1952	+	+	-	+	-	+
<i>S. elegans</i> Forsslund, 1957	+	+	+	+	-	+
Род <i>Verachthonius</i> Moritz, 1976						
<i>V. laticeps</i> (Strenzke, 1951)	+	-	-	-	-	-
Род <i>Paraliochthonius</i> Moritz, 1976						
<i>P. globuliferus</i> (Strenzke, 1951) = <i>Liochthonius globuliferus</i> (Strenzke, 1951)	-	+	-	+	-	+
Всего родов / видов	10 / 46	8 / 27	7 / 14	7 / 34	5 / 16	9 / 34

Г. Д. Сергиенко [7] отмечает, что из 10 палеарктических родов семейства брахихтониид в Украине встречаются 8 родов, включающих 27 видов. Род *Eobrachychothionius* Jacot, 1936 – 1 вид (*E. setus* Sergienko, 1992, новый вид, обнаружен в трухе бука в окр. озера Комсомольского в Карпатах). Род *Brachychothionius* Jacot, 1938 – 6 видов (*B. immaculatus* Forsslund, 1942 – многочисленный вид – Голарктика, Европа, Россия, Украина (Луганская область); *B. hungaricus* (Balogh, 1943) – Палеарктика, Европа, Украина (Луганская область); *B. subcrucoides* Balogh et Mahunka, 1979 – Европа, новый вид в фауне Украины (Луганская область); *B. suecicus* Forsslund, 1942 – Голарктика, Европа, Россия, Украина; *B. furcatus* Weis-Fogh, 1948 – Европа, Украина; *B. zelavaiensis* (Sellnick, 1928) – Европа, Украина, Средняя Азия. Род *Brachychothionius* Berlese, 1910 – 3 вида (*B. hirtus* Moritz, 1976 – Европа, в фауне Украины отмечен впервые; *B. bimaclatus* Willmann, 1936 – Европа, Россия (Крым); *B. berleseii* Willmann, 1928 – Европа, Россия, Украина; род *Poecilochthonius* Balogh, 1943 – 1 вид (*P. italicus* (Berlese, 1910 – Европа, Россия, Украина); род *Liochthonius* van der Hammen, 1959 – в Палеарктике 36 видов, в Украине – 10 (*L. forsslundi* Mahunka, 1969 – Европа, Украина, Россия (Крым); *L. horridus* (Sellnick, 1928) – Европа, Россия (Крым), Украина; *L. plumosus* Mahunka, 1969 – Европа, Украина (Луганская область); *L. hystricinus* (Forsslund, 1942) – Голарктика, Европа, Россия (Крым), Украина, Монголия; *L. perfusorium* Moritz, 1976 – Европа, Украина; *L. brevis* (Michael, 1888) – Голарктика, Европа, Россия (Крым), Украина; *L. propinguus* Niedbala, 1972 – Европа, Россия, Украина (Луганская область); *L. sellnicki* (Thor, 1930) – Палеарктика, Европа, Россия (Крым), Украина; *L. strenzkei* Forsslund, 1963 – Палеарктика, Европа, Россия, впервые отмечен в Украине; *L. lapponicus* Tragard, 1910 – массовый вид в Украине (Донецкая и Луганская области), Европа, Россия (Крым), Северная Америка). Род *Neobrachychothionius* Moritz, 1976 – в Украине 1 вид (*N. magnus* (Moritz, 1976) – Европа, в Украине ранее не отмечался; род *Paraliochthonius* Moritz, 1976 – в Украине известен 1 вид (*P. globuliferus* (Strenzke, 1951), Германия, Польша); род *Synchthonius* van der Hammen, 1952 – в Украине широко распространены 2 вида (*S. elegans* Forsslund, 1957 – Европа, Россия (Крым), Монголия; *S. crenulatus* (Jacot, 1938) – Голарктика, Европа, Россия (Крым), Украина [7].

Ниже приведен список 14 видов из 7 родов семейства брахихтониид, обнаруженных в степях Монголии [1]. Род *Brachychothionius* Berlese, 1910 – 3 вида: *B. berleseii* Willmann, 1928 – Голарктика, Европа, Россия, Казахстан, Северная Америка, Монголия, Япония; *B. bimaclatus* Willmann, 1936 – Голарктика, Европа, Канада, Азия (Казахстан), Россия, Монголия; *B. impressus* Moritz, 1976 – Палеарктика, Европа, Россия, Монголия. Род *Eobrachychothionius* Jacot, 1936 – 1 вид: *E. borealis* Forsslund, 1942 – Голарктика, Европа, Россия, Белоруссия, Украина, Грузия, Казахстан, США, Канада, Монголия. Род *Liochthonius*

var der Hammen, 1959 – 6 видов: *L. evansi* (Forsslund, 1958) – Палеарктика, Европа, Россия, Украина, Китай, Монголия, Япония; *L. kirghisicus* Krivolutsky, 1971 – Киргизия, Китай, Монголия; *L. hystricinus* (Forsslund, 1942) – Голарктика, Европа (повсеместно), Россия, США, Канада, Монголия, Аргентина, Боливия; *L. sellniski* (Thor, 1930) – Монголия, Россия, Азия, Европа, Северная Америка; *L. alpestris* (Forsslund, 1958) – Палеарктика: Европа, Россия, Украина, Казахстан, Киргизия, Монголия; *L. muscorum* Forsslund, 1964 – Европа, Россия, Украина, Монголия, Япония. Род *Neobrachychthonius* Moritz, 1976 – 1 вид (*N. marginatus* (Forsslund, 1942) – Палеарктика: Европа (повсеместно), Россия, Казахстан, Монголия, Корея, Япония). Род *Poecilochthonius* Balogh, 1943 – 1 вид (*P. italicus* (Berlese, 1910) – Европа (повсеместно), Россия, Монголия, США). Род *Sellnickochthonius* Krivolutsky, 1964 – 1 вид (*S. immaculatus* (Forsslund, 1942) – Голарктика: Европа (повсеместно), Россия, Казахстан, Киргизия, Туркмения, США, Канада, Мексика). Род *Synchthonius* v.d. Hammen, 1952 – 1 вид (*S. elegans* Forsslund, 1957 – Европа (повсеместно), Россия, Монголия, Азия, Иран, Китай, Япония) [1].

В «Определителе обитающих в почве клещей (Sarcoptiformes)» [4] для фауны орибатид СССР приведено 34 вида из 7 родов.

Многочисленный в видовом отношении род *Liochthonius* v.d. Hammen, 1950 – 17 видов (*L. evansi* (Forsslund, 1958) – Северная и Центральная Европа; *L. gisini* (Schweizer, 1948) – Центральная и Восточная Европа; *L. plumosus* Mahunka, 1969 – Восточная Европа; *L. forsslundi* Mahunka, 1969, без указания места находки; *L. horridus* (Sellnick, 1928), без указания места находки; *L. globuliferus* (Strenzke, 1951) – Центральная Европа; *L. clavipes* (Forsslund, 1942) – Север Европы, Поволжье; *L. piluliferus* (Forsslund, 1942) – Западная Европа; *L. hystricinus* (Forsslund, 1942) – Север Европы, Алтай; *L. perpusillus* (Berlese, 1910) = *Brachychthonius brevis* (Michael, 1988) – Голарктика; *L. sellnicki* (S. Thor, 1930) = *Brachychthonius scalaris* (Forsslund, 1942) – Голарктика; *L. kirghisicus* D. Krivolutsky, 1971 – Средняя Азия; *L. propinguus* Niedbala, 1972 – Польша; *L. laetepictus* (Berlese, 1910) – Европа, север Европейской части СССР; *L. lapponicus* (Tragardh, 1910) – Север Америки, северная и центральная Европа; *L. muscorum* Forsslund, 1964 – Север Европы; *L. alpestris* (Forsslund, 1958) – Север Европы, Поволжье.

Род *Brachychthonius* Berlese, 1910 – 5 видов (*B. cricoides* Weis-Fogh, 1948) – Западная Европа, Киргизия, Кавказ; *B. bimaculatus* Willmann, 1936 – центральная Европа, Белоруссия; *B. berlesei* Willmann, 1928 – Голарктика; *B. marginatus* Forsslund, 1942 – Европейская часть СССР, центральная и северные части Западной Европы; *B. immaculatus* Forsslund, 1942 (= *B. semiornatus* Evans, 1952; *B. arcticus* Hammer, 1952; *B. obscurus* D. Kriv., 1966) – Голарктика.

Род *Eobrachychthonius* Jacot, 1936 – 4 вида (*E. mooseri* v.d. Hammen, 1950 – Западная Европа; *E. latior* Berlese, 1910 – СССР: Сибирь, Дальний Восток, Северная Америка, Гренландия, Европа; *E. oudemansi* v.d. Hammen, 1952 – Западная Европа, Европейская часть СССР, Алтай; *E. borealis* Forsslund, 1942 – Север Европы, Алтай, Крым).

Род *Sellnickochthonius* D. Krivolutsky, 1964 – 4 вида (*S. zelawaiensis* (Sellnick, 1928) – Европа, Алтай, Киргизия; *S. rostratus* (Jacot, 1936) (= *Brachychthonius hungaricus* Balogh, 1943) – Северная Америка, Европа, Алтай и Дальний Восток; *S. suecicus* Forsslund, 1942 (= *Brachychthonius jugatus* v. *suecicus* Forsslund, *Brachychthonus jacoti* Evans, *B. jugatus* Jacot, 1938) – Голарктика; *S. borealis* D. Kriv., 1964 – Архангельская область).

Род *Poecilochthonius* Balogh, 1943 – 1 вид (*P. italicus* (Berlese, 1910) – Голарктика, в лесах Европейской части СССР и на Алтае, на юге Западной Сибири, местами многочислен).

Род *Mixochthonius* Niedbala, 1972 – 1 вид (*M. pilosetosus* (Forsslund, 1942) – всюду редок, обитает в северной и центральной части Европы, встречен в Белоруссии, в России (в Ленинградской и Архангельской областях).

Род *Synchthonius* v.d. Hammen, 1952 – 2 вида (*S. crenulatus* (Jacot, 1938) (= *S. boschmai* v.d. Hammen, 1952) – Голарктика; *S. elegans* Forsslund, 1957 – Исландия, Европа, Западная Сибирь, Киргизия, Алтай, Дальний Восток) [4].

Видовой состав брахихтониид Украины, в том числе Донбасса, приведен в опубликованных нами ранее работах [12, 13, 18, 20–23] – 34 вида из 9 родов.

Род *Brachychthonius* Berl., 1910 – 3 вида (*B. berlesei* Will., 1928, *B. bimaculatus* Will., 1936, *B. hirtus* Moritz, 1975). Род *Eobrachychthonius* Jacot, 1936 – 3 вида (*E. borealis* Forsslund, 1942, *E. latior* (Berl., 1910), *E. mooseri* (v.d. Hammen, 1950)). Род *Liochthonius* v.d. Hammen, 1959 – 12 видов (*L. alpestris* (Forsslund, 1958), *L. brevis* (Michael, 1888), *L. evansi* (Forsslund, 1958), *L. horridus* (Sellnick, 1928), *L. hystricinus* (Forsslund, 1942), *L. laetepictus* (Berlese, 1910), *L. lapponicus* (Tragardh, 1910), *L. plumosus* Mahunka, 1972, *L. propinguus* Niedbala, 1972, *L. sellnicki* (Thor, 1930), *L. perfusorius* Moritz, 1976, *L. forslundi* Mahunka, 1969). Род *Neobrachychthonius* Moritz, 1976 – 2 вида (*N. magnus* Moritz, 1976, *N. marginatus* (Forsslund, 1942)). Род *Poecilochthonius* Balogh, 1943 – 1 вид (*P. italicus* (Berlese, 1910)). Род *Sellnickochthonius* Krivolutsky, 1964 – 7 видов (*S. cricoides* (Weis-Fogh, 1948), *S. hungaricus* (Balogh, 1943), *S. immaculatus* (Forsslund, 1942), *S. jacoti* (Evans, 1952), *S. rostratus* (Jacot, 1936), *S. suecicus* (Forsslund, 1942), *S. zelawaiensis* (Sellnick, 1928)). Род *Synchthonius* v.d. Hammen, 1952 – 2 вида (*S. crenulatus* (Jacot, 1938), *S. elegans* Forsslund, 1957). Род *Brachychochthonius* Jacot, 1938 – 2 вида (*B. subcricoides* Balogh et Mahunka, 1979, *B. furcatus* Weis-Fogh, 1948). Род *Paraliochthonius* Moritz, 1976 – 1 вид (*P. globuliferus* (Strenzke, 1951)).

В сравнительном аспекте наблюдается широкое распространение представителей семейства брахихтониид в Палеарктике, в том числе в России, Украине, Монголии и Донбассе. Наиболее многочисленны в видовом отношении роды *Liochthonius* v.d. Hammen, 1959 и *Brachychthonius* Berlese, 1910, обладающие широким распространением в различных зоогеографических зонах и населяющие различные биотопы естественных и техногенных ландшафтов.

В условиях Донбасса отмечено 16 видов брахихтониид, относящихся к 5 родам. Донбасс – это угольный бассейн, включающий Донецкую, Луганскую, Днепропетровскую области Украины и Ростовскую область РФ. Распространение видов семейства брахихтониид в основном представлено в условиях Донецкой, Луганской и, частично, Днепропетровской областей.

Ниже приведены находки видов сем. Brachychthoniidae Balogh, 1943 в Донбассе.

Род *Eobrachychthonius* Jacot, 1936.

Eobrachychthonius borealis Forsslund, 1942. В 2006 г. найден в поверхностном слое почвы на равнинном степном участке (3 экз./0,92%) РЛП «Клебан-Бык» [27]. Единично (1 экз./0,37%) обнаружен в растительной подстилке на склоне степного оврага (окр. с. Пискуновка) отделения «Меловая флора» Украинского природного степного заповедника [32]. В марте 2014 г. отмечен (5 экз./1,64%) в подстилке насаждения сосны крымской, в апреле на поляне в травянистой подстилке с почвой (4 экз./1,67%) и в подстилке лиственного леса (1 экз./0,30%) участка № 2 «Пчелкинские окаменелые деревья» РЛП «Краматорский» [33]. Распространение: Голарктика, Европа, Россия, Украина, Донбасс, США, Канада.

Eobrachychthonius latior Berlese, 1910. В 2006 г. отмечен как часто встречаемый вид (7 экз./2,14%) в травянистой подстилке на равнинном участке целинной степи РЛП «Клебан-Бык» [27]. В мае и июне 2009 г. обнаружен в подстилке с почвой по дубом в балке байрачного леса РЛП «Зуевский» (1 экз./0,65%) [30]. Распространение: Палеарктика, Европа, Россия, Украина, Донбасс.

Род *Sellnickochthonius* Kriv., 1964.

Sellnickochthonius suecicus (Forsslund, 1936). В июле, августе и октябре 2006 г. обнаружен в подстилке лесопосадки поймы р. Ольховой РЛП «Зуевский» (9 экз./0,54%) [28]. Распространение: Палеарктика, Россия, Украина, Донбасс.

Род *Brachychthonius* Berlesei, 1910.

Brachychthonius immaculatus Forsslund, 1942. В июле 2005 г. найден (15 экз./3,47%) на вершине, единично (1 экз./1,01%) у основания шлакового отвала, заросшего сорно-рудеральной растительностью, металлургического завода г. Енакиево Донецкой области [37]. В июле 2005 г. найден в почве на южном склоне степной балки (1 экз./0,33%) Васильевского

участка Андреевского месторождения огнеупорных глин (Славянский р-н, Донецкая обл.) [26]. В условиях РЛП «Клебан-Бык» – широко распространенный вид [27]. В 2005 г. в июле единично найден на степном участке – 1 экз./0,41%. В июне 2006 г. обнаружен на степном участке – 3 экз./0,93%, в августе – 7 экз./1,22%, в сентябре – 2 экз./0,61%, в декабре (в период оттепели) отмечен как часто встречаемый вид – 9 экз./3,00%. В лесопосадке в 2006 г. часто встречался в апреле – 31 экз./2,39%, был редким в мае 3 экз./0,30%, августе – 1 экз./0,09% и сентябре – 1 экз./0,05%. Многочисленный вид на пойменном лугу в июле 2005 г. – 4 экз./11,77%, в декабре – 38 экз./30,89%; в 2006 г. доминировал и часто встречался – в апреле – 12 экз./19,06%, июне – 7 экз./7,29%, августе – 87 экз./41,63% и сентябре – 17 экз./21,52%, редкий вид в июле – 3 экз./1,95%. В 2006 г. в разных биотопах обнаружено 203 экз.: в степной балке – 93 экз./4,74%, в карьере – 15 экз./2,66%, в кустарниковой степи – 2 экз./0,32%, в насаждениях лоха узколистного – 1 экз./0,23%, на степном участке у водохранилища – 8 экз./5,84%, на равнине целинной заповедной степи – 84 экз./25,69% [27]. В июле, августе и октябре 2006 г. доминировал в подстилке лесопосадки – 92 экз./5,55%, часто встречался в почве петрофитной степи – 12 экз./2,34%, отмечен в почве с дерном лугостепи р. Ольховой – 21 экз./0,78% РЛП «Зуевский» [28]. В июне 2010 г. найден в подстилке кленовой рощи – 3 экз./1,07%, часто встречался в лесополосе – 9 экз./2,08%, в балке под дубом – 4 экз./2,60%, на опушке байрачного леса – 5 экз./2,99% и на поляне – 2 экз./1,33% РЛП «Зуевский» [30]. Доминировал в почве на вершине «Зуй-Горы» в октябре 2009 г. – (12 экз./7,50%), на склоне горы доминировал в октябре (29 экз./7,32%), часто встречался в мае (8 экз./2,11%). В основании «Зуй-горы» обнаружен в мае – 1 экз./0,23% и в октябре (6 экз./1,19%) [35]. В 2008 г. доминирующий и часто встречаемый вид в условиях РЛП «Донецкий Кряж» – в ольшаннике (окр. с. Петровское Амвросиевского р-на) – 27 экз./8,01%, сосновом лесу – 3 экз./27,28%, пойменном лесу около р. Савостьянка – 11 экз./2,65% [29]. Высокая численность этого вида отмечена в октябре 2009 г. на вершине (35 экз./25,74%) и в основании (20 экз./11,83%) отработанного террикона шахты № 12 (Моспино, г. Донецк), спонтанно заросшего сорно-рудеральной растительностью с преобладанием мятлика луковичного (*Poa bulbosa* L.). На склоне террикона был единичен – 1 экз./0,92% [31]. В условиях РЛП «Зуевский» в июне 2009 г. встречался в кленовой роще – 3 экз./1,07%, часто встречался в лесополосе – 9 экз./2,08%, в дубраве байрачного леса – 4 экз./2,60%, на опушке байрачного леса – 5 экз./2,99%, на поляне был редок – 2 экз./1,33% [30]. В сентябре 2011 г. обнаружен в травянистой подстилке (4 экз./1,46%) на склоне степного оврага восточной экспозиции (окр. с. Пискуновка) отделения Украинского природного степного заповедника «Меловая флора» [32]. Вид обнаружен на трех участках (№ 1 «Беленькое», № 2 «Пчелкинские окаменелые деревья», № 4 «Белокузьиновское») РЛП «Краматорский» Донецкой области. В апреле 2014 г. отмечен в поверхностном слое почвы луговой степи (6 экз./1,21%) участка № 2. На участке № 4 найден в ноябре 2013 г. (1 экз./0,17%) в подстилке с почвой у подножия меловой горы, часто встречался на стационарном участке пойменного луга – 25 экз./2,87%, на пойменном лугу р. Беленькая-2 малочисленный в августе и октябре, доминировал в ноябре (соответственно 4 экз./1,09 – 1 экз./1,92 – 20 экз./5,30%). Найден у подножия меловой горы юго-восточной экспозиции в ноябре – 6 экз./0,72%, на вершине меловой горы северной экспозиции – в октябре 2013 г. (1 экз./0,92%). На участке № 1 «Беленькое» в 2013 г. отмечен в подстилке кленово-дубовых насаждений (6 экз./0,71%), в почве на участке целинной степи – апрель 2014 г. (9 экз./0,79%). На участке № 2 «Пчелкинские окаменелые деревья» в марте 2014 г. редкий в хвойной подстилке сосны крымской – 3 экз./0,98% и в почве луговой степи в апреле – 6 экз./1,21%, часто встречаемый вид на степном участке – 5 экз./2,14% [33]. Вид встречался в различных биотопах заповедника «Хомутовская степь – Меотида» [34, 36]: в апреле 2016 г. обнаружен в растительной подстилке юго-восточного склона балки Брандта – 22 экз./3,47%, в тальвеге балки – 10 экз./2,45% и на южном склоне балки – 2 экз./0,96%. В балке Климушанской отмечен в мае 2016 г.: в тальвеге – 3 экз./0,49% и на южном склоне – 4 экз./0,60%. В урочище «Кут» в подстилке с почвой – 5 экз./0,73%, в средней балке

(северный рукав балки Климушанской) – 16 экз./2,40%, в балке Оболонской – 6 экз./1,82%. В апреле, на участке для выпаса лошадей (толока) – 1 экз./0,14%, на плакоре в травянистой подстилке абсолютно заповедной степи в марте 2016 г. найдены 10 экз./1,91% [34, 36]. Распространение: Голарктика, Европа, Россия, Украина, Донбасс.

Brachychthnius cricoides Weis-Fogh, 1948. В июле 2003 г. найден в подстилке под вербой (1 экз./0,09%) в прибрежной полосе озера Рапное памятника природы «Озеро Рапное» Славянского района Донецкой области [24]. В ноябре 2005 г. преобладал (13 экз./13,83%) в почве степного участка, прилегающего к шлаковому отвалу металлургического завода г. Енакиево Донецкой области [37]. На территории РЛП «Клебан-Бык» в 2006 г. отмечен на степном участке в апреле – 1 экз./0,34%, на пойменном лугу в июне – 5 экз./5,21% и сентябре – 1 экз./1,27%, в лесопосадке – в мае – 1 экз./0,10% и июне – 35 экз./3,62%. Зарегистрирован в поверхностном слое почвы с подстилкой в степной балке – 7 экз./0,36%, кустарниковой степи – 1 экз./0,16%, на равнинном участке целинной степи – 9 экз./2,75% [27]. В летний период 2003 г. найден 1 экз. (0,06%) в поверхностном слое почвы степной балки памятника природы «Истоки Кальмиуса» (с. Минеральное, Донецкая обл.) [38]. В мае 2008 г. обнаружен в дубраве (2 экз./0,36%) и байрачном лесу (3 экз./0,61%) участка, отводимого под заповедание в Амвросиевском р-не Донецкой обл.) [29]. Редко встречался в июне 2011 г. в поверхностном слое почвы пойменного луга р. Северский Донец (с. Дроновка, Донецкая обл.) [6]. В РЛП «Краматорский» встречался на участке № 1 «Беленькое» на участке целинной степи в ноябре 2013 г. – 6 экз. /1,14% и в апреле 2014 г. – 8 экз./0,69%. В марте 2014 г. отмечен в насаждениях сосны крымской – 4 экз./1,31% участка № 2 «Пчелкинские окаменелые деревья» [33]. Обнаружен в ноябре 2015 г. в почве на склоне «Зуй-горы» – 1 экз./0,20% [35]. Единичен в апреле 2016 г. (1 экз./0,16%) в подстилке с почвой на склоне балки Брандта, в мае – в балке Климушанской – 4 экз./1,16% заповедника «Хомутовская степь – Меотида» [34, 36]. Распространение: Европа, Россия, Украина, Донбасс.

Brachychthonius marginatus Forsslund, 1942. В условиях РЛП «Клебан-Бык» встречался в 2006 г. на пойменном лугу, преобладал в июне – 5 экз./5,21%, редкий вид в апреле – 1 экз./1,79% и в августе – 2 экз./0,96%, в мае – в лесопосадке – 1 экз./0,01% [27]. В августе 2009 г. найден в поверхностном слое почвы (2 экз./1,25%) на вершине, в мае – на склоне (1 экз./0,26%) «Зуй-Горы» РЛП «Зуевский» [35]. Распространение: Европа, Россия, Украина, Донбасс, Монголия.

Brachychthonius bimaculatus Willmann, 1936. Малочисленный вид в условиях РЛП «Краматорский», обнаружен на стационарном степном участке в 2006 г. в сентябре – 4 экз./1,21%, в декабре – 1 экз./0,33%, в целинной степи – 5 экз./0,15%, в степной балке – 9 экз./0,47%, на плакоре – 3 экз./0,92%. В 2013 г. отмечен на участке № 4 в растительной подстилке подножия меловой горы – 1 экз./0,10% [33]. Распространение: Палеарктика, Европа, Россия, Украина, Донбасс, Монголия.

Brachychthonius berlesei Willmann, 1936. В 1974 г. найден в подстилке с почвой в пойменном лесу и на лугу около р. Северский Донец (Ворошиловградская обл.) [3]. Обнаружен в поверхностном слое почвы степного участка скифского кургана № 1 (Амвросиевский р-н, Донецкая обл.), где доминировал в июле 1985 г. – 29 экз./23,02%, малочисленный в июне – 4 экз./1,05% и в августе – 3 экз./1,08%, а также на кургане № 2 в августе – 1 экз./0,43% [21]. Найден 1 экз./0,10% в октябре 1995 г. на абсолютно заповедном участке заповедника «Хомутовская степь» (Донецкая обл.) [9, 11]. Отмечен в подстилке пойменного леса (гора Артема) в окр. г. Святогорск – 10 экз./0,16%, а также в почве пойменного луга возле р. Северский Донец – 5 экз./0,21% [21]. В июле 2003 г. 1 экз. (0,09%) обнаружен под вербой на берегу озера Рапное памятника природы «Озеро Рапное» (г. Славянск Донецкой области) [24]. В июне 2004 г. найден 1 экз. (0,62%) в лесной подстилке экологической тропы «Дубовая роща» Национального природного парка «Святые горы» (г. Святогорск, Донецкая обл.) [25]. В РЛП «Клебан-Бык» в декабре 2005 г. отмечен как часто встречаемый вид в поверхностном слое почвы пойменного луга – 6 экз./4,88% и в 2006 г. – 24 экз./3,63%. Малочисленный вид в лесопосадке в 2006 г. (апрель – 25 экз./1,93%,

июль – 2 экз./0,19%, декабрь – 1 экз./0,05%) и в кустарниковой степи – 1 экз./0,02% [27]. В марте 2008 г. отмечен в биотопах РЛП «Донецкий Кряж» – в ольшанике (окр. с. Петровское Амвросиевского р-на) – 1 экз./0,30%, в пойменном лесу около р. Севостьянка – 14 экз./3,37%, в петрофитной степи в окр. с. Петровское – 1 экз./1,23%; в мае 2008 г. в сосновом лесу – 2 экз./1,24%, в степи (2/0,38%) на участке, отводимом под заповедание (Амвросиевский р-н, Донецкая обл.) [29]. В сентябре 2011 г. найден 1 экз./0,73% в травянистой подстилке с почвой на петрофитном участке целинной степи отделения «Меловая флора» Украинского природного степного заповедника (окр. с. Пискуновка) [32]. Редко встречался в июне 2011 г. в поверхностном слое почвы пойменного луга р. Северский Донец (с. Дроновка, Донецкая обл.) [6]. Найден в подстилке с почвой на участке № 1 «Беленькое» РЛП «Краматорский» в апреле 2014 г. – 1 экз./0,09% [33]. Обнаружен в 2009 г. в РЛП «Зуевский» в мае (2 экз./1,83%), в октябре в поверхностном слое почвы на вершине (1 экз./0,63%), склоне (3 экз./0,76%) и у основания (2 экз./0,40%) «Зуй-Горы» [35]. В апреле 2016 г. найден на юго-восточном склоне балки Брандта – 5 экз./0,79%, в мае обнаружен в тальвеге балки Климушанской – 1 экз./0,17%, в средней балке – 9 экз./1,35%, в балке Оболонской – 3 экз./0,91%; в марте на участке абсолютно заповедной степи найдено 6 экз. (1,15%) [34, 36]. Распространение: Голарктика, Россия, Украина, Донбасс.

Род *Brachychochthonius* Jacot, 1936 = *Sellnickochthonius* Krivolutsky, 1964

Brachychochthonius zelawaiensis (Stllnick, 1928). Нами приведен как *Brachychochthonius zelawaiensis* (Sellnick), найден в мае 2009 г. (4 экз./3,67%) в почве на вершине «Зуй-горы» РЛП «Зуевский» [35]. Распространение: Палеарктика, Европа, Россия, Украина, Донбасс.

Род *Liochthonius* van der Hammen, 1959.

Liochthonius plumosus Mahunka, 1969. Обитатель лесных подстилок, в почве степной зоны впервые обнаружен Г. Д. Сергиенко [7] в Луганской области. Распространение: Европа, Россия, Украина, Донбасс.

Liochthonius propinguus Niedbala, 1972. Обнаружен Г. Д. Сергиенко [7] в подстилке и почве в окр. ст. Ильенко (Луганская обл.). Распространение: Россия, Украина, Донбасс.

Liochthonius brevis (Michael, 1888). Ранее приведен как *L. perpusillus* (Berlese, 1910). Голарктический вид с широким распространением. Населяет все типы почв, лесных подстилок. В июне 2003 г. обнаружен в почве правой балки (1 экз./0,71%) памятника природы «Истоки Кальмиуса» (с. Минеральное, Донецкая обл.) [38]. Вид обнаружен в байрачных лесах, целинной степи, лесополосах, пойменных лесах и лугах, очистных сооружениях (г. Донецк, пос. Ларино), в основании шлакового отвала, расположенного на степном участке, металлургического завода «Ильича» (окр. г. Мариуполя, балка Грековатая), где в ноябре 1985 г. вид составил 3,49% [20]. В июле 2005 г. отмечен как малочисленный вид на степном участке (1 экз./0,33%) и в агроценозе (3 экз./0,77%) Васильевского участка Андреевского месторождения огнеупорных глин (Славянский р-н, Донецкая обл.) [26]. В 2006 г. найден в подстилке лесопосадки (3 экз./0,04%) РЛП «Клебан-Бык» [27]. В Луганской области нами обнаружен в байрачном лесу (0,15%, окр. пгт. Беловодск) и на пойменном лугу (0,19%, пгт. Станично-Луганское) [21]. В Днепропетровской области обнаружен единично в байрачном лесу в окр. с. Бородаевка Павлоградского р-на (0,3%) и в лесопосадке в окр. пгт. Васильково (0,4%) [14, 15, 21]. Распространение: Голарктика, Европа, Россия, Украина, Донбасс.

Liochthonius lapponicus Tragardh, 1910. Многочисленный вид, обитающий в лесных и степных биотопах. Обнаружен на платообразном участке, заросшем сорно-рудеральной растительностью, промышленного отвала Краматорского металлургического завода. На стационаре степного участка, прилегающем к промотвалу, доминировал в августе и октябре 1984 г. (14,90–68,90%) и часто встречался в марте (4,80%) 1984 г., а в 1985 г. преобладал в июле (12,70%) и августе (5,49%), часто встречался в сентябре (4,82%) и ноябре (2,45%) [16, 20, 23]. Встречался на степных участках, прилегающих к рекультивированному шахтному террикону № 4 г. Донецка, в лесополосе расположенной в районе промышленного отвала

металлургического завода «Ильича» и тяжелого машиностроения г. Мариуполя (балка Грековатая) в июне (3,31%) и в сентябре (1,63%) 1984 г. [20]. Отмечен в 1998 г. в Станично-Луганском заповеднике (Луганская обл.) в целинной степи – 1 экз./0,1% [8, 11]. В 2005 г. встречался на степном участке (4 экз./1,95%), прилегающем к шлакоотвалу металлургического завода г. Енакиево Донецкой области [37]. Малочисленный на заболоченном участке, прилегающем к рекультивированному шламонакопителю № 1 Славянского содового завода ПО «Химпром» [17]. Отмечен в 1985 г. на откосе иловой площадки № 4 Донецких очистных сооружений (пос. Ларино), где доминировал в апреле (8,83%) и редко встречался в мае (0,96%) и июне (0,39%) [20]. Вид встречался на абсолютно заповедном участке целинной степи заповедника «Хомутовская степь» в 1995 г. в мае (2 экз./0,90%), июне (2 экз./0,20%), июле (6 экз./2,00%) и октябре (6 экз./0,90%), на периодическом косимом участке в апреле (6 экз./0,70%), мае (1 экз./0,40%), июне (5 экз./0,90%), июле (1 экз./0,50%), августе (1 экз./0,30%), сентябре (1 экз./0,20%) и октябре (4 экз./1,50%), на дне степной балки найден в октябре (1 экз./0,40%) [9–11]. Обнаружен в летний период 2003 г. в степном биотопе (3 экз./0,26%) памятника природы «Истоки Кальмиуса» (с. Минеральное, Донецкая обл.) [38]. В условиях РЛП «Клебан-Бык» в 2006 г. доминировал на равнинном степном участке – 33 экз./10,09%, часто встречался в степной балке – 68 экз./3,47%, карьере – 12 экз./2,13%, редко – в кустарниковой степи – 4 экз./0,63% и луговой степи – 1 экз./0,36%. На стационарных участках: в лесопосадке в 2005 г. обнаружен в июле – 1 экз./0,20%, августе – 1 экз./0,16 и ноябре – 7 экз./0,57%, а в 2006 г. встречался в апреле – 26 экз./2,00%, мае – 2 экз./0,20%, июне – 2 экз./0,21%, июле – 2 экз./0,19%, августе – 1 экз./0,09%; на участке целинной степи в 2006 г. найден в апреле – 3 экз./1,03%, августе – 4 экз./0,70%; на пойменном лугу доминировал в апреле – 5 экз./8,92%, июне – 19 экз./19,80%, редкий вид в остальное время года: июль – 2 экз./1,30%, август – 1 экз./1,44%, сентябрь – 1 экз./1,27% [27]. В 2006 г. часто встречался в подстилке лесопосадки поймы р. Ольховой РЛП «Зуевский» – 41 экз./2,47%, редкий в почве луговой степи – 1 экз./0,04% [28]. Единично встречался в ольшанике и сосновых насаждениях РЛП «Донецкий кряж» (окр. с. Петровское) в марте 2008 г. (1 экз./0,30% и 1 экз./9,09% соответственно), в дубраве (3 экз./0,55%), в байрачном лесу (2 экз./0,41%), доминировал в сосновом лесу – 10 экз./6,21% участка, отводимого под заповедание (Амвросиевский р-н, Донецкая обл.) [29]. Доминировал в октябре 2009 г. у основания спонтанно заросшего сорно-рудеральной растительностью отработанного террикона шахты № 12 (Моспино, г. Донецк) – 13 экз./7,69% [31]. В июне 2009 г. часто встречался в лесополосе липовой балки РЛП «Зуевский» – 10 экз./2,32%, доминировал в почве на вершине «Зуй-горы» в мае 2009 г. – 6 экз./5,51% [30, 35]. В условиях отделения «Меловая флора» Украинского природного степного заповедника (окр. с. Пискуновка) в сентябре 2011 г. обнаружено 2 экз. (0,73%) в травянистой подстилке степного оврага восточной экспозиции, у его основания – 1 экз. (0,23%), в хвойной подстилке меловой сосны – 2 экз. (0,30%) [32]. На участке № 1 «Беленькое» РЛП «Краматорский» в ноябре 2013 г. найден в мхах на стволах деревьев – 9 экз./3,56%, в сосновых насаждениях – 3 экз./2,52%, в апреле 2014 г. – в целинной степи – 6 экз./0,52%. На участке № 2 «Пчелкинские окаменелые деревья» встречался в апреле 2014 г. в лиственном лесу – 12 экз./3,60% [33]. В РЛП «Зуевский» часто встречался в лесополосе, примыкающей к байрачному лесу, – 10 экз./2,32%, найден также в ноябре 2015 г. (1 экз./0,32%) в почве у основания «Зуй-горы» [35]. В апреле 2016 г. отмечен в балке Брандта заповедника «Хомутовская степь – Меотида», часто встречался в травянистой подстилке с почвой на юго-восточном склоне – 28 экз./4,42%, редко – в тальвеге – 4 экз./0,98% и на северо-западном склоне балки – 4 экз./1,91%; в урочище Кут и на участке абсолютно заповедной степи обнаружены единичные особи (1 экз./0,15% и 1 экз./0,19%), в июне 2016 г. на плакорном участке балки Климушанской найден 1 экз. (0,38%) [34, 36]. Распространение: Голарктика, Россия, Украина, Донбасс.

Liochthonius alpestris (Forsslund, 1958). Обычный и широко распространенный вид в условиях Донбасса. В сентябре 1985 г. найден на городских очистных сооружениях

(п. Ларино, г. Донецк) на откосе, заросшем сорно-рудеральной растительностью, иловой площадки № 4 (1,68%) [20]. Единично встречался на заболоченном участке рекультивированного шламонакопителя № 1 содового производства Славянского ПО «Химпром» [17]. Малочисленный вид на степных участках скифских курганов № 1 – апрель 1985 г. (1 экз./0,16) и август (1 экз./0,36%), часто встречался на кургане № 2 в июле и редко в октябре (8 экз./2,55% и 1 экз./3,87% соответственно) [21]. Отмечен как доминант (11,11%) у основания шлакового отвала Краматорского металлургического завода в мае 1985 г., часто встречался в июне (2,72%). На степном участке, прилегающем к шлакоотвалу КМЗ, доминировал в июле 1984 г. (24,5%); в 1985 г. – в марте (9,09%), мае (10,87%), июне (5,70%), июле (13,36%), августе (43,50%), сентябре (5,83%), октябре (5,91%) и ноябре (51,96%) [16]. У основания шлакового отвала металлургического завода «Ильича» (окр. г. Мариуполя, балка Грековатая) обнаружен в июне 1984 г. – 4,00%, в лесополосе, примыкающей к отвалу, был редок в апреле, мае и октябре (0,92–0,22–0,32%), часто встречался в июне – 3,31% и сентябре – 4,88%; в 1985 г. редко встречался в марте, апреле и октябре (0,75–0,71–1,21%), доминировал в ноябре (15,40%) [20]. В 1989 г. на городских очистных сооружениях г. Северодонецка Луганской области обнаружен у отстойника в июне – 3,08%, а также на откосе буферного пруда, где доминировал в мае – 8,67%, а в апреле и июне встречался редко (0,41 и 1,66%) [20, 23]. В июне 2003 г. 1 экз. (0,19%) найден в почве балки памятника природы «Истоки Кальмиуса» (с. Минеральное, Донецкая обл.) [38]. В июле 2005 г. редко встречался (4 экз./1,33%) на степном участке Андреевского месторождения огнеупорных глин (Славянский р-н, Донецкая обл.) [26]. Обнаружен в 2005–2006 гг. на вершине шлакоотвала (3 экз./0,45%) металлургического завода г. Енакиево (Донецкая обл.) и на прилегающем к нему степном участке (5 экз./2,44%) [20]. На территории РЛП «Клебан-Бык» – многочисленный вид. В 2005 г. отдельные особи найдены в лесопосадке в июле – 2 экз./0,41%, августе – 2 экз./0,31%, ноябре – 2 экз./0,16%; в 2006 г. численность вида резко увеличилась: в апреле – 27 экз./2,08%, мае – 4 экз./0,39%, июле – 4 экз./0,38%, августе – 1 экз./0,09%, ноябре – 12 экз./1,38%, декабре – 1 экз./0,05%. На пойменном лугу в 2005 г. в декабре обнаружено 18 экз. (14,64%), а в 2006 г. – 48 экз. (7,26%). Этот вид доминировал и часто встречался в апреле – 3 экз./5,36%, июне – 18 экз./18,75%, августе – 17 экз./8,13%, сентябре – 7 экз./8,86%, малочисленный в июле – 3 экз./1,95%. В целинной степи отмечен в мае и декабре 2006 г. (2 экз./0,81% и 2 экз./0,67% соответственно). Часто встречался в степной балке в 2006 г. – 56 экз./2,85%, доминировал на равнинном участке целинной степи – 24 экз./7,34% [27]. В 2006 г. также найден в лесопосадке поймы р. Ольховой РЛП «Зуевский» – 32 экз./1,93% [28]. В марте 2008 г. в РЛП «Донецкий кряж» часто встречался в ольшанике (9 экз./2,67%) и единично на пойменном лугу (1 экз./1,22%), доминировал в сосновом лесу (10 экз./6,21%) на участке, отводимом под заповедание (Амвросиевский р-н, Донецкая обл.) [29]. В 2009 г. часто встречался на опушке байрачного леса (7 экз./4,19%) и в лесопосадке (13 экз./3,01%) липовой балки РЛП «Зуевский». В октябре 2009 г. – часто встречаемый вид на вершине «Зуй-горы» РЛП «Зуевский» – 5 экз./3,12%, редок на склоне в октябре – 4 экз./1,01% и ноябре – 1 экз./0,20% [30, 35]. Доминировал в октябре 2009 г. на отработанном, спонтанно заросшем шахтном терриконе шахты № 12 (пос. Моспино, г. Донецк) на вершине – 39 экз./28,67%, склоне – 7 экз./6,42%, у основания – 17 экз./10,05% [31]. В июне 2011 г. отмечен как малочисленный вид в поверхностном слое почвы пойменного луга р. Северский Донец (с. Дроновка, Донецкая обл.) [6]. В сентябре 2011 г. обнаружен в травянистой подстилке (2 экз./0,73%) на склоне степного оврага восточной экспозиции в отделении «Меловая флора» Украинского природного степного заповедника (окр. с. Пискуновка) [32]. На участке № 1 «Беленькое» РЛП «Краматорский» встречался в целинной степи – 13 экз./0,68% (апрель 2013 г. – 1 экз./1,03%, июнь – 1 экз./1,06%, апрель 2014 г. – 11 экз./0,96%), в апреле 2014 г. в сосновых насаждениях – 2 экз./0,54% и в мхах на стволах деревьев – 9 экз./3,56%. На участке № 2 «Пчелкинские окаменелые деревья» в степном биотопе – часто встречаемый вид – 6 экз./2,57%, редко – в подстилке насаждения сосны крымской – 2 экз./0,66%. На участке

№ 4 «Белокузьминоское» РЛП «Краматорский» обнаружен в мае 2013 г. на склоне оврага – 1 экз./0,16% [33]. В апреле 2016 г. вид отмечен в заповеднике «Хомутовская степь – Меотида», где часто встречался на юго-восточном склоне (21 экз./3,31%) и редко – на южном склоне балки Брандта (4 экз./1,91%). В балке Климушанской найден в мае в тальвеге (1 экз./0,17%) и на южном склоне (6 экз./0,88%); в урочище Кут – 3 экз./0,44%; в северном рукаве балки Климушанской в мае – 2 экз./0,30%, в балке Оболонской – 1 экз./0,31%, в урочище Кут – 3 экз./0,44%; на плакорном участке балки Климушанской в июне – 1 экз./0,38%; в марте 2016 г. обнаружен на участке абсолютно заповедной степи – 8 экз./1,53% [34, 36]. Распространение: Европа, Россия, Украина, Донбасс.

Lyochthonius perpusillus (Berlese, 1910). Обнаружен в подстилке байрачного леса в 1974 г. Ворошиловградской обл. [3]. Найден в июле 2003 г. (3 экз./0,37%) в растительной подстилке под вербой на берегу озера Рапное (г. Славянск, Донецкая область) [24]. Обнаружен в подстилке пойменного леса в окр. г. Святогорска (гора Артема) в 1998 г. – 19 экз./0,30% [19]. Распространение: Европа, Россия, Украина, Донбасс.

Lyochthonius laetepictus (Berlese, 1910). Новый вид в фауне Украины. В небольших количествах обнаружен на заболоченном участке рекультивированного шламонакопителя № 2 Славянского содового завода Донецкой области [20]. Распространение: Европа, Россия, Украина, Донбасс.

Lyochthonius horridus (Sellnick, 1928). Малочисленный вид. Обнаружен в мае 2016 г. на южном склоне балки Климушанской заповедника «Хомутовская степь – Меотида» в подстилке с почвой (1 экз./0,15%) [34]. Распространение: Европа, Россия, Украина, Донбасс.

Выводы

При сравнении видового состава панцирных клещей семейства Brachychthoniidae Balogh, 1943 России, Украины и Монголии отмечено 44 вида, относящихся к 12 родам. Наиболее многочисленны в видовом отношении представители 2 родов: *Liochthonius* v.d. Hammenn, 1959 (20 видов) и *Sellnickochthonius* Krivolutsky, 1964 (11 видов). В Донбассе обнаружено 16 видов, относящихся к 5 родам. Наиболее распространены виды *Brachychthonius immaculatus* Forsslund, 1942, *Brachychthonius cricoides* Weis-Fogh, 1948, *Brachychthonius berlesei* Willmann, 1936, *Liochthonius lapponicus* Tragardh, 1910, *Liochthonius alpestris* (Forsslund, 1958). Высокая степень сходства видового состава брахихтониид Донбасса отмечена с видами, приведенными для России – 64%, Украины – 60% и Монголии – 40%.

Список литературы

1. Баяртогтох Б. Панцирные клещи Монголии (Acari : Oribatida). М. : Тов-во науч. изд. КМК, 2010. 371 с.
2. Буланова-Захваткина Е. М. Панцирные клещи – орибатида. М. : Высш. шк., 1967. 254 с.
3. Головки И. Л., Ярошенко Н. Н. Панцирные клещи Ворошиловградской области // Проблемы паразитологии : матер. VIII науч. конф. паразитол. УССР. К. : Наук. думка, 1975. Ч. 1. С. 115–116.
4. Определитель обитающих в почве клещей (Sarcoptiformes) / Е. М. Буланова-Захваткина, Б. А. Вайнштейн, В. И. Волгин и др. / Под ред. М. С. Гилярова. М. : Наука, 1975. 491 с.
5. Панцирные клещи : морфология, развитие, филогения, экология, методы, исследования, характеристика модельного вида *Nothrus palustris* С. L. Koch, 1839 / Криволицкий Д. А., Лебрен Ф., Кунст М. и др. / Под ред. Д. А. Криволицкого. М. : Наука, 1995. 224 с.
6. Разумова А. В., Ярошенко Н. Н. Суточная динамика численности почвенных артропод на пойменном лугу р. Северский Донец (Биостанция «Сокол» ДонНУ, с. Дроновка, Донецкая область) // Охорона навколишнього середовища та раціональне використання

природних ресурсів : зб. доп. XXII Всеукр. наук. конф. асп. та студ. (Донецьк, 17–19 квітня 2012 р.). Донецьк : ДонНТУ, ДонНУ, 2012. Т. 2. С. 70–71.

7. *Сергиенко Г. Д.* Фауна України. Низшіє орибатида. К. : Наук. думка, 1994. Т. 25, вып. 21. 203 с.

8. *Штирц А. Д.* Распространение панцирных клещей (Acariformes, Oribatei) по степной катене Станично-Луганского заповедника // Изв. Харьк. энтомол. общества. 1999 а. Т. VII, вып. 1. С. 93–101.

9. *Штирц А. Д.* Структура и динамика населения панцирных клещей (Acariformes, Oribatei) заповедника «Хомутовская степь» Донецкой области // Изв. Харьк. энтомол. общ-ва. 1999 б. Т. VII, вып. 2. С. 79–91.

10. *Штирц А. Д.* Структура и динамика населения панцирных клещей (Acariformes, Oribatei) заповедных степей юго-востока Украины : Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Днепропетровск, 2000. 19 с.

11. *Штирц А. Д., Ярошенко Н. Н.* Структура и динамика населения панцирных клещей заповедных степей юго-востока Украины. Донецк : Норд, 2003. 269 с.

12. *Ярошенко Н. Н.* Панцирные клещи Донецкой области : Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Донецк, 1972. 18 с.

13. *Ярошенко Н. Н.* Панцирные клещи (Acariformes, Oribatei) целинной степи Приазовья // Вестн. зоол. 1975. № 4. С. 63–67.

14. *Ярошенко Н. Н.* К фауне панцирных клещей-орибатид Днепропетровской области // Исследования по энтомологии и акарологии на Украине : тез. докл. II съезда УЭО (Ужгород, 1–3 октября 1980 г.). К., 1980. С. 263–264.

15. *Ярошенко Н. Н.* Распространение орибатидных клещей в условиях Днепропетровской области. Донецк : Изд-во Донецк. ун-та, 1982. 29 с. Деп. в ВИНТИ 30.12.82 г. № 6510.

16. *Ярошенко Н. Н.* Орибатидные клещи промышленного ландшафта Краматорского металлургического завода Донецкой области. Донецк : Донецкий ун-т, 1985 а. 24 с. Деп. в УкрНИИНТИ 21.01.85, № 149.

17. *Ярошенко Н. Н.* Орибатидные клещи рекультивированного шламонакопителя № 1 Славянского содового завода Донецкой области. Донецк : Донецкий ун-т, 1985 б. 42 с. Деп. в УкрНИИНТИ 15.03.85, № 553.

18. *Ярошенко Н. Н.* Экология орибатидных клещей (Acariformes, Oribatei) естественных и техногенных ландшафтов Украины : Автореф. дис. ... докт. биол. наук. М., 1992. 45 с.

19. *Ярошенко Н. Н.* Почвообитающие орибатидные клещи (Acariformes, Oribatei) национального парка «Святые горы» // Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону : зб. наук. праць. Донецьк : Юго-Восток, 1999 а. С. 181–187.

20. *Ярошенко Н. Н.* Почвенные зооценозы промышленных экосистем Донбасса. Донецк : ДонГУ, 1999 б. 294 с.

21. *Ярошенко Н. Н.* Орибатидные клещи (Acariformes, Oribatei) естественных экосистем Украины. Донецк : ДонГУ, 2000. 313 с.

22. *Ярошенко Н. Н.* Орибатидные клещи (Acariformes, Oribatei) України // Охорона довкілля та екологічна безпека : зб. доп. наук.-практ. конф. Донецьк, 2001. Т. 3. С. 96–99.

23. *Ярошенко Н. Н.* Орибатидные клещи (Acariformes, Oribatei) Украины. Сообщение 5 // Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону : міжвед. сб. науч. работ. Донецк : ДонНУ, 2002. Вып. 2. С. 156–161.

24. *Ярошенко Н. Н.* Панцирные клещи окрестностей озера Рапное (г. Славянск, Донецкая область) // Вестн. Донецкого ун-та. Сер. А : Естеств. науки. 2004. № 1. С. 398–403.

25. *Ярошенко Н. Н.* Почвенные членистоногие экологической тропы «Дубовая роща» Национального парка «Святые горы» (Украина, Донецкая область) // Экология и фауна юго-востока Украины : сб. науч. тр. Донецк : ДонНУ, 2005. Вып. 5. С. 151–166.

26. Ярошенко Н. Н. Педобионты земельного отвода Васильевского участка Андреевского месторождения огнеупорных глин (Донецкая область) // Вісник Донецького ун-ту, сер. А : Природн. науки. 2006 а. Вип. 1. С. 334–340.

27. Ярошенко Н. Н. Панцирные клещи регионального ландшафтного парка «Клебан-Бык» Донецкой области // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона : межвед. сб. науч. работ. Донецк : ДонНУ, 2006 б. Вып. 6. С. 166–174.

28. Ярошенко Н. Н. Почвенные членистоногие поймы р. Ольховой регионального ландшафтного парка «Зуевский» Донецкой области // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона : межвед. сб. науч. работ. Донецк : ДонНУ, 2007. Вып. 7. С. 137–147.

29. Ярошенко Н. Н. Панцирные клещи регионального ландшафтного парка «Донецкий Кряж» и участка, отводимого под заповедание, Амвросиевского района Донецкой области // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона: межвед. сб. науч. работ. Донецк : ДонНУ, 2008. Вып. 8. С. 172–188.

30. Ярошенко Н. Н. Стациальное распределение панцирных клещей в Липовой балке регионального ландшафтного парка «Зуевский» (Донецкая область) // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2010 а. № 1 (10). С. 178–183.

31. Ярошенко Н. Н. Почвенные членистоногие спонтанно заросших породных отвалов шахт города Моспино Донецкой области // Вестник Донецкого ун-та. Сер. А : Естеств. науки. 2010 б. Т. 1. С. 245–251.

32. Ярошенко Н. Н. Панцирные клещи и другие почвенные членистоногие отделения Украинского степного природного заповедника «Меловая флора» (Донецкая область) // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2011. № 1 (11). С. 211–220.

33. Ярошенко Н. Н. Панцирные клещи (Acariformes : Oribatei) и сопутствующие почвенные обитатели регионального ландшафтного парка «Краматорский» Донецкой области. Донецк : ЛАНДОН-XXI, 2015. 224 с.

34. Ярошенко Н. Н. Панцирные клещи и сопутствующие почвообитатели балки Климушанской заповедника «Хомутовская степь – Меотида» // Вестник Донецкого ун-та. Сер. А : Естеств. науки. 2016. № 4. С. 123–132.

35. Ярошенко Н. Н. Сезонно-вертикальное распределение панцирных клещей и сопутствующих почвенных обитателей «Зуй-горы» Республиканского ландшафтного парка «Зуевский» // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2017. № 1–2. С. 74–82.

36. Ярошенко Н. Н. Панцирные клещи и сопутствующие почвообитатели балки Брандта заповедника «Хомутовская степь – Меотида» // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2019. № 1–2. С. 83–90.

37. Ярошенко Н. Н., Кравцов С. С. Панцирные клещи промышленного отвала металлургического завода города Енакиево Донецкой области // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона : межвед. сб. науч. работ. Донецк : ДонНУ, 2005. Вып. 5. С. 128–133.

38. Ярошенко Н. Н., Штирц А. Д. Панцирные клещи (Acariformes, Oribatei) и другие почвообитатели памятника природы «Истоки Кальмиуса». Донецк : Норд, 2006. 155 с.

Yaroshenko N. N. Oribatid mites (Acariformes: Oribatei) of the family Brachychthoniidae Balogh, 1943 of the natural and technogenic landscapes of the Donbass. – When comparing the species composition of the oribatid mites of the family Brachychthoniidae Balogh, 1943 in Russia, Ukraine and Mongolia, 44 species belonging to 12 genera were recorded. Representatives of 2 genera are most numerous in terms of species: *Liochthonius* v.d. Hammenn, 1959 (20 species) and *Sellnickochthonius* Krivolutsky, 1964 (11 species). In the Donbass, 16 species belonging to 5 genera were found. The most common species *Brachychthonius immaculatus* Forsslund, 1942, *Brachychthonius cricoides* Weis-Fogh, 1948, *Brachychthonius berlesii* Willmann, 1936, *Liochthonius lapponicus* Tragardh, 1910, *Liochthonius alpestris* (Forsslund, 1958). A high degree of similarity of the species composition Brachychthoniidae of the Donbass with the species cited for Russia – 64%, Ukraine – 60% and Mongolia – 40% was noted.

Key words: oribatid mites, species composition, distribution, biotope, Donbass.

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

УДК 582.284 : 577.112

© Ю. П. Загнитко, Ю. А. Воротынцева

**ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА КУЛЬТИВИРОВАНИЯ НА ДИНАМИКУ
ПЕКТОЛИТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НЕКОТОРЫХ ШТАММОВ ВЫСШИХ
БАЗИДИАЛЬНЫХ ГРИБОВ**

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»
283050, г. Донецк, ул. Щорса, 46; e-mail: upzagnitko@mail.ru

Загнитко Ю. П., Воротынцева Ю. А. Влияние температурного режима культивирования на динамику пектолитической активности некоторых штаммов высших базидиальных грибов. – Проведено исследование по влиянию температуры культивирования на пектолитическую активность некоторых штаммов высших базидиомицетов. Показано, что для получения максимального выхода ферментов пектолитического действия в культуральную жидкость исследуемые штаммы *Irpex lacteus* целесообразно культивировать при температуре 32°C.

Ключевые слова: пектолитическая активность, штамм, культивирование, температура, экзоферменты.

Введение

Ферментные системы играют решающую роль в жизнедеятельности высших базидиальных грибов. Последние с помощью экзоферментных комплексов разлагают в природных условиях огромное количество растительных остатков, содержащих сложные биополимеры – пектиновые вещества, целлюлозу, лигнин и гемицеллюлозу. Эти биополимеры распадаются до моносахаров и служат основным источником питания базидиомицетов. От активности и эффективности экзоферментов напрямую зависят все остальные метаболические процессы, рост и развитие грибов [1, 2, 4, 11].

Выбор пектолитических ферментов высших базидиальных грибов как объекта исследования обусловлен тем, что базидиальные грибы являются основной группой организмов-редуцентов биополимеров растительного происхождения, в огромном комплексе внеклеточных ферментных систем пектиназы занимают особое место – они первые контактируют с растительными субстратами и открывают доступ к клеточным стенкам для других групп ферментов.

Одним из современных направлений биотехнологии является процесс промышленного получения ферментов, способных гидролизировать пектиновые вещества. Препараты пектиназ широко используются в различных областях промышленности: виноделии при осветлении вин, консервировании фруктовых соков и увеличения сокоотдачи, в текстильной промышленности при вымачивании льна перед переработкой, в производстве кофе и кофейных концентратов пектолитические ферменты применяют для удаления железобразного слоя, который бывает на поверхности кофейных бобов, а также в других областях биотехнологии в качестве ферментов мацерирующего действия [5, 7, 8, 10]. Растущая потребность в препаратах пектолитического действия актуализирует поиск активных продуцентов этих веществ среди объектов живой природы. Активно исследуется способность низших грибов и бактерий к синтезу пектиназ. Однако исследования, где в качестве объектов используют высшие базидиальные грибы, практически отсутствуют [3, 12].

Исходя из вышесказанного, целью работы было исследование динамики пектолитической активности некоторых штаммов высших базидиальных грибов при разных температурных условиях культивирования.

Материал и методы исследования

Исследования проводились со штаммами С-06 (2432) и А-Дон-02 (2434) гриба *Irpex lacteus*. Штаммы культивировали на жидкой пептонно-пектиновой питательной среде в термостатах при температурах 26, 28, 30, 32, 34°C. Кислотность исходной среды довели до 4,0 (оптимальная для данных продуцентов). Изменение пектолитической активности, накопления белка и биомассы в культуральной жидкости фиксировали на 10-е и 15-е сутки роста. Количество повторностей равнялось 3.

Во время проведения эксперимента использовали следующие методы: физиолого-биохимические – определение пектолитической активности (ПА); определение концентрации белка; определение накопления биомассы [6]; математико-статистические – для обработки и оценки достоверности полученных результатов [9].

Результаты и обсуждение

При исследовании характера изменения пектолитической активности штаммов гриба *I. lacteus* при различных температурных режимах культивирования (рис. 1, 2) максимальный уровень пектолитической активности отмечен при культивировании штаммов при 32°C: у штамма С-06 (0,38 ед./мл) на 15-е сутки роста, а у штамма А-Дон-02 – в течение всего периода культивирования (10-е сутки – 0,4 ед./мл, 15-е сутки – 0,37 ед./мл). Минимальная пектолитическая активность зафиксирована на 15-е сутки проведения эксперимента: у штамма С-06 при температуре роста 34°C (0,25 ед./мл), у штамма А-Дон-02 при температуре культивирования 26°C (0,2 ед./мл).

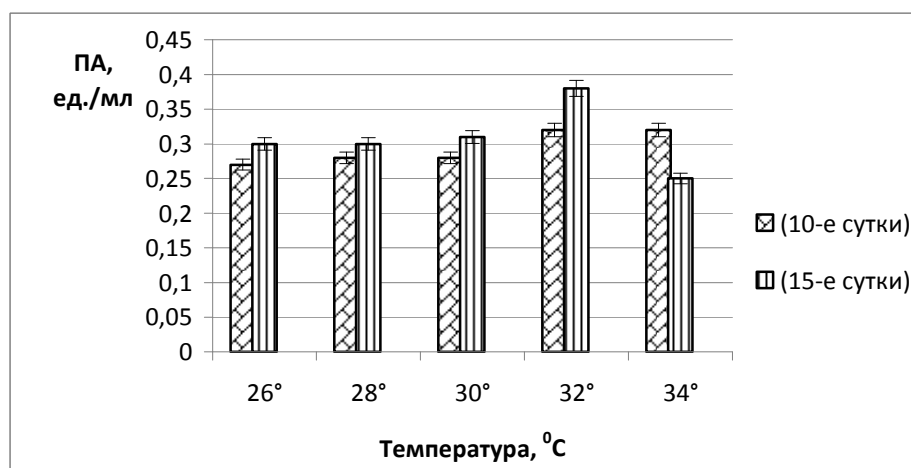


Рис. 1. Динамика изменения пектолитической активности штамма С-06 гриба *I. lacteus* при различных температурах культивирования

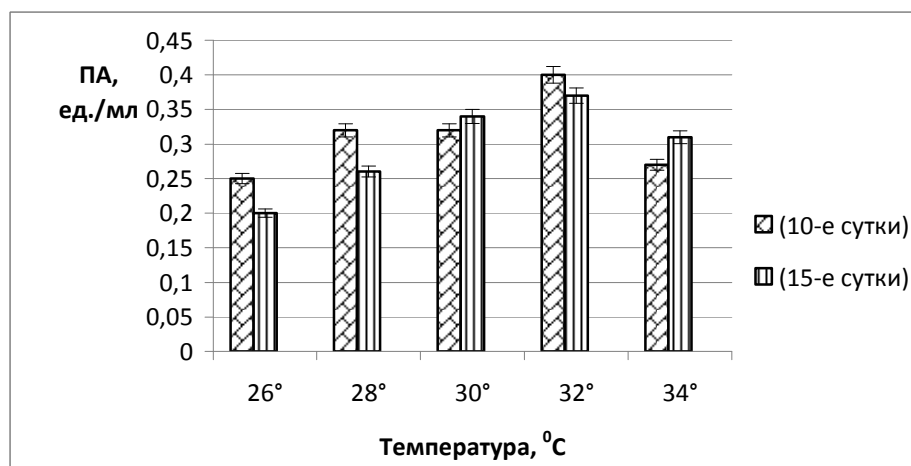


Рис. 2. Динамика изменения пектолитической активности штамма А-Дон-02 гриба *I. lacteus* при различных температурах культивирования

При изучении динамики изменения концентрации белка при культивировании исследуемых штаммов при различных температурах (рис. 3) показано, что штамм С-06 *I. lacteus* усиленно синтезирует белок в культуральную жидкость при температуре роста 26°C на 15-е сутки культивирования, где были зафиксированы достоверно максимальные показатели содержания белка в культуральной жидкости.

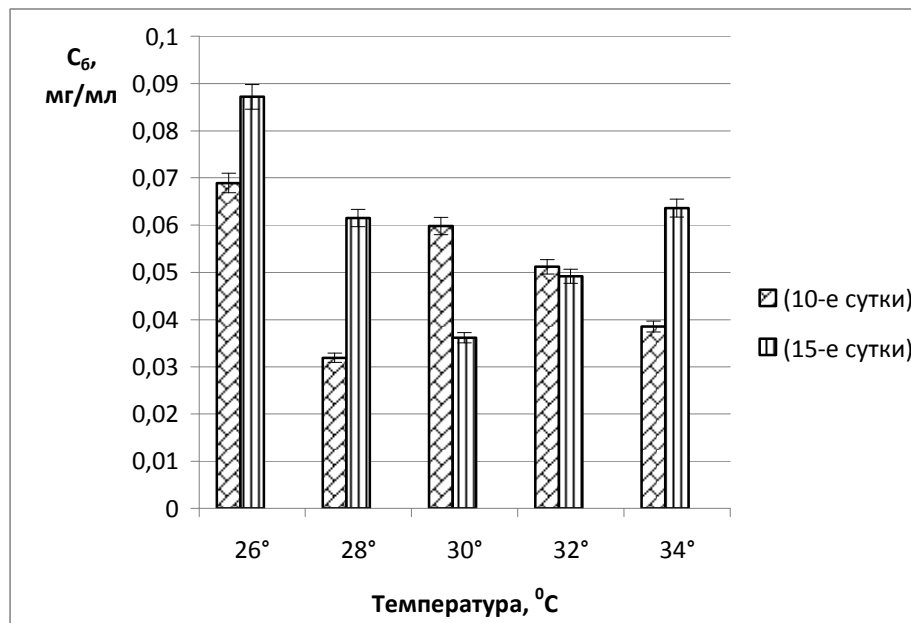


Рис. 3. Динамика изменения концентрации белка штамма С-06 гриба *I. lacteus* при различных температурах культивирования

При культивировании штамма А-Дон-02 *I. lacteus* в разных температурных условиях (рис. 4) достоверно максимальный выход белка в культуральную жидкость происходит в условиях температурного режима 26°C на 10-е сутки роста.

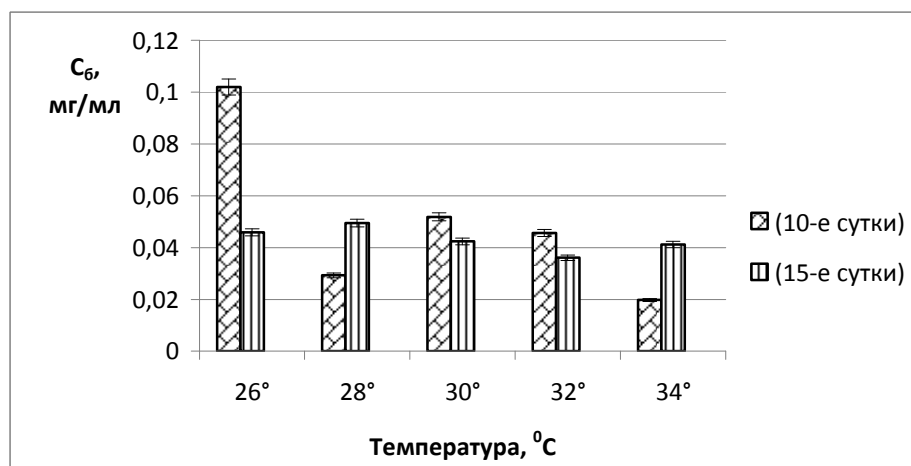


Рис. 4. Динамика изменения концентрации белка штамма А-Дон-02 гриба *I. lacteus* при различных температурах культивирования

В ходе исследования динамики накопления биомассы при разном температурном режиме культивирования показано, что для штамма С-06 *I. lacteus* (рис. 5) оптимальным для выхода биомассы оказался диапазон температур 28–32°C на 15-е сутки роста.

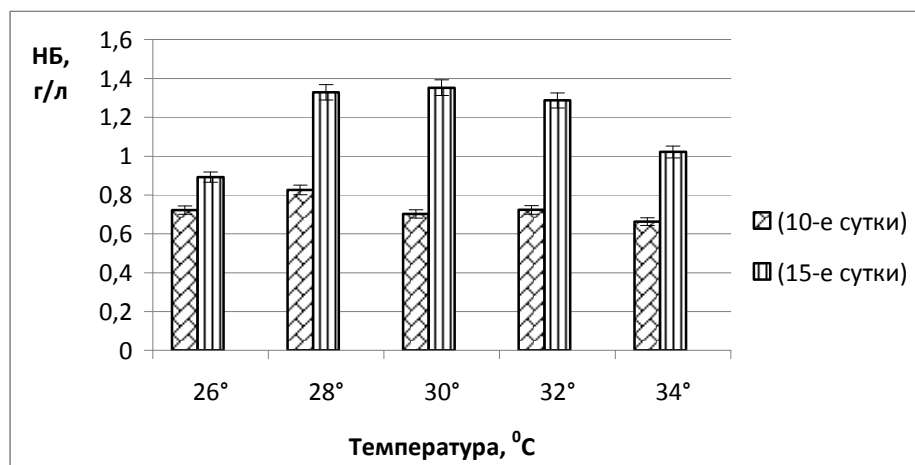


Рис. 5. Накопление биомассы штаммом С-06 гриба *I. lacteus* при различных температурах культивирования

При изучении влияния температурного режима культивирования на скорость накопления биомассы штаммом А-Дон-02 *I. lacteus* (рис. 6) максимальный прирост сухой массы зафиксирован на 15-е сутки роста при температуре культивирования 28°C.

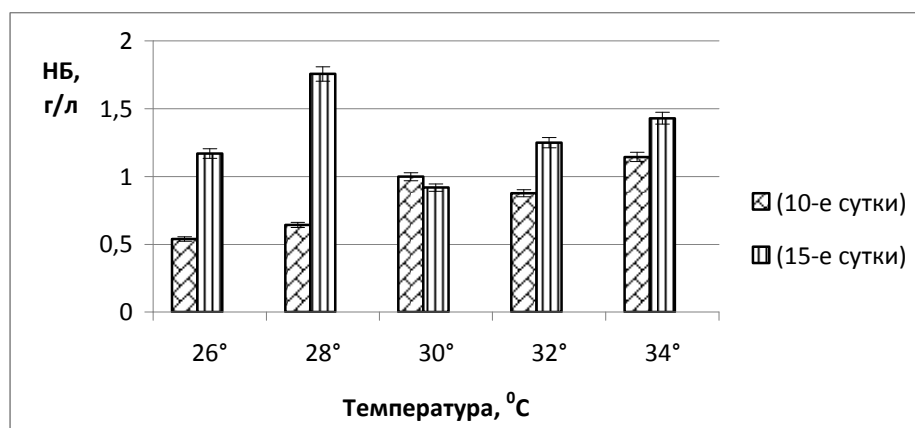


Рис. 6. Накопление биомассы штаммом А-Дон-02 гриба *I. lacteus* при различных температурах культивирования

Выводы

Полученные результаты свидетельствуют о том, что для достижения максимального выхода ферментов пектолитического действия в культуральную жидкость исследуемые штаммы *I. lacteus* целесообразно культивировать при температуре 32°C. Максимальный биосинтез белков в питательную среду у исследуемых штаммов *I. lacteus* отмечен при температуре культивирования 26°C. Для получения максимального выхода сухой биомассы культивирование исследуемых штаммов *I. lacteus* следует проводить в температурном диапазоне 28–32°C.

Список литературы

1. Белова Н. В. Базидиомицеты – источники биологически активных веществ // Растительные ресурсы. 1991. № 2. С. 8–17.
2. Барнашова Г. С. Пектолитические ферменты высших растений // Биохимические исследования растительных тканей. Саранск : Изд-во Мордовского ун-та, 1973. С. 3–19.

3. Бойко С. М., Малюга М. В. Зависимость пектолитической активности некоторых базидиальных грибов от качественного состава питательной среды // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2013. № 1 (13). С. 174–180.

4. Васильева К. В., Гладких Т. А., Давыдова М. А. Пектолитические ферменты микроорганизмов в патогенезе растений // Биохимия иммунитета, покоя, старения растений. М. : Наука, 1984. С. 104–124.

5. Древаль К. Г., Семилетова О. С., Бойко С. М., Бойко М. І. Пектолітична активність штамів вищих базидіальних грибів – активних продуцентів целюлозолітичних ферментів // Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону. 2010. № 1 (10). С. 195–199.

6. Дудка И. А., Вассер С. П., Элланская И. А. Методы экспериментальной микологии. К. : Наук. думка, 1982. 550 с.

7. Ильинская С. П., Пономаренко В. Б., Костик Ф. Д. Использование пектолитических ферментов в первичном виноделии // Ферменты грибов и их применение в народном хозяйстве. Кишинев : Штиинца, 1975. С. 46–51.

8. Кострубин М. В. Пектиновые вещества и гемицеллюлозы стеблей льна // Биохимия. 1953. № 18, вып. 2. С. 175–183.

9. Приседський Ю. Г. Пакет програм для проведення статистичної обробки результатів біологічних експериментів : навч. посібник. Донецьк : ДонНУ, 2005. 75 с.

10. Семенова М. В., Синицына О. А., Морозова В. В., Федорова Е. А. Использование препарата грибной пектинлиазы в пищевой промышленности // Прикладная биохимия и микробиология. 2006. Т. 42, № 6. С. 681–685.

11. Трутнева И. А. Пектолитические ферменты высших базидиомицетов : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.24. К., 1995. 22 с.

12. Antov M. G., Pericin D. M. Production of pectinase by *Polyporus squamosus* in aqueous two-phase system // Enzyme Microb. Technol. 2001. Vol. 28. P. 467–472.

Zagnitko Yu. P., Vorotyntseva Yu. A. Influence of the temperature regime of cultivation on the dynamics of pectolytic activity of some strains of higher basidial fungi. – A study the influence of cultivation temperature on the pectolytic activity of some strains of higher basidiomycetes was conducted. It is shown that in order to obtain the maximum yield of pectolytic enzymes in the culture liquid, the studied *Irpex lacteus* strains should be cultured at a temperature of 32°C.

Key words: pectolytic activity, strain, temperature, cultivation, extracellular enzymes.

© Д. В. Сыщиков, И. В. Агурова

**СНИЖЕНИЕ ФИТОТОКСИЧНОСТИ ПОРОДЫ В ТЕХНОГЕННЫХ ЭКОТОПАХ
КАК РЕЗУЛЬТАТ РЕКУЛЬТИВАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ**

ГУ «Донецкий ботанический сад»

283059, г. Донецк, пр. Ильича, 110; e-mail: 2007dmitry@rambler.ru, ir.agur@mail.ru

Сыщиков Д. В., Агурова И. В. Снижение фитотоксичности породы в техногенных экотопах как результат рекультивационных мероприятий. – Результаты исследований показали положительный эффект рекультивации на содержание солей и реакцию среды. Наиболее существенные изменения зафиксированы на участке подножия отвала. Процесс снижения общего содержания солей и повышения реакции среды (рН) на склоновой поверхности отвала является свидетельством благоприятного влияния растений на процессы почвообразования.

Ключевые слова: фиторекультивация, рН, мониторинговый участок, влажность, засоление.

Введение

Уровень загрязнения окружающей среды в мире в настоящее время достиг критических значений, что вызывает опасения экологов. В связи с возрастанием объемов промышленности окружающая среда претерпевает катастрофические изменения, следствием чего является превращение природных ландшафтов в техногенные, которые постепенно вытесняют природные, количество которых с каждым годом уменьшается.

В настоящее время население всего земного шара практически живет в окружении техногенных ландшафтов, которые, однако, начинают использоваться в рекреационных целях и массового кратковременного туризма, особенно в пригородных зонах. Свойственные техногенным ландшафтам измененные биотические системы и сложные инженерно-технические структуры создают постоянную среду жизни людей [5].

Однако следует отметить, что большая часть созданных техногенных ландшафтов неблагоприятны или представляют опасность для жизни и здоровья людей. Кроме того, вследствие пониженной биологической продуктивности и особых биохимических и биофизических особенностей техногенные ландшафты способствуют образованию специфических провалов и барьеров на путях миграции веществ и энергии, что ведет к искажению нормального протекания большинства фундаментальных процессов, происходящих в биосфере [3].

Техногенные ландшафты относят к образованиям с максимальной степенью нарушения взаимосвязей различных факторов, вплоть до полного уничтожения почвенного и растительного покровов не только на месте образования этих комплексов, но и на прилегающих территориях. Среди техногенных ландшафтов особое место по своему отрицательному воздействию на естественные природные комплексы и на здоровье человека занимают промышленные отвалы, в том числе и золоотвалы тепловых электростанций, отвалы угольных шахт и пр.

Отвалы угольных шахт оказывают негативное влияние на окружающую среду, а также и на качество жизни людей. Вследствие процессов ветровой и водной эрозии на отвалах угольных шахт происходит загрязнение прилегающих к отвалам земель и водных источников. В настоящее время установлено, что с 1 га поверхности террикона ветром сдувается до 10 тонн пыли, водными потоками сносится более 35 тонн мелкозема, значительное количество водорастворимых солей, радионуклидов и тяжелых металлов [4]. Также в результате их образования происходит изъятие плодородных земель, что приводит к сокращению площадей сельскохозяйственных угодий.

Одним из эффективных способов восстановления плодородия земель, занятых под техногенные ландшафты, является фиторекультивация, под которой понимают комплекс работ по восстановлению экологической и экономической продуктивности территорий, плодородие которых в результате человеческой деятельности существенно снизилось.

Основная цель таких мероприятий связана с улучшением условий окружающей среды и восстановлением продуктивности нарушенных земель и водоемов [8].

В связи с вышесказанным целесообразность и необходимость проведения фиторекультивационных работ на техногенных ландшафтах различных типов не вызывает сомнений.

Целью настоящей работы было изучение влияния травянистых культурфитоценозов на показатели рН, содержания солей и влажности эдафотопов техногенно нарушенных земель.

Материал и методы исследования

Для исследования почвенного покрова деградированных экосистем были выбраны модельные участки с учетом таких факторов, как распространенность типа нарушения в пределах района исследований, степень антропогенной трансформации, возможность восстановления биологической продуктивности и вовлечения в экономическую деятельность, потенциальный экологический эффект при проведении рекультивационных мероприятий. Для оценки влияния травянистых культурфитоценозов на протекание почвообразовательных процессов в эдафотопх антропогенно трансформированных экосистем на мониторинговых участках № 2–4 был проведен высев семян растений семейства Poaceae.

Мониторинговый участок № 6. Территория, прилегающая к южной части отвала шахты № 12 «Наклонная» (Пролетарский район, г. Донецк). Общее проективное покрытие растений составляет 95–100%.

Разрез № 6. Чернозем обыкновенный средне гумусированный.

Н – 0–47 см. Свежий, темно-бурый однородный, легкосуглинистый, среднезернистый, умеренно плотный. Новообразований и включений не отмечено. Много корней. Переход в горизонт Н_р ясный по цвету и структуре.

Н_р – 47–86 см. Свежий, светло-каштановый-коричневый, неоднородный, легкосуглинистый, среднезернистый, умеренно плотный. Новообразований и включений не отмечено. Редкие корни. Переход в горизонт h_р резкий по цвету и структуре.

h_р – 86–110 см. Суховатый, светло-каштановый, однородный, суглинистый, пластинчатый, умеренно плотный. Новообразований и включений не отмечено. Единичные корни. Переход в горизонт Р языковатый по цвету.

Р – глубже 110 см. Суховатый, коричневато-оранжевый, однородный, суглинистый, пластинчатый, плотный. Новообразований и включений не отмечено. Корни отсутствуют.

Данный участок рассматривается нами как условный контроль.

Мониторинговый участок № 2. Выведенный из эксплуатации карьер по добыче строительного камня (балка Калиновая, Горняцкий район, г. Макеевка). Растительный покров с высокой мозаичностью, имеются пятна как сорно-рудеральных видов, так и видов степного ценоэлемента. ОПП (за вычетом поверхности крупнообломочного камня) 70–80%.

Разрез № 2-к. Примитивные неразвитые почвы на песчанике.

Н – 0–5 см. Черный, густо пронизан корнями растений. Структура мелкопорошистая, агрегаты 2 мм диаметром. Переход в горизонт Р четкий по цвету, структуре и плотности. Отмечаются ходы зоогенной природы, выцветы солей (розоватые). Каменность – 5%.

Р – светло-коричневый, продукты метаморфизации песчаников. Каменность – 20%, пронизан корнями растений. Прослежен до глубины 20 см.

Почвообразование по дерновому типу (выражен дерновый гумусоаккумулятивный процесс).

Мониторинговый участок № 3. Зона выполаживания склона южной экспозиции у основания отвала шахты им. Ленина (Горняцкий район, г. Макеевка). Общее проективное покрытие составляет 50–60%, имеются незаросшие прогалины, доминирование отдельных видов не выражено.

Разрез № 3-о-п. Примитивные седиментационные неразвитые почвы.

Н – 0–10 см. Коричневый, относительно уплотненный, мелкозернистый, суховатый. Каменность – 5%. Густо пронизан корнями растений.

Р – темно-серый, метаморфизированный сланец, пластинчатый, сухой, пронизан корнями растений. Каменность – 30%. Прослежен до глубины 30 см.

Мониторинговый участок № 4. Склон отвала шахты им. Ленина южной экспозиции (Горняцкий район, г. Макеевка). В средней части склона угол поверхности составляет около 30°, поэтому ОПП достигает только 20–30%.

Разрез № 4-о-с. Субстрат с признаками почвообразования.

Нэ – 0–15 см. Коричневый, рыхлый, мелкозернистый, суховатый. Каменность – 5%. Переход в горизонт Р – постепенный, по цвету – затеками.

Р – палевый, прослежен до глубины 30 см. Каменность – 15%. Присутствуют выцветы солей и продукты метаморфизации сланцев.

Описание почвенных разрезов проводили по И. И. Назаренко [7] и Н. И. Полупану [9]. Отбор почвенных образцов проводили по почвенным горизонтам [6]. Определение актуальной кислотности, влажности и степени засоления проводили общепринятыми методами [2, 10].

Результаты и обсуждение

Одним из основных свойств эдафотопов, которое может тормозить поселение, дальнейшее развитие растений, а также и формирование устойчивого растительного покрова на отвалах угольных шахт, является фитотоксичность. Засоление представляет собой последовательный процесс накопления солей натрия, кальция, магния в верхних слоях почвы в концентрациях, недопустимых для нормального роста и развития растений. Фитотоксичность техногенных экотопов в первую очередь характеризуется неблагоприятными для произрастания растений реакцией среды (рН), а также высокой концентрацией водорастворимых веществ, в связи с чем на модельных участках проведен мониторинг изменения этих показателей.

Изучение суммы водорастворимых солей относится к одному из важных показателей при изучении фитотоксичности эдафотопов техногенно нарушенных экосистем. Изучение степени засоления эдафотопов проводилось в сравнительной динамике (рис. 1).

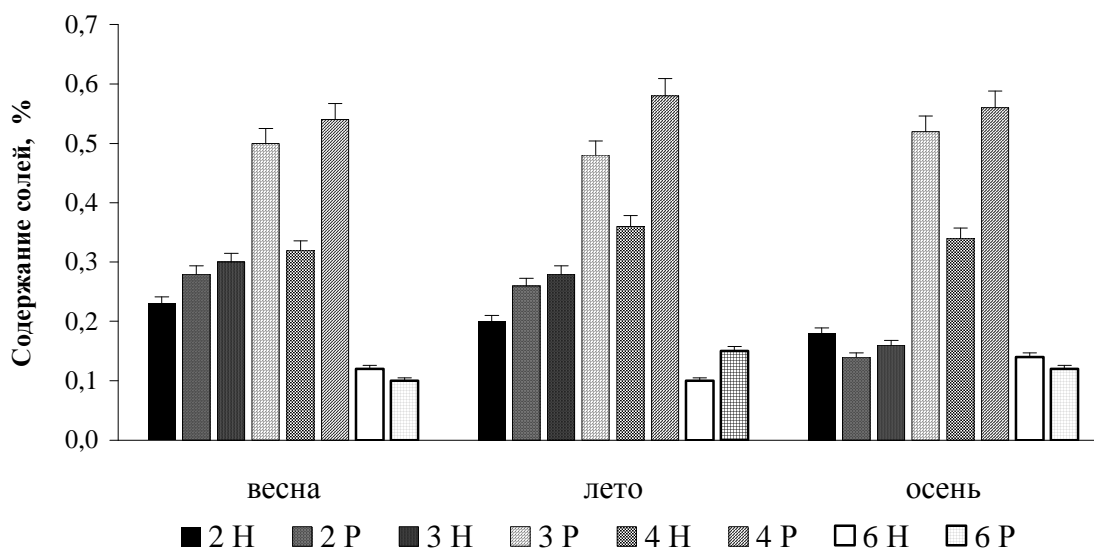


Рис. 1. Изменение степени засоленности эдафотопов (%) в сезонной динамике

Сравнивая данные засоленности по рекультивируемым участкам, отмечаем отсутствие засоления на участках № 2, 3, 6 (горизонт Н) и участке № 4 (горизонт Н). Почва генетического горизонта Р участков № 3 и 4 оценена как средnezасоленная. В целом практически неизменным остается уровень засоленности в эдафотобах мониторинговых участков по сезонам (весна – лето – осень). Наименьшее количество солей зафиксировано на участке № 6, с наиболее сформированным растительным покровом и приближением условий эдафотоба к условиям зональных почв. В поверхностном слое эдафотоба всех отобранных образцов по сравнению с нереккультивируемыми участками зафиксировано меньшее количество солей, что связано с положительным эффектом рекультивации (рис. 2).

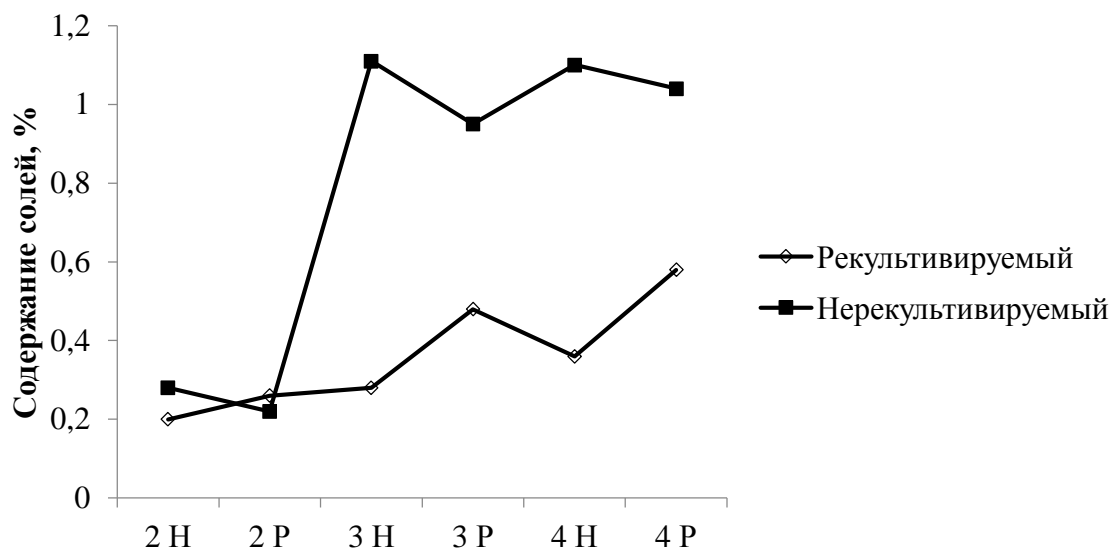


Рис. 2. Изменение содержания солей (%) на рекультивируемых и нереккультивируемых участках в сравнении (лето)

Как видно из рис. 2, содержание солей существенно уменьшается на рекультивируемых участках. Наиболее существенные изменения нами зафиксированы на 3 участке (подножие отвала), где содержание солей уменьшается с 1,11 до 0,28 и с 0,95 до 0,48 в горизонтах Н и Р соответственно.

На участке № 2 уровень содержания солей остается практически неизменным. Отсутствие засоления на данном участке свидетельствует о наличии благоприятных условий для произрастания растений. Участки карьера (№ 2) освоены растениями разных экологических групп, в некоторых случаях образуют устойчивые популяции, в связи с этим эффект фиторекультивации может быть не так заметен. В связи с общей картиной сформированности растительного покрова по всей территории карьера даже на нереккультивируемых участках степень засоления незначительна. В данном случае рекультивацией мы можем обогащать субстрат элементами минерального питания, а также расширять ассортимент используемых для рекультивации растений в связи с широкой амплитудой их адаптации к условиям произрастания. Процесс снижения засоленности отвала (особенно его склоновой части) в данном случае является свидетельством благоприятного влияния растений на процессы почвообразования.

Следующий блок исследований касался изучения такого показателя как кислотность среды (рН). Всякая почва обладает определенной реакцией среды, которая проявляется при взаимодействии с водой или растворами солей и может быть кислой, нейтральной или щелочной. Реакция почвенного раствора оказывает большое влияние на развитие растений и усвоение ими элементов питания, жизнедеятельность почвенных микроорганизмов, скорость и направленность химических и биохимических процессов [2].

Отвалы угольных шахт относятся к гетерогенным образованиям, поэтому даже в пределах одного породного отвала реакция среды может колебаться в широких пределах, начиная от сильнокислой и заканчивая слабощелочной и даже щелочной. Практическая значимость фиторекультивационных работ на отвалах угольных шахт сводится к смещению pH_{H_2O} в сторону нейтральной или слабощелочной реакции, при которой и будет формироваться растительный покров.

По результатам исследования актуальной кислотности установлено, что наиболее благоприятные условия складываются на участках № 2 и 3, с нейтральной или близкой к нейтральной реакции среды (рис. 3). На участке № 4 (горизонт Р) – слабокислая реакция среды. Вероятнее всего, учитывая предварительно полученные данные по засоленности и влажности, можно предположить, что в данном случае показатель pH_{H_2O} не является лимитирующим фактором для произрастания растений на большинстве участков.

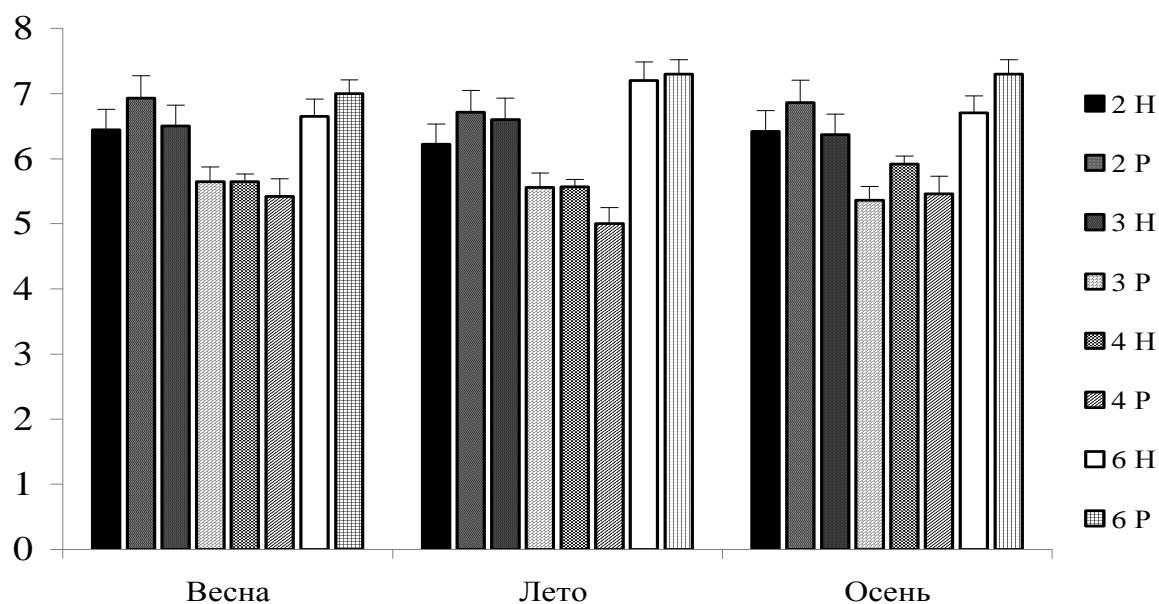


Рис. 3. Изменение актуальной кислотности по мониторинговым участкам

При изучении изменения реакции среды на рекультивированных и нерекультивированных участках показано, что процесс рекультивации положительно влияет на показатели pH_{H_2O} , сместив значения (по сравнению с нерекультивируемыми участками) в сторону слабокислой или нейтральной реакции среды (рис. 4).

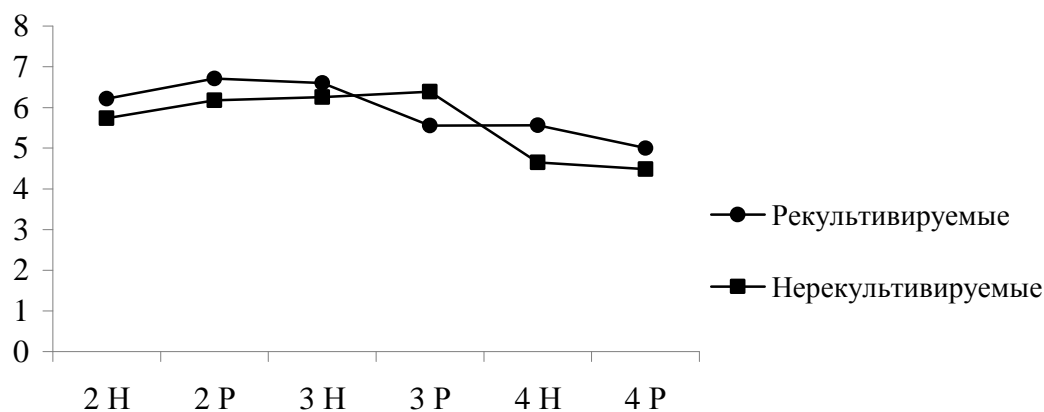


Рис. 4. Изменение актуальной кислотности на рекультивированных и нерекультивированных участках

Вода в почве является одним из основных факторов почвообразования и одним из главных условий плодородия, поскольку почва как многофазная система способна поглощать и удерживать ее. В почву вода поступает в виде атмосферных осадков, грунтовых вод, при конденсации водяных паров из атмосферы, при орошении [1].

Влажность не является устойчивым признаком какой-либо почвы или генетического горизонта, в особенности в условиях укороченного почвенного профиля отвалов угольных шахт. Она зависит от многих факторов, в том числе таких как климатические условия, уровень грунтовых вод, гранулометрический состав, наличие сформированного растительного покрова и т. д. Степень влажности влияет на выраженность других морфологических признаков почвы, таких как окраска, сложение, структура и прочие показатели [2].

Высокая каменистость субстрата на отвалах угольных шахт, темная поверхность, отсутствие растительного покрова приводят к значительному нагреву поверхности отвала и иссушению корнеобитаемого слоя. Высокие летние температуры и низкие запасы влаги приводят к усилению ксероморфизма растений.

В связи со всем вышесказанным изучение динамики изменения влажности и варьирования этого показателя по участкам и сезонам имеет значение для составления прогнозов и управления процессом накопления воды самими растениями. Растения способны удерживать воду, при этом нормальное влагообеспечение даст возможность расширить спектр используемых для рекультивации растений.

При изучении влажности эдафотопы по мониторинговым участкам нами получены следующие данные (рис. 5).

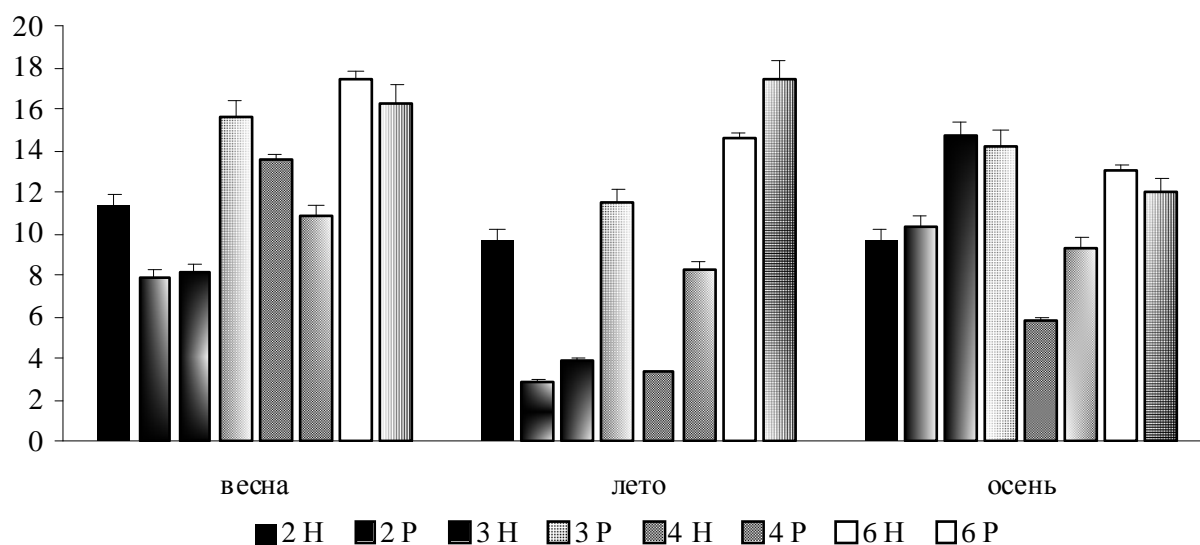


Рис. 5. Изменение влажности по мониторинговым участкам

Наибольшие показатели влажности зафиксированы весной на участке № 6 весной, наименьшие – на участке № 2 (горизонт Р) и на участке № 3 (горизонт Н). Летом влажность существенно падает (например, на участке № 2 в горизонте Р с 7,87 до 2,92% или на участке № 4 в горизонте Н с 13,61 до 3,39%). К осени показатели влажности возрастают, на большинстве участков зафиксирован повышенный уровень по сравнению с весенним периодом. В целом на отвале, а точнее его склоновой поверхности, складываются крайне неблагоприятные условия, влага не успевает накапливаться на склонах, что и отражается на показателе влажности (его снижении по сравнению с другими участками, в том числе и контрольным).

Выводы

По результатам проведенных исследований показан положительный эффект рекультивации на содержание водорастворимых солей и реакцию среды (pH_{H_2O}). Так, содержание солей в эдафотопх техногенных ландшафтов существенно уменьшается на рекультивируемых участках в сравнении с нереккультивируемыми участками. Наиболее существенные изменения зафиксированы на участке № 3 (подножие отвала), где содержание солей уменьшается с 1,11 до 0,28% и с 0,95 до 0,48% в генетических горизонтах Н и Р соответственно. Процесс снижения общего содержания водорастворимых солей на склоновой поверхности отвала является свидетельством благоприятного влияния растений на процессы почвообразования.

Установлено, что моделирование травянистых культурфитоценозов положительно влияет на показатели pH_{H_2O} , сместив значения (по сравнению с нереккультивируемыми участками) в сторону слабокислой или нейтральной реакции среды. Наименьшие показатели влажности зафиксированы весной на участке № 2 (горизонт Р) и на участке № 3 (горизонт Н). Летом влажность существенно снижается. В целом на отвале, а точнее на его склоновой поверхности, складываются крайне неблагоприятные условия, влага не успевает накапливаться на склонах, что и отражается на значениях влажности почв (снижение по сравнению с другими участками, в том числе и контрольном).

Список литературы

1. Агрохимия / Под ред. П. М. Смирнова, Э. А. Муравина. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Колос, 1984. 304 с.
2. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. М. : Изд-во МГУ, 1970. 487 с.
3. Брагина П. С., Цибарт А. С., Завадская М. П., Шаранова А. В. Почвы на отвалах вскрышных пород в лесостепной и горно-таежной зонах Кузбасса // Почвоведение. 2014. № 7. С. 878–889.
4. Макаришина Ю. И. Повышение экологической безопасности породных отвалов угольных шахт Донбасса с помощью физических и фитомелиоративных методов : Дис. ... канд. сельскохоз. наук : 06.03.03. Волгоград, 2016. 197 с.
5. Махнев А. К., Чибрик Т. С., Трубина М. Р., Лукина Н. В., Гебель Н. Э., Терин А. А., Еловигов Ю. И., Топорков Н. В. Экологические основы и методы биологической рекультивации золоотвалов тепловых электростанций на Урале. Екатеринбург : УрО РАН, 2002. 335 с.
6. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Под. ред. Д. Г. Звягинцева. М. : Изд-во МГУ, 1991. 304 с.
7. Назаренко І. І., Польчина С. М., Нікорич В. А. Грунтознавство. Чернівці : Книги-XXI, 2004. 400 с.
8. Некрасова А. Е. Рекультивация нарушенных земель на примере породного отвала обогатительной фабрики шахты «Капитальная» Кемеровской области // Науки о Земле : вчера, сегодня, завтра : Матер. II Междунар. науч. конф. (Москва, июнь 2016 г.). М. : Буки-Веди, 2016. С. 23–26.
9. Полупан М. І., Соловей В. Б., Величко В. А. Класифікація ґрунтів України. К. : Аграрна наука, 2005. 300 с.
10. Практикум по агрохимии / Под ред. В. Г. Минеева. М. : Изд-во МГУ, 2001. 689 с.

Syshchykov D. V., Agurova I. V. Reduced phytotoxicity of the rock in technogenous ecotopes as a result of remediation. – The research results showed a positive effect of reclamation on the salt content and the reaction of the medium. The most significant changes at the foot of the technogenous ecotope were recorded. The process of reducing the total salt content and increasing the environmental reaction (pH) on the slope surface of the dump is evidence of the beneficial effect of plants on soil formation processes.

Key words: phytoremediation, pH , monitoring site, humidity, salinization.

© О. В. Чемерис

АКТИВНОСТЬ ЦЕЛЛЮЛОЗОЛИТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТОВ *IRPEX LACTEUS* (FR.) FR. ПРИ КУЛЬТИВИРОВАНИИ НА ПШЕНИЧНОЙ СОЛОМЕ

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

283050, г. Донецк, ул. Щорса, 46; e-mail: chemeris07@rambler.ru

Чемерис О. В. Активность целлюлозолитических ферментов *Irpex lacteus* (Fr.) Fr. при культивировании на пшеничной соломе. – Исследована активность ферментов целлюлазного комплекса трех штаммов *Irpex lacteus* при культивировании на пшеничной соломе в качестве питательного субстрата. Штаммы *I. lacteus* проявили невысокую степень биодеградации в течение 30-ти суток. Для штаммов *I. lacteus* 1631 и 2434 отмечена высокая целлюлозолитическая активность культуральной жидкости относительно фильтровальной бумаги.

Ключевые слова: базидиомицет *Irpex lacteus*, целлюлозолитическая активность, растительные отходы.

Введение

В настоящее время все более актуальными становятся процессы рециклизации бытовых отходов и отходов сельского и лесного хозяйства с помощью грибных целлюлаз [7]. Эффективная переработка отходов деревоперерабатывающей, сельскохозяйственной и других отраслей промышленности с помощью биологических объектов способствует решению ряда экологических проблем [3]. С этой точки зрения высшие базидиальные грибы могут стать перспективными объектами биотехнологического применения целлюлозолитических ферментов [2]. Выявлено, что для некоторых штаммов грибов *Phanerochete chrysosporium* [13], *Trametes trogii* [11], *Lentinus tigrinus*, *Armillaria gemina* [10] характерно преобладание активности ферментов целлюлазного комплекса [1]. Данные базидиомицеты могут быть использованы при гидролизе целлюлозного сырья, что позволит расширить сырьевую базу по производству биологически активных добавок, пищевых продуктов и кормов. Однако без поиска новых штаммов-деструкторов целлюлозы, обладающих высоким метаболическим потенциалом, данные разработки невозможны.

В связи с этим целью данного исследования было изучение целлюлозолитической активности базидиального гриба *Irpex lacteus* (Fr.) Fr. при культивировании на пшеничной соломе.

Материал и методы исследования

Объектом исследований выступали три штамма гриба *I. lacteus*, которые хранятся в коллекции кафедры физиологии растений ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет» и в Коллекции культур шляпочных грибов Института ботаники им. Н. Г. Холодного НАН Украины (ИБК) под номерами 1082, 1631, 2434.

Штаммы *I. lacteus* культивировали в колбах Эрленмейера объемом 100 мл с 1,5 г воздушно-сухой пшеничной соломы и 50 мл дистиллированной воды в течение 30 суток при температуре 32°C.

Об интенсивности разложения субстрата грибом судили по убыли сухой биомассы субстрата за период культивирования.

Активность ферментов целлюлозолитического комплекса определяли относительно фильтровальной бумаги (Filtrak, плотность 90 г/м²) – общая целлюлозолитическая активность. Состав реакционных смесей для определения целлюлозолитической активности и условия проведения реакций соответствовали рекомендациям IUPAC [9] и общепринятым методикам [5, 6]. За единицу целлюлозолитической активности (Ед) принимали такое количество фермента, которое образовывало 1 мкмоль редуцирующих сахаров за 1 ч при температуре 37°C. Удельную активность (Ед/мг) определяли отношением общей активности культуральной жидкости (Ед/мл) к содержанию белка в культуральной жидкости (мг/мл).

Редуцирующие сахара определяли методом Шомодьи-Нельсона (калибровочный график строили по глюкозе) [5, 6, 12].

Содержание белка в культуральной жидкости определяли по методу Бредфорда [8].

Исследования проводили в трехкратной повторности. Статистическую обработку полученных данных осуществляли дисперсионным анализом качественных и количественных признаков, а сравнение средних арифметических величин – по критерию Дункана [4].

Результаты и обсуждение

При культивировании все необходимые вещества для роста штаммы *I. lacteus* извлекают из пшеничной соломы за счет разложения ферментным комплексом целлюлаз. При этом одна часть углерода, получаемого при деградации субстрата, расходуется на синтез мицелия, а вторая часть выделяется в виде углекислого газа в процессе дыхания. Как результат, масса субстрата уменьшается. О степени разложения пшеничной соломы штаммами *I. lacteus* можно судить по убыли ее массы (рис. 1).

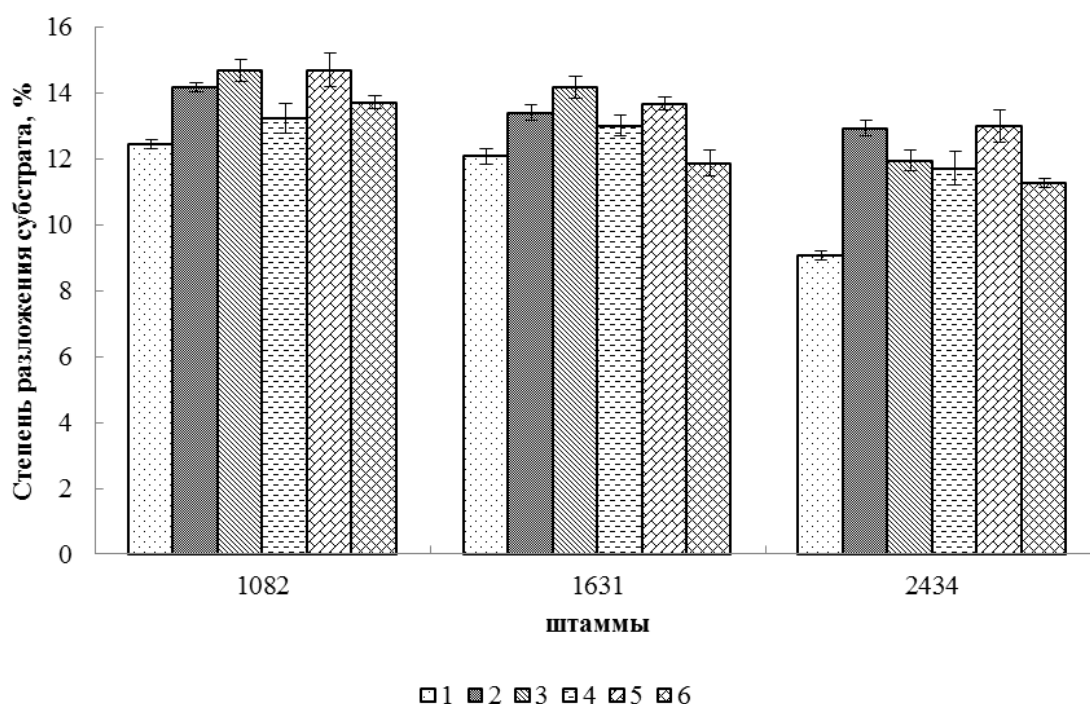


Рис. 1. Степень биodeградации пшеничной соломы при культивировании штаммов *I. lacteus*: 1 – 5-е сутки, 2 – 10-е сутки, 3 – 15-е сутки, 4 – 20-е сутки, 5 – 25-е сутки, 6 – 30-е сутки

Установлено, что при культивировании штаммов *I. lacteus* 1082 и 1631 степень разложения пшеничной соломы составила от 12% на 5-е сутки до ~14% к 30-м суткам. Для штамма *I. lacteus* 2434 степень разложения субстрата была ниже и составила ~12% независимо от сроков культивирования. Невысокая степень биodeградации в течение 30-ти суток свидетельствует о том, что пшеничная солома не является оптимальным целлюлозосодержащим отходом для исследуемых штаммов *I. lacteus*.

На рис. 2 представлена общая целлюлозолитическая активность относительно фильтровальной бумаги при культивировании штаммов *I. lacteus* на пшеничной соломе. Установлено, что для штамма *I. lacteus* 1082 общая целлюлозолитическая активность культуральной жидкости находилась примерно на одном уровне в течение всего времени культивирования и составляла ~0,9 Ед/мл.

Для штамма *I. lacteus* 1631 общая целлюлозолитическая активность культуральной жидкости относительно фильтровальной бумаги составляла ~0,9 Ед/мл на 5-е и 10-е сутки культивирования на пшеничной соломе. На 15-е сутки наблюдалось достоверное повышение

ферментативной активности в два раза. При дальнейшем культивировании штамма *I. lacteus* 1631 общая целлюлозолитическая активность культуральной жидкости оставалась на уровне 15-х суток, незначительно снижаясь на 25-е сутки.

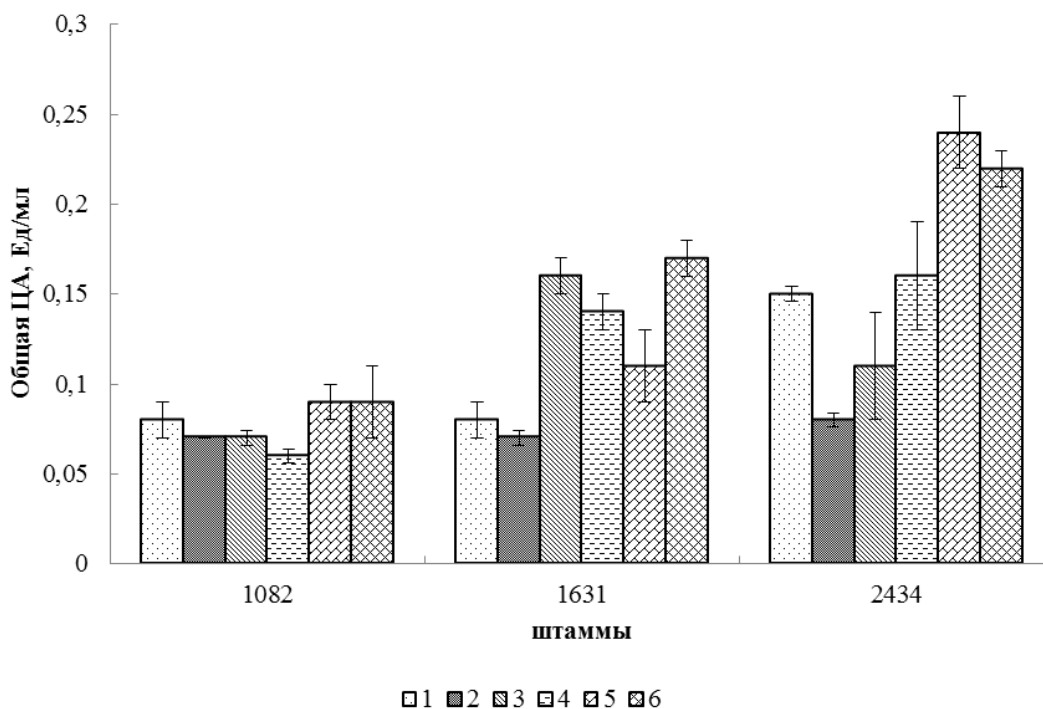


Рис. 2. Общая целлюлозолитическая активность (ЦА) штаммов *I. lacteus* относительно фильтровальной бумаги:

1 – 5-е сутки, 2 – 10-е сутки, 3 – 15-е сутки, 4 – 20-е сутки, 5 – 25-е сутки, 6 – 30-е сутки

На 5-е сутки культивирования штамма *I. lacteus* 2434 общая целлюлозолитическая активность культуральной жидкости относительно фильтровальной бумаги была выше, чем у штаммов 1082 и 1632. Однако на 10-е сутки отмечено достоверное снижение ферментативной активности почти в два раза. При дальнейшем культивировании данного штамма общая целлюлозолитическая активность культуральной жидкости постепенно увеличивалась до 0,22 Ед/мл и 0,24 Ед/мл на 25-е и 30-е сутки культивирования.

На рис. 3 представлена удельная целлюлозолитическая активность культуральной жидкости относительно фильтровальной бумаги штаммов *I. lacteus*. Установлено, что для исследуемых штаммов *I. lacteus* характер изменения ферментативной активности разный. Так, для штамма *I. lacteus* 1082 удельная целлюлозолитическая активность находилась на одном уровне в течение всего периода культивирования и составляла ~0,7 Ед/мг.

Для штамма *I. lacteus* 1631 максимальные значения удельной целлюлозолитической активности относительно фильтровальной бумаги отмечены на 15-е сутки культивирования. Именно в этот период отмечено увеличение общей целлюлозолитической активности культуральной жидкости (рис. 2). При дальнейшем культивировании штамма *I. lacteus* 1631 удельная ферментативная активность по отношению к фильтровальной бумаге снижается.

Удельная целлюлозолитическая активность культуральной жидкости относительно фильтровальной бумаги в процессе культивирования штамма *I. lacteus* 2434 значительно изменялась. Максимальные значения ферментативной активности 1,86 Ед/мг и 1,77 Ед/мг установлены на 5-е и 15-е сутки культивирования соответственно. Дальнейшее культивирование штамма *I. lacteus* 2434 приводит к постепенному снижению удельной целлюлозолитической активности культуральной жидкости.

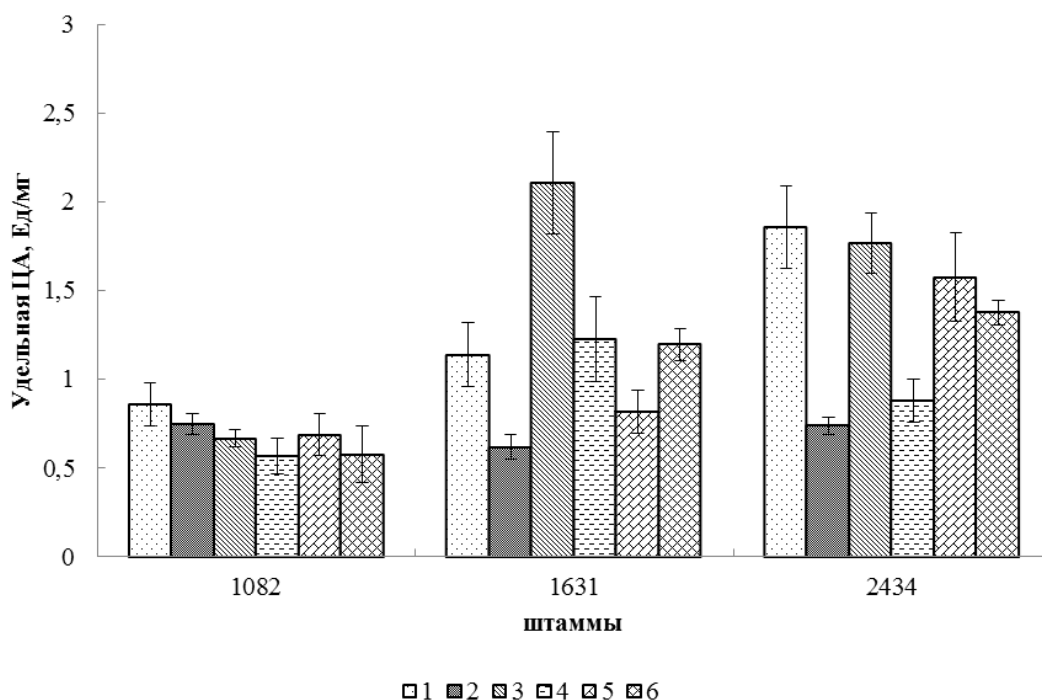


Рис. 3. Удельная целлюлолитическая активность (ЦА) штаммов *I. lacteus* относительно фильтровальной бумаги:
1 – 5-е сутки, 2 – 10-е сутки, 3 – 15-е сутки, 4 – 20-е сутки, 5 – 25-е сутки, 6 – 30-е сутки

К 30-м суткам культивирования штаммов *I. lacteus* 1082 и 2434 на пшеничной соломе отмечено накопление содержания редуцирующих сахаров в культуральной жидкости (рис. 4). Для штамма *I. lacteus* 1631 максимальное содержание редуцирующих сахаров в культуральной жидкости отмечено на 25-е сутки культивирования.

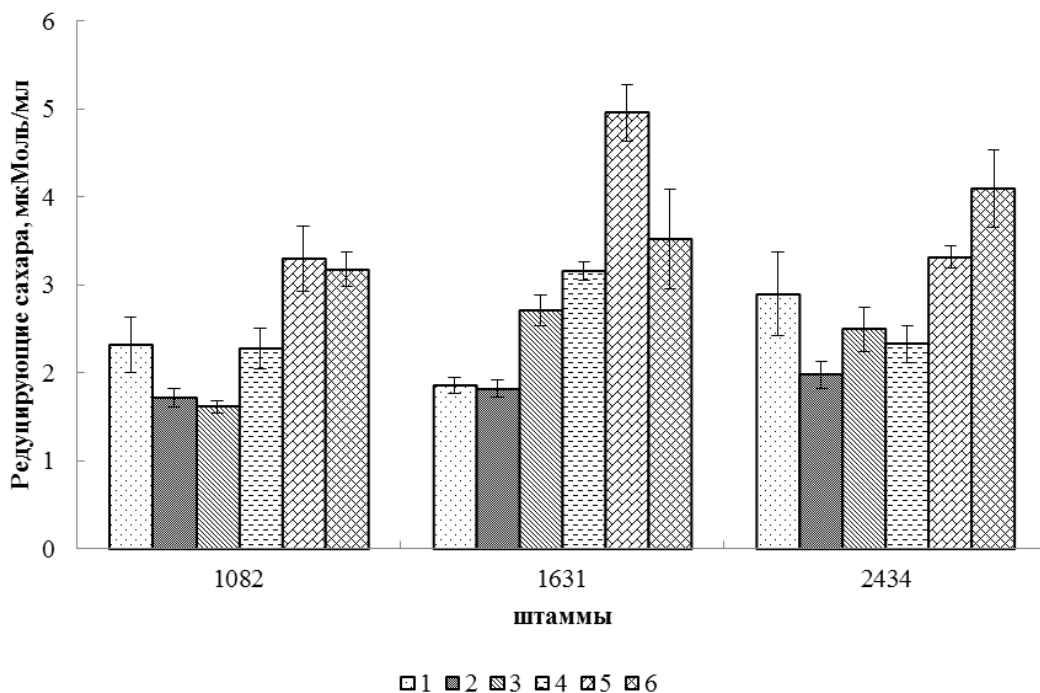


Рис. 4. Содержание редуцирующих сахаров в культуральной жидкости штаммов *I. lacteus* при культивировании на пшеничной соломе:
1 – 5-е сутки, 2 – 10-е сутки, 3 – 15-е сутки, 4 – 20-е сутки, 5 – 25-е сутки, 6 – 30-е сутки

Установленные отличия по характеру изменения целлюлозолитической активности культуральной жидкости при культивировании штаммов *I. lacteus* на пшеничной соломе могут свидетельствовать об изменчивости штаммов одного вида, что согласуется с литературными данными [2].

Выводы

Учитывая невысокую степень биодegradации в течение 30-ти суток, можно отметить, что пшеничная солома не является оптимальным целлюлозосодержащим отходом для исследуемых штаммов *I. lacteus*. Однако штаммы *I. lacteus* 1631 и 2434 проявили высокую целлюлозолитическую активность культуральной жидкости относительно фильтровальной бумаги. Данные штаммы можно использовать в качестве продуцентов целлюлаз после оптимизации условий культивирования на растительных отходах.

Список литературы

1. Даниляк Н. И., Семичаевский В. Д., Дудченко Л. Г., Трутнева И. А. Ферментные системы высших базидиомицетов. К. : Наукова думка, 1989. 280 с.
2. Древаль К. Г., Бойко М. І. Нові продуценти целлюлозолітичних ензимів серед вищих базидіальних грибів // Біотехнологія. 2011. Т. 4, № 1. С. 87–92.
3. Кожевникова Е. Ю. Прямая конверсия лигноцеллюлозного сырья в биоэтанол с использованием базидиальных грибов : Дис. ... канд. хим. наук : 05.17.07, 03.01.06. М., 2017. 116 с.
4. Приседський Ю. Г. Статистична обробка результатів біологічних експериментів : навч. посібник. Донецьк : Кассиопея, 1999. 210 с.
5. Сеницын А. П., Черноглазов В. М., Гусаков А. В. Методы изучения и свойства целлюлозолитических ферментов // Итоги науки и техники. Сер. Биотехнология. 1993. Т. 25. 152 с.
6. Сеницын А. П., Гусаков А. В., Черноглазов В. М. Биоконверсия лигноцеллюлозных материалов : уч. пос. М. : Изд-во МГУ, 1995. 224 с.
7. Широких А. А., Злобина Ю. А., Широких И. Г. Биодegradация растительных отходов и получение плодовых тел при культивировании ежевика гребенчатого (*Hericium erinaceus*) // Теоретическая и прикладная экология. 2018. № 3. С. 86–92.
8. Bradford M. M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding // Anal. Biochem. 1976. Vol. 72. P. 248–254.
9. Ghose T. K. Measurement of cellulase activity // Pure Appl. Chem. 1987. Vol. 59, N 2. P. 257–268.
10. Jagtap S. S., Dhiman S. S., Kim T. S., Li J., Lee J. K., Kang Y. C. Enzymatic hydrolysis of aspen biomass into fermentable sugars by using lignocellulases from *Armillaria gemina* // Bioresource technology. 2013. Vol. 133. P. 307–314.
11. Levin L., Forchiassin F., Ramos A. M. Copper induction of lignin-modifying enzymes in the white-rot fungus *Trametes trogii* // Mycologia. 2002. Vol. 94, N 3. P. 377–383.
12. Nelson N. A photometric adaptation of the Somogyi method for the determination of sugars // J. Biol. Chem. 1944. Vol. 153, N 2. P. 375–379.
13. Potumarthi R., Baadhe R. R., Nayak P., Jetty A. Simultaneous pretreatment and saccharification of rice husk by *Phanerochete chrysosporium* for improved production of reducing sugars // Bioresource technology. 2013. Vol. 128. P. 113–117.

Chemeris O. V. Cellulolytic activity of *Irpex lacteus* (Fr.) Fr. during cultivation on wheat straw. – The enzymatic activity of the cellulase complex of three strains of *Irpex lacteus* was studied during cultivation on wheat straw as a nutrient substrate. Strains of *I. lacteus* showed a low degree of biodegradation within 30 days. For strains *I. lacteus* 1631 and 2434, a high cellulolytic activity of the culture liquid relative to filter paper was noted.

Key words: basidiomycete *Irpex lacteus*, cellulolytic activity, plant waste.

УДК 373.5.016 : 796.853.26

© **Е. А. Балакирева**

КОРРЕКЦИЯ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ У ЛИЦ ОПЕРАТОРСКИХ ПРОФЕССИЙ

*ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»
283050, г. Донецк, ул. Щорса, 46; e-mail: e.balakireva@donnu.ru*

Балакирева Е. А. Коррекция психоэмоционального состояния у лиц операторских профессий. – В настоящее время повышенный уровень тревожности часто встречается у психически здоровых людей как реакция на социальный и психологический стресс, поэтому проблема коррекции тревожности приобретает особое значение. В работе представлены результаты применения нефармакологических методов коррекции тревожности, включающих ароматерапию, режим питания, физические упражнения, массаж и другие.

Ключевые слова: эмоциональная сфера, психоэмоциональные показатели, оздоровительные программы, сердечно-сосудистая система, коррекция функционального состояния.

Введение

В процессе операторского труда возникают такие функциональные состояния, которые влияют на профессиональную работоспособность, среди них: психоэмоциональное напряжение, утомление, нарушение в деятельности сердечно-сосудистой системы и другие. В связи с высокой ценой ошибочных действий особую актуальность приобретает проблема психофизиологического сопровождения операторской деятельности в целом и коррекции психических состояний в частности [6]. Одним из методов коррекции функционального и психоэмоционального состояния данного контингента лиц является адекватное сочетание медицинских препаратов с немедикаментозными методами [2, 5].

Люди, которые столкнулись с ухудшением здоровья из-за психоэмоционального напряжения, чаще всего страдают от проблем сердечно-сосудистой системы. Кардиологи во время изучения проблемы сделали вывод, что люди, не справляющиеся с подобным эмоциональным недугом, находятся в группе риска, так как возрастает вероятность возникновения ишемической болезни сердца и атеросклероза, а также периодическая гипертоническая болезнь. Когда эмоциональное напряжение достигает критической отметки, вместе с переменной ритма сердечной деятельности меняется и кровоснабжение [3].

Наиболее часто используемыми методами коррекции психоэмоционального состояния являются те, которые направлены на снижение состояния напряжения эмоциональной сферы человека: физические упражнения на расслабление, аутогенная тренировка, дыхательные упражнения, прогулки и водные процедуры.

Таким образом, психогенно обусловленные нарушения сердечно-сосудистой деятельности занимают в современной врачебной практике одно из первых мест. На примере основных показателей функциональной активности сердечно-сосудистой системы в данной работе будет рассмотрена роль психоэмоционального напряжения в состоянии данной системы организма и методы оздоровления лиц с данной патологией.

Цель работы – оценить эффективность применяемых оздоровительных программ для коррекции психоэмоционального состояния лиц операторских профессий.

Материал и методы исследования

В исследовании приняли участие 20 женщин, которые существенно не отличались по показателям возраста, массы тела и характером служебной деятельности с одинаковым уровнем функционального состояния организма, установленного по соответствующим

методикам. Основным показателем, по которому была сформирована группа, был диагноз «артериальная гипертония I степени», который содержался у них в медицинской карточке и являлся следствием высокого психоэмоционального напряжения. Для определения эффективности предложенной программы реабилитации генеральная группа (n=20) была разделена на две подгруппы: контрольную (n=10) и экспериментальную (n=10). В контрольной группе применялся следующий комплекс реабилитационных мероприятий: вечерние прогулки, контрастный душ, рациональное питание и рациональный режим дня. В экспериментальной группе дополнительно было рекомендовано выполнение упражнений, направленных на расслабление (снижающие тревожность), дыхательные упражнения, аутогенная тренировка, массаж и ароматерапия. При проведении исследований для оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы и психоэмоционального состояния регистрировали следующие показатели: частоту сердечных сокращений (ЧСС), систолическое давление (СД), диастолическое давление (ДД), пульсовое давление (ПД), ударный объем (УО), минутный объем (МО), уровень тревожности, возбудимость, эмоциональность, неуравновешенность. Используемые методики для оценки психоэмоционального состояния [1, 4] и функциональной активности сердечно-сосудистой системы позволяли всесторонне оценить степень напряжения эмоциональной сферы и, как следствие, ее влияние на работу системы кровообращения.

У всех обследуемых женщин численные значения показателя тревожности классифицировались как «очень высокие». Вместе с тем, для испытуемых были характерны высокие значения уровней эмоциональности, возбудимости, неуравновешенности и педантичности. Лица операторских профессий, имеющие высокий уровень психоэмоционального напряжения, страдали повышенным систолическим ($156,6 \pm 6,73$ мм рт.ст) и диастолическим ($91,3 \pm 4,19$ мм рт.ст) давлением, высокими значениями частоты сердечных сокращений ($91,4 \pm 5,67$ уд./мин) и несколько сниженными значениями ударного объема крови ($55,6 \pm 5,67$ мл). Следует отметить, что низкий ударный объем компенсировался высокими значениями пульса, благодаря чему достигался минутный объем, соответствующий возрастным нормам ($5079,49 \pm 108,19$ мл/мин).

Результаты и обсуждение

После проведения оздоровительных программ у лиц контрольной и экспериментальной групп были установлены следующие изменения в изучаемых показателях. У испытуемых экспериментальной подгруппы выявлено достоверное снижение показателей артериального давления (АД), что позволило численным значениям АД приблизиться к возрастным нормам (рис. 1).

Так, систолическое давление у испытуемых этой подгруппы до начала исследования составило $158,7 \pm 5,67$ мм рт.ст., а после применения восстановительных мероприятий – $127,9 \pm 4,18$ мм рт.ст. ($p < 0,05$). Диастолическое давление также снизилось с $93,4 \pm 4,38$ до $71,2 \pm 2,16$ мм рт.ст. ($p < 0,05$). Соответственно, изменилось и пульсовое давление ($p < 0,05$).

Однако следует отметить и снижение систолического давления у испытуемых контрольной подгруппы с $152,7 \pm 7,89$ до $138,8 \pm 5,61$ мм рт.ст. ($p < 0,05$). Диастолическое и пульсовое давление у испытуемых контрольной подгруппы изменений не претерпели.

Эффективность предложенной программы подтверждалась и изменениями других показателей функционирования сердечно-сосудистой системы. Как видно из рис. 2, у испытуемых этой подгруппы уменьшилось количество частоты сердечных сокращений с $92,6 \pm 5,61$ до $78,9 \pm 4,18$ ($p < 0,05$) ударов в минуту.

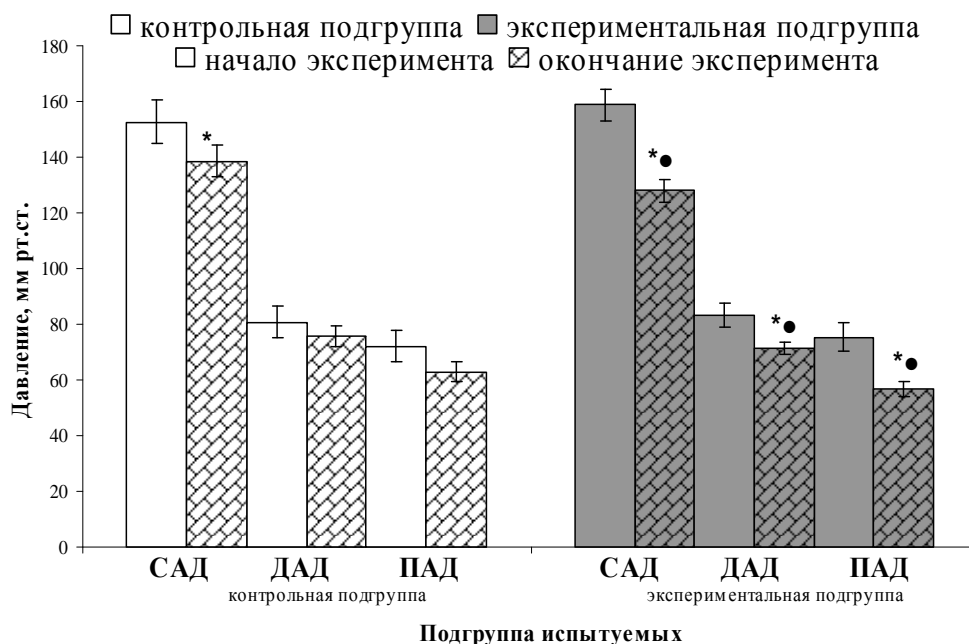


Рис. 1. Сравнение показателей артериального давления у испытуемых в подгруппах после окончания эксперимента

Примечание. * – отличия статистически значимы при сравнении с исходными значениями показателей;
 • – отличия статистически значимы ($p < 0,05$) при сравнении показателей контрольной и экспериментальной групп

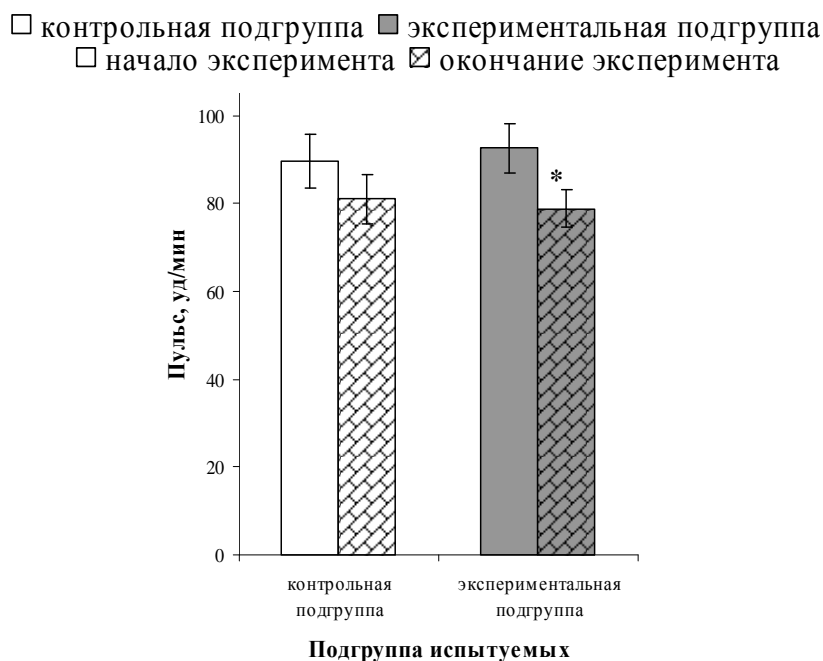


Рис. 2. Сравнение показателей частоты сердечных сокращений у испытуемых в подгруппах после окончания эксперимента

Примечание. * – отличия статистически значимы при сравнении с исходными значениями показателей;
 • – отличия статистически значимы ($p < 0,05$) при сравнении показателей контрольной и экспериментальной групп

Ударный объем крови у испытуемых экспериментальной подгруппы возрос с $54,9 \pm 3,07$ до $62,4 \pm 2,08$ мл ($p < 0,05$). Причем, полученные после выполнения исследования результаты, достоверно отличались не только от исходных значений данного показателя в контроле, но и от результатов, полученных в контрольной подгруппе (рис. 3).

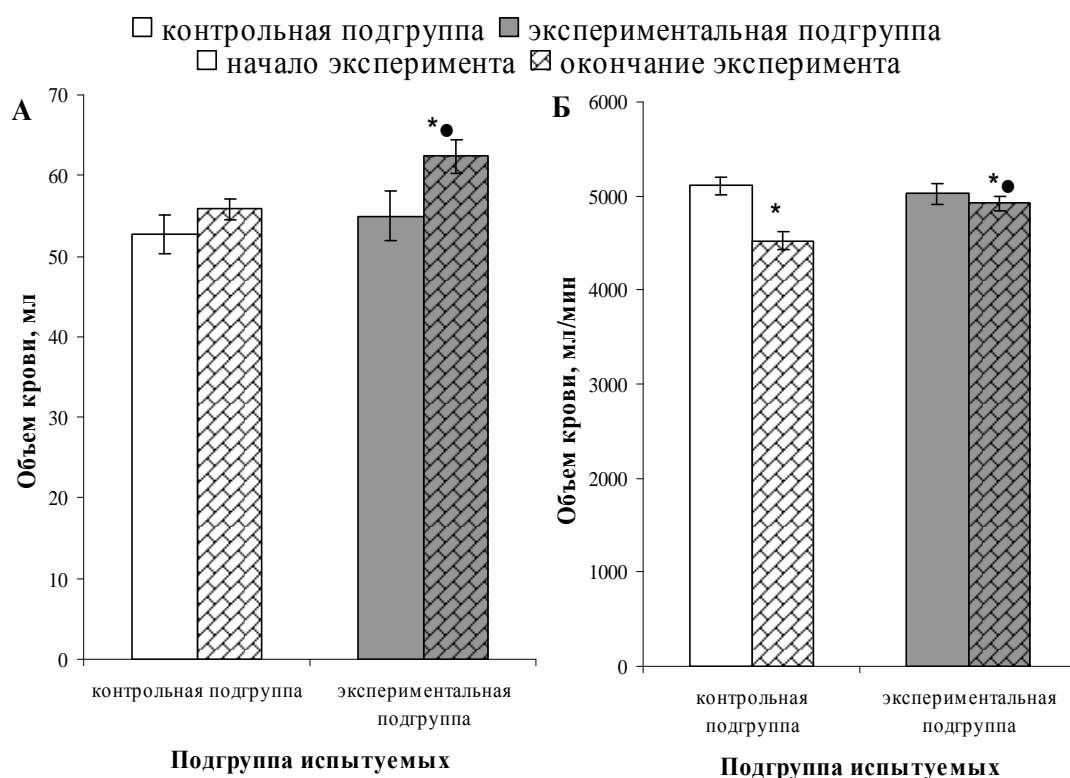


Рис. 3. Сравнение показателей ударного (А) и минутного (Б) объема крови у испытуемых в подгруппах после окончания эксперимента

Примечание. * – отличия статистически значимы при сравнении с исходными значениями показателей;
 • – отличия статистически значимы ($p < 0,05$) при сравнении показателей контрольной и экспериментальной групп

Полученные эффекты предложенного комплекса реабилитационных мероприятий являются следствием положительного влияния физических и упражнений на жизненно важные системы органов человека.

Также было установлено, что уровень личностной тревожности у испытуемых понизился до 3,1 ($p < 0,05$) балла, что указывало на благоприятное влияние данных оздоровительных программ на нормализацию психоэмоциональной сферы. Однако, поскольку этот показатель является генетически детерминированным, то меняться он может только в определенных границах, то есть согласно оценочной шкале данного теста, он продолжал оставаться высоким.

При сравнении изменений, которые происходили в значениях психоэмоциональных (характерологических) показателей, устанавливаемых по опроснику Леонгарда, выявлено, что в экспериментальной подгруппе сократилась дисперсия (разброс) данных по возбудимости. Вместе с тем, возбудимость испытуемых данной подгруппы достоверно сократилась с $14,9 \pm 0,81$ до $13,2 \pm 0,31$ ($p < 0,05$) балла, что отличалось от соответствующих показателей у испытуемых контрольной подгруппы. Однако степень выраженности показателя изменилась в пределах высокого уровня возбудимости. Аналогичным образом менялся и показатель эмоциональности. При этом у испытуемых экспериментальной подгруппы имело место и некоторое снижение численного значения выраженности эмоциональности. У испытуемых экспериментальной подгруппы установлено достоверное снижение ($p < 0,05$) уровня неуравновешенности.

Выводы

Применение в экспериментальной подгруппе разработанной оздоровительной программы привело к стабилизации ряда показателей функционального состояния сердечно-сосудистой системы и коррекции психоэмоционального состояния, что подтверждает существенное значение комплексного подхода в реабилитации данного контингента лиц.

Список литературы

1. *Батаршев А. В.* Диагностика черт личности и акцентуаций. М. : Психотерапия, 2006. 288 с.
2. *Благинин А. А., Смольянинова С. В., Синельников С. Н.* Особенности оценки функционального состояния у операторов с учетом индивидуальных психологических характеристик // Физиология человека. 2017. Т. 43, № 1. С. 11–17.
3. *Вилков В. Г.* Ранняя диагностика артериальной гипертензии функциональными методами. М., 2002. 370с.
4. *Волков Б. С.* Методология и методы психологического исследования. М. : Академический Проект; Фонд «Мир», 2005. 352с.
5. *Ушаков И. Б., Богомолов А. В., Кукушкин Ю. А.* Методологические аспекты динамического контроля функциональных состояний операторов опасных профессий // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2010. № 4–2. С. 6–12.
6. *Щербатых Ю.В.* Психология стресса и методы коррекции. СПб.: Питер, 2006. 256 с.

Balakireva E. A. Correction of the psychoemotional state of people of operator profession. – Currently, an increased level of anxiety is often found in mentally healthy people as a reaction to social and psychological stress, so the problem of correcting anxiety is of particular importance. The paper presents the results of the use of non-pharmacological methods for the correction of anxiety, including aromatherapy, diet, exercise, massage and others.

Key words: emotional sphere, psychoemotional indicators, wellness programs, cardiovascular system, functional state correction.

ISSN 2077-3366 Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2020. № 1–2

Научно-практический журнал

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ И ОХРАНЫ ПРИРОДЫ ТЕХНОГЕННОГО РЕГИОНА

2020

№ 1–2

Учредитель: ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

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

Оригинал-макет: А. Д. Штирц

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

Тел.: (062) 302-09-95
(071) 419-59-19
e-mail: eco-1999@mail.ru

Сайт журнала: <http://donnu.ru/ecolog>