

ISSN 2077-3366

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ, МОЛОДЕЖИ И СПОРТА УКРАИНЫ
ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCES, YOUTH AND SPORTS OF UKRAINE
DONETSK NATIONAL UNIVERSITY

ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЇ ТА ОХОРОНИ ПРИРОДИ

ТЕХНОГЕННОГО РЕГІОНУ

Науково-практичний журнал

№ 1 (12)

Заснований у 1999 р.

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ И ОХРАНЫ ПРИРОДЫ

ТЕХНОГЕННОГО РЕГИОНА

Научно-практический журнал

№ 1 (12)

Основан в 1999 г.

PROBLEMS OF ECOLOGY AND NATURE PROTECTION OF TECHNOGENIC REGION

Scientific and practical journal

№ 1 (12)

Founded in 1999

Донецьк ДонНУ 2012

Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону. – 2012. – № 1 (12). – 293 с.

Статті викладачів, наукових співробітників та аспірантів різних вузів і науково-дослідних організацій України охоплюють широке коло питань екологічної, флористичної, фауністичної, біофізичної і фізіологічної спрямованості. Призначений для екологів, ботаніків, зоологів, фізіологів рослин, людини і тварин, біофізиків, фахівців з охорони природи, а також для викладачів і студентів біологічних факультетів вищих навчальних закладів.

Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2012. – № 1 (12). – 293 с.

Статьи преподавателей, научных сотрудников и аспирантов различных вузов и научно-исследовательских организаций Украины охватывают широкий круг вопросов экологической, флористической, фаунистической, биофизической и физиологической направленности. Предназначен для экологов, ботаников, зоологов, физиологов растений, человека и животных, биофизиков, специалистов по охране природы, а также для преподавателей и студентов биологических факультетов высших учебных заведений.

Problems of ecology and nature protection of technogenic region. – 2012. – № 1 (12). – 293 p.

Papers of the teachers, scientific employees and post-graduate students of various high schools and research organizations of Ukraine cover a wide circle of questions of ecological, floristic, faunistic, biophysical and physiological orientation. It is intended for ecologists, botanists, zoologists, physiologists of plants, man and animals, biophysics, experts in nature protection and for teachers and students of biological faculties of higher educational institutions.

Редакційна колегія

С. В. Беспалова, проф., д-р фіз.-мат. наук (*голов. редактор*); **О. С. Горецький**, проф., д-р біол. наук (*заст. голов. редактора*); **А. С. Алемасова**, проф., д-р хім. наук; **М. І. Бойко**, проф., д-р біол. наук; **О. З. Глухов**, член-кор. НАН України, проф., д-р біол. наук; д-р **В. А. Заблоцкий** (Чехія), **О. З. Злотін**, проф., д-р біол. наук; **О. Г. Калінкін**, проф., д-р мед. наук; **В. А. Максимович**, проф., д-р мед. наук; **В. М. Остапко**, проф., д-р біол. наук; **В. А. Романенко**, проф., д-р біол. наук; **В. І. Соболев**, проф., д-р біол. наук; **В. Н. Сокрут**, проф., д-р мед. наук; **М. М. Сухомлин**, проф., д-р біол. наук; **В. М. Шаталов**, проф., д-р фіз.-мат. наук; **М. М. Ярошенко**, проф., д-р біол. наук; **Н. М. Лялюк**, доц., канд. біол. наук; **А. І. Сафонов**, доц., канд. біол. наук; **А. Д. Штірц**, доц., канд. біол. наук (*відп. редактор*).

Editorial Board

S. V. Bespalova (Editor-in-Chief), O. S. Goretsky (Associate Editor), A. S. Alemasova, M. I. Boiko, A. Z. Glukhov, V. A. Zablotskii (Czech Republic), A. Z. Zlotin, O. G. Kalinkin, V. A. Maximovich, V. M. Ostapko, V. A. Romanenko, V. I. Sobolev, V. N. Sokrut, M. N. Sukhomlin, V. M. Shatalov, N. N. Yaroshenko, N. M. Lyalyuk, A. I. Safonov, A. D. Shtirts (Managing editor).

Атестований ВАК України. Журнал включено до переліку наукових фахових видань у галузі «Біологічні науки» (затверджено постановою ВАК України від 26.05.2010 р. № 1-05/4). Бюлетень ВАК України. – 2010. – № 6.

Свідоцтво про державну реєстрацію: КВ № 15948-4419Р від 27.10.2009 р.

Адреса редакції:

Біологічний факультет Донецького національного університету, вул. Щорса, 46, к. 310, м. Донецьк, 83050.

Тел.: +38(050) 240-78-02

E-mail: eco99@i.ua або shtirts@i.ua

Електронна версія журналу розміщена на сайті: www.nbu.gov.ua/portal/Chem_Biol/peop

*Друкується за рішенням Вченої ради Донецького національного університету
протокол № 12 від 28.12.2012 р.*

З М І С Т

ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ТА ПРИКЛАДНІ ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЇ

<i>Беспалова С. В., Шеставін М. С.</i> Оцінка можливостей впровадження низьковуглецевих відкритих інновацій в індустріальних регіонах України	10
<i>Беспалова С. В., Федотов О. В.</i> Біотестування атмосферного повітря урбанізованих територій з використанням базидіоміцетів	26
<i>Фатюха А. В., Беспалова С. В., Лялюк Н. М.</i> Басейновий підхід у біогеохімічному моніторингу техногенно трансформованої ділянки річки Кальміус (м. Донецьк)	35
<i>Беспалова С. В., Горецький О. С., Злотін О. З., Максимович В. О., Говта М. В., Лялюк Н. М., Маркіна Т. Ю., Маслодудова К. М., Маишталер О. В., Сафонов А. І., Федотов О. В., Штірц А. Д.</i> Визначення нормованих параметрів біоіндикаторів для екологічного моніторингу	41

ФЛОРА, ЕКОЛОГІЯ Й ОХОРОНА РОСЛИННОГО СВІТУ

<i>Василюк О. В., Коломицев Г. О., Балашов І. О.</i> Степи у складі лісового фонду Луганської області: значення для охорони біорізноманіття, загрози та перспективи збереження	57
<i>Голубкова І. М., Левон В. Ф.</i> Використання сидератів у насадженнях персика (<i>Persica vulgaris</i> Mill.) для покращення екологічного стану агрофітоценозів	66
<i>Дацюк В. В.</i> Територіальна диференціація рослинності ботанічного заказника загальнодержавного значення «Урочище Воротнів» (Волинська область)	70
<i>Дерев'янська Г. Г.</i> Раритетні види урбанофлори мегаполіса Донецьк – Макіївка	77
<i>Жуков С. П.</i> Використання сезонної та добової динаміки техногенних біогеоценозів для їх фіторекультивациї	83
<i>Климюк В. М.</i> Розмірні характеристики фітопланктону Слов'янських солоних озер ...	88
<i>Маишталер О. В., Макаркова О. А.</i> Видовий склад та особливості зростання мохоподібних на селітебних територіях Луганської області	97
<i>Павлова М. О., Качур Л. Ю.</i> Підсумки інтродукції видів роду <i>Crocus</i> L. у Донецькому ботанічному саду НАН України	102
<i>Сафонов А. І.</i> Апробація критеріїв екосистемного нормування за фітоіндикаційною складовою	108
<i>Усманова Н. В., Дем'яненко Т. В.</i> Підсумки інтродукції видів роду <i>Saponaria</i> L. в Донецькому ботанічному саду НАН України та перспективи використання їх в озелененні на південному сході України	115
<i>Хаблак С. Г., Чеченєва Т. М., Абдуллаєва Я. А.</i> Генетична модель розвитку кореневої системи в <i>Arabidopsis thaliana</i> (L.) Heynh.	123

ФАУНА, ЕКОЛОГІЯ Й ОХОРОНА ТВАРИННОГО СВІТУ

<i>Вовк М. В.</i> Консортивний вплив колоніальних поселень чапель на формування різноманіття угруповань птахів на території природного заповідника «Дніпровсько-Орільський»	131
<i>Коваленко І. С., Хайтович О. Б.</i> Передумови поширення сибірки в Криму	137
<i>Пилипенко Д. В.</i> Птахи, що гніздяться в заплавах лісах Донецької області	143
<i>Рева М. В., Усова З. В., Семушин Р. Д., Гринь В. І.</i> Мошки (Diptera, Simuliidae) роду <i>Odagmia</i> Enderlein, 1921 південного сходу України	154
<i>Федоненко О. В., Шмагайло М. О.</i> Вивчення показників темпу росту плітки (<i>Rutilus rutilus</i> (L.)) Самарської затоки Запорізького водосховища	168
<i>Шарамок Т. С., Федоненко О. В.</i> Розподіл важких металів в екосистемі Петриківських ставів	173
<i>Штірц А. Д., Ярошенко М. С.</i> Панцирні кліщі як біоіндикатори ступеня впливу виробничої діяльності ДП «Артемсіль» (м. Соледар) на навколишнє середовище	179

Штірц Ю. О. Циклічна динаміка структури орнітонаселення водно-болотних комплексів м. Донецька	186
Яковенко В. О., Федоненко О. В. Інвазія медузи <i>Craspedacusta sowerbii</i> Lankester, 1880 у Запорізькому водосховищі	195
Ярошенко М. М. Панцирні кліщі (Acariiformes: Oribatei) та інші ґрунтові мешканці заповідних територій «Великоанадольський ліс», «Маріупольська лісова дача» Донецької області	201

ФІЗІОЛОГІЯ ТА ЕКОЛОГІЯ РОСЛИН, МІКОЛОГІЯ

Віннікова О. І. Вплив рекреації на ґрунтові мікроміцети антропогенних територій	220
Задорожна Г. О., Кунах О. М., Жуков О. В. Просторова організація дерново-літогенних ґрунтів на червоно-бурих глинах	226
Корольова О.В. Асколокулярні гриби (Dothideomycetes) рослинних угруповань Кінбурнської коси	238
Миколайчук В. Г., Самойленко Т. Г. Зв'язок між рабітусом рослин <i>Cyperus esculentus</i> L. (Cyperaceae) та особливостями формування їх асиміляційного апарату при інтродукції в Північному Причорномор'ї	244
Федотов О. В., Чайка О. В., Метрусенко О. Г. Вплив бензопірену на інтенсивність процесів перекисного окиснення ліпідів штаму <i>Pleurotus ostreatus</i> P-107	252

ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ТА ПРИКЛАДНІ ПРОБЛЕМИ БІОФІЗИКИ І ФІЗІОЛОГІЇ

Білобров В. М., Богдан Н. М., Хомутова К. В., Гладій В. Л., Федченко Ю. А. Єдина «еволюційна» теорія трансдисциплінарності. Сучасний стан	258
Говта Л. О., Говта М. В. Дослідження показників крові при вживанні питної води в умовах техногенно трансформованого середовища	267
Доценко О. І., Трощинська Я. А., Конюхова Н. Р. Вивчення процесів утворення мембранозв'язаного гемоглобіну в еритроцитах під дією низькочастотної вібрації	274
Зінченко А. А., Шаталов В. М. Вплив центрифугування плазми крові на функціональну активність тромбоцитів <i>in vitro</i>	281
Правила для авторів	288

СОДЕРЖАНИЕ

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ

<i>Беспалова С. В., Шестакин Н. С.</i> Оценка возможностей внедрения низкоуглеродных открытых инноваций в промышленных регионах Украины	10
<i>Беспалова С. В., Федотов О. В.</i> Биотестирование атмосферного воздуха урбанизированных территорий с использованием базидиомицетов	26
<i>Фатюха А. В., Беспалова С. В., Лялюк Н. М.</i> Бассейновый подход в биогеохимическом мониторинге техногенно трансформированного участка реки Кальмиус (г. Донецк)	35
<i>Беспалова С. В., Горецкий О. С., Злотин А. З., Максимович В. А., Говта Н. В., Лялюк Н. М., Маркина Т. Ю., Маслодудова Е. Н., Маишталер А. В., Сафонов А. И., Федотов О. В., Штириц А. Д.</i> Определение нормативных параметров биоиндикаторов для экологического мониторинга	41

ФЛОРА, ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА

<i>Василюк А. В., Коломицев Г. А., Балаишэв И. А.</i> Степи в составе лесного фонда Луганской области: значение для охраны биоразнообразия, угрозы и перспективы сохранения	57
<i>Голубкова И. Н., Левон В. Ф.</i> Использование сидератов в насаждениях персика (<i>Persica vulgaris</i> Mill.) для улучшения экологического состояния агрофитоценозов	66
<i>Дацюк В. В.</i> Территориальная дифференциация растительности ботанического заказника общегосударственного значения «Урочище Воронив» (Волинская область)	70
<i>Деревянская А. Г.</i> Раритетные виды урбанофлоры мегаполиса Донецк – Макеевка	77
<i>Жуков С. П.</i> Использование сезонной и суточной динамики техногенных биогеоценозов для повышения их устойчивости	83
<i>Климюк В. Н.</i> Размерные характеристики фитопланктона Славянских соленых озер	88
<i>Маишталер А. В., Макарецова Е. А.</i> Видовой состав и особенности произрастания мохообразных на селитебных территориях Луганской области	97
<i>Павлова М. А., Качур Л. Ю.</i> Итоги интродукции видов рода <i>Crocus</i> L. в Донецком ботаническом саду НАН Украины	102
<i>Сафонов А. И.</i> Апробация критериев экосистемного нормирования по фитоиндикационной составляющей	108
<i>Усманова Н. В., Демьяненко Т. В.</i> Итоги интродукции видов рода <i>Saponaria</i> L. в Донецком ботаническом саду НАН Украины и перспективы использования их в озеленении на юго-востоке Украины	115
<i>Хаблак С. Г., Чеченева Т. Н., Абдуллаева Я. А.</i> Генетическая модель развития корневой системы у <i>Arabidopsis thaliana</i> (L.) Heynh.	123

ФАУНА, ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ЖИВОТНОГО МИРА

<i>Вовк М. В.</i> Консортивное влияние колониальных поселений цапель на формирование разнообразия сообществ птиц на территории природного заповедника «Днепровсько-Орельский»	131
<i>Коваленко И. С., Хайтович А. Б.</i> Предпосылки распространения сибирской язвы в Крыму	137
<i>Пилипенко Д. В.</i> Гнездящиеся птицы пойменных лесов Донецкой области	143
<i>Рева М. В., Усова З. В., Семушин Р. Д., Гринь В. И.</i> Мошки (Diptera, Simuliidae) рода <i>Odagmia</i> Enderlein, 1921 юго-востока Украины	154
<i>Федоненко Е. В., Шмагайло Н. А.</i> Изучение показателей темпов роста плотвы (<i>Rutilus rutilus</i> (L.)) Самарского залива Запорожского водохранилища	168

Шарамок Т. С., Федоненко Е. В. Распределение тяжелых металлов в экосистеме Петриковских прудов	173
Штириц А. Д., Ярошенко М. С. Панцирные клещи как биоиндикаторы степени влияния производственной деятельности ГП «Артемсоль» (г. Соледар) на окружающую среду	179
Штириц Ю. А. Циклическая динамика структуры орнитонаселения водно-болотных комплексов г. Донецка	186
Яковенко В. А., Федоненко Е. В. Инвазия медузы <i>Craspedacusta sowerbii</i> Lankester, 1880 в Запорожском водохранилище	195
Ярошенко Н. Н. Панцирные клещи (Acariformes: Oribatei) и другие почвообитатели заповедных территорий «Великоанадольский лес», «Мариупольская лесная дача» Донецкой области	201

ФИЗИОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ, МИКОЛОГИЯ

Винникова О. И. Влияние рекреации на почвенные микромицеты антропогенных территорий	220
Задорожная Г. А., Кунах О. Н., Жуков А. В. Пространственная организация дерново-литогенных почв на красно-бурых глинах	226
Королёва О. В. Аскококулярные грибы (Dothideomycetes) растительных сообществ Кинбурнской косы	238
Миколайчук В. Г., Самойленко Т. Г. Связь между габитусом растений <i>Cyperus esculentus</i> L. (Cyperaceae) и особенностями формирования их ассимиляционного аппарата при интродукции в Северное Причерноморье	244
Федотов О. В., Чайка А. В., Метрусенко Е. Г. Влияние бенз(а)пирена на интенсивность процессов перекисного окисления липидов штамма <i>Pleurotus ostreatus</i> P-107	252

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БИОФИЗИКИ И ФИЗИОЛОГИИ

Билобров В. М., Богдан Н. М., Хомутова Е. В., Гладий В. Л., Федченко Ю. А. Единая «эволюционная» теория трансдисциплинарности. Современное состояние	258
Говта Л. А., Говта Н. В. Исследование показателей крови при употреблении питьевой воды в условиях техногенно трансформируемой среды	267
Доценко О. И., Трощинская Я. А., Конюхова Н. Р. Изучение процессов образования мембраносвязанного гемоглобина в эритроцитах под действием низкочастотной вибрации	274
Зинченко А. А., Шаталов В. М. Влияние центрифугирования плазмы крови газов на функциональную активность тромбоцитов <i>in vitro</i>	281
Правила для авторов	288

CONTENTS

FUNDAMENTAL AND APPLIED PROBLEMS OF ECOLOGY

<i>Bespalova S. V., Shestavin M. S.</i> Assessing of introduction opportunities of low carbon open innovations in industrial regions of Ukraine	10
<i>Bespalova S. V., Fedotov O. V.</i> Biotesting of atmospheric air in urban areas by basidiomycetes	26
<i>Fatyuha A. V., Bespalova S. V., Lyalyuk N. M.</i> Basin approach in biogeochemical monitoring of technologically transformed part of the Kalmius river (Donetsk)	35
<i>Bespalova S. V., Goretsky O. S., Zlotin A. Z., Maksimovich V. A., Govta N. V., Ljaljuk N. M., Markina T. Yu., Maslodudova E. N., Mashtaler A. V., Safonov A. I., Fedotov O. V., Shtirts A. D.</i> Definition of normative parameters of bioindicators for ecological monitoring	41

FLORA, ECOLOGY AND PROTECTION OF THE PLANT KINGDOM

<i>Vasyliuk A. V., Kolomytsev G. A., Balashov I. A.</i> The steppes in the structure of the Lugansk region forest estate: significance for the protection of biodiversity, threats and perspectives for the preservation	57
<i>Golubkova I. N., Levon V. F.</i> Usage of green manure crops in peach (<i>Persica vulgaris</i> Mill.) plantings for improving of an ecological status of an agrophytocenosis	66
<i>Datsyuk V. V.</i> Territorial differentiation of plants of the National botanical preserve «Urochysche Vorotniv» (Volhynian region)	70
<i>Derevyanska G. G.</i> The rare species of the megalopolis Donetsk – Makeevka urbanflora ...	77
<i>Zhukov S. P.</i> Using of seasonal and daily dynamics of technogenic biogeocenoses to increase their phytorecultivation	83
<i>Klimyuk V. N.</i> Dimensional characteristics of Slavyansk salt lakes phytoplankton	88
<i>Mashtaler A. V., Makartsova E. A.</i> Species composition and features of growth of mosses in selitebial territories of the Lugansk region	97
<i>Pavlova M. A., Kachur L. Yu.</i> Outcomes of species from <i>Crocus</i> L. genus introduction in the Donetsk Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine	102
<i>Safonov A. I.</i> Approbation of ecosystem standardization criteria according to phytoindication component	108
<i>Usmanova N. V., Demijanennko T. V.</i> Outcomes of genus <i>Saponaria</i> L. introduction in the Donetsk Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine and possibilities of its usage in the greenery planting on the south-east of Ukraine	115
<i>Hablak S. G., Checheneva T. N., Abdullayeva J. A.</i> Genetic model of root development in <i>Arabidopsis thaliana</i> (L.) Heynh.	123

FAUNA, ECOLOGY AND PROTECTION OF THE ANIMAL KINGDOM

<i>Vovk M. V.</i> The consortive impact of the gray heron settlement on the diversity of bird community on the territory of the natural reserve «Dniprovsko-Orelsky»	131
<i>Kovalenko I. S., Khaytovych A. B.</i> Background of Anthrax spread in Crimea	137
<i>Pilipenko D. V.</i> Breeding birds of floodplain forests of the Donetsk region	143
<i>Reva M. V., Usova Z. V., Semushin R. D., Gryn' V. I.</i> Blackflies (Diptera, Simuliidae) of genus <i>Odagmia</i> Enderlein, 1921 in the South-East of Ukraine	154
<i>Fedonenko E. V., Shmagaylo N. A.</i> The study of the growth rate of roach (<i>Rutilus rutilus</i> (L.)) in the Samara Bay of the Zaporozhian Reservoir	168
<i>Sharamok T. S., Fedonenko O. V.</i> Distribution of heavy metals in the ecosystem of the Petrykovsky ponds	173
<i>Shtirts A. D., Yaroshenko M. S.</i> The oribatid mites as bioindicators of industrial impact	179

level of the «Artyomsol» (Soledar) on environment	
<i>Shtirts Yu. A.</i> The cyclic dynamics of the ornithopopulation structure of wetland complexes in Donetsk	186
<i>Yakovenko V. O., Fedonenko O. V.</i> Invasion of jellyfish <i>Craspedacusta sowerbii</i> Lankester, 1880 in the Zaporozskoe reservoir	195
<i>Yaroshenko N. N.</i> The oribatid mites (Acariformes: Oribatei) and others soil Arthropoda of reserved territories the «Velikoanadolskiy les», the «Mariupolskaya lesnaya dacha» of the Donetsk region	201

PHYSIOLOGY AND ECOLOGY OF THE PLANT, MYCOLOGY

<i>Vinnikova O. I.</i> The effect of recreation on soil micromycetes of antropogenic territories ...	220
<i>Zadorozhna G. O., Kunah O. N., Zhukov O. V.</i> The spatial organization of soddy-lithogenic soils on the red-brown clays.....	226
<i>Korol'ova O. V.</i> Loculoascomycetes in plants communities of the Kinburns'ka Kosa	238
<i>Mikolajchuk V. G., Samojlenko T. G.</i> The connection between habitus of plants <i>Cyperus esculentus</i> L. (Cyperaceae) and the peculiarities of formation of its assimilation apparatus during the introduction into the northern Black Sea Coast	244
<i>Fedotov O. V., Chaika O. V., Metrusenko O. G.</i> Effect of benzo(a)pyrene on the intensity of strain <i>Pleurotus ostreatus</i> P-107 lipid peroxidation	252

FUNDAMENTAL AND APPLIED PROBLEMS OF BIOPHYSICS AND PHYSIOLOGY

<i>Bilobrov V. M., Bogdan N. M., Khomutova K. V., Gladiy V. L., Fedchenko Yu. A.</i> Single «evolutional» theory of interdisciplinary. Modern state	258
<i>Hovta L. A., Hovta N. V.</i> Research of blood indexes at the use of drinking water in conditions of technogenic transformed environment	267
<i>Dotsenko O. I., Troshchynskaya Ya. A., Konyukhova N. R.</i> Studying of membrane-bound hemoglobin formation processes in erythrocytes under the influence of low-frequency vibration	274
<i>Zinchenko A. A., Shatalov V. M.</i> Effect of blood plasma centrifugation on platelet functional activity <i>in vitro</i>	281
Rules for authors	288

З нагоди 90-річчя від Дня народження



Рева Михайло Лукич (23.12.1922 – 22.08.1996)
Ботанік, лісознавець, еколог.

Михайло Лукич Рева – саме та людина, у насиченому житті якої було багато подій, досягнень і здобутків. Пройшовши війну, післявоєнні роки на всіх постах від молодшого наукового співробітника до директора Донецького ботанічного саду НАН України та проректора з наукової роботи нашого університету, виявив здібності видатного дослідника та організатора.

Михайло Лукич – приклад наполегливості, цілеспрямованості, професіоналізму, високого рівня майстерності та ентузіазму в роботі. 1964-1974 рр. – засновник і перший директор Донецького ботанічного саду НАН України; 1965-1996 рр. – професор кафедри ботаніки (ботаніки та екології) Донецького державного університету; 1985-1996 рр. – завідувач кафедри ботаніки, проректор з наукової роботи Донецького державного університету.

Якщо узагальнити напрямки наукової діяльності професора М. Л. Реви, то на тлі ботаніко-екологічних розробок виділяються ресурсозберігаюча та оптимізаційна концепції: охорона рідких і зникаючих видів рослин й тварин, інтродукція рослин, садово-паркове господарство, відновлення родючості ґрунтів, порушених промисловими втручаннями в природу, біологічна рекультивация техногенних ландшафтів, озеленення териконів тощо.

Внесок М. Л. Реви у розвиток науки і господарства був відзначений державними нагородами: срібна та дві бронзові металі ВДНГ СРСР, бронзова медаль ВДНГ України.

М. Л. Ревою опубліковано понад 240 наукових робіт, у тому числі 14 монографій і підручників: «Страницы Красной книги», «Растения в быту», «Зеленая кладовая», «Зеленое богатство Донбасса», «Дикі їстівні рослини України» та інші, а також підготовлена низка методичних рекомендацій і довідників з філогенії рослин та екології Донбасу.

На кафедрі ботаніки та екології Донецького державного університету М. Л. Рева викладав лекційні курси з теорії еволюції, екології та охорони природи, філогенії рослин, був керівником курсових і дипломних робіт. До складу наукової школи з рекультивации і фітооптимізації техногенних ландшафтів, заснованої М. Л. Ревою, входить 21 кандидат наук, які продовжують робити відкриття в біології та успішно представляти обраний напрямок на світовій науковій арені.

ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ТА ПРИКЛАДНІ ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЇ
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ
FUNDAMENTAL AND APPLIED PROBLEMS OF ECOLOGY

УДК 504.062.2 : 504.062.4 : 504.7

© С. В. Беспалова, Н. С. Шестакин

**ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ ВНЕДРЕНИЯ НИЗКОУГЛЕРОДНЫХ ОТКРЫТЫХ
ИННОВАЦИЙ В ИНДУСТРИАЛЬНЫХ РЕГИОНАХ УКРАИНЫ**

*Донецкий национальный университет; 83001, г. Донецк, ул. Университетская, 24
e-mail: lcoir@ukr.net*

Беспалова С. В., Шестакин Н. С. Оценка возможностей внедрения низкоуглеродных открытых инноваций в индустриальных регионах Украины. – Проведены исследования потенциала эмиссии и поглощения CO₂ в восточных областях Украины. Созданы географические информационные системы по основным источникам эмиссии CO₂, по возможным участкам геологического хранения CO₂ и по перспективным направлениям транспортировки CO₂ от кластеров предприятий до хранилищ.

Ключевые слова: CO₂, эмиссия, геологическое хранение, транспортировка, ГИС, открытые инновации.

Введение

В настоящее время уже происходят реальные изменения климата, главной причиной которых являются антропогенные выбросы парниковых газов и в наибольшей степени выбросы диоксида углерода (CO₂) из стационарных источников. Ещё в первых докладах Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) была обоснована причина изменения климата, а также намечены пути решения возникающих проблем [1]. Такие же тенденции и перспективы глобального развития подтверждаются и в настоящее время в последних докладах МГЭИК и в докладах других компетентных международных организаций [2]. После проведения тщательных экономических исследований проблем, возникающих в связи с изменением климата, были сделаны выводы о целесообразности интенсивного внедрения в энергетику всех стран мира новых технологий улавливания и хранения диоксида углерода (УХУ) как основного инструмента противодействия уже происходящим процессам глобального изменения климата [3, 4]. Технологии УХУ сейчас уже разрабатываются и внедряются в исследовательских, пилотных и промышленных масштабах, а также определены перспективы их развития до 2050 г., когда использование технологий УХУ позволит вместо увеличения эмиссии CO₂ к 2050 г. на 130% по сравнению с уровнем 2005 года достигнуть уменьшения эмиссии CO₂ до 50% [5-7].

Однако в Украине не проводится «секвестрация CO₂, который выбрасывается в процессе сжигания углеродосодержащих видов топлива для целей долгосрочного хранения, например, в геологических формациях» [8, с. 90]. Принятая в 2006 г. Энергетическая стратегия Украины до 2030 г. [9] не планирует в ближайшее время исследовать, разрабатывать и внедрять технологии УХУ в энергетику Украины.

Поэтому сейчас необходимо выполнить оценки возможных сценариев внедрения технологий УХУ в энергетический сектор Украины и, прежде всего, на предприятиях восточных регионов, где сосредоточены основные энергетические и промышленные мощности Украины, которые выбрасывают значительные объемы парниковых газов, а также имеются глубокие геологические формации, очевидно пригодные для целей долговременного хранения сверхкритического CO₂.

Выполнение таких исследований, а также последующих технологических разработок с их внедрением на энергетических предприятиях позволят Украине внести достойный вклад в решении проблем, вызванных глобальным изменением климата.

В начале 90-х годов Украина занимала второе место в Европе по объемам выбросов CO₂, в 2009 г. – седьмое, а в 2011 г. уже занимает шестую позицию (рис. 1) и имеет тенденцию постепенного увеличения этих объемов, в то время как большинство стран мира поставили перед собой цели по уменьшению выбросов CO₂ в ближайшее десятилетие [10].

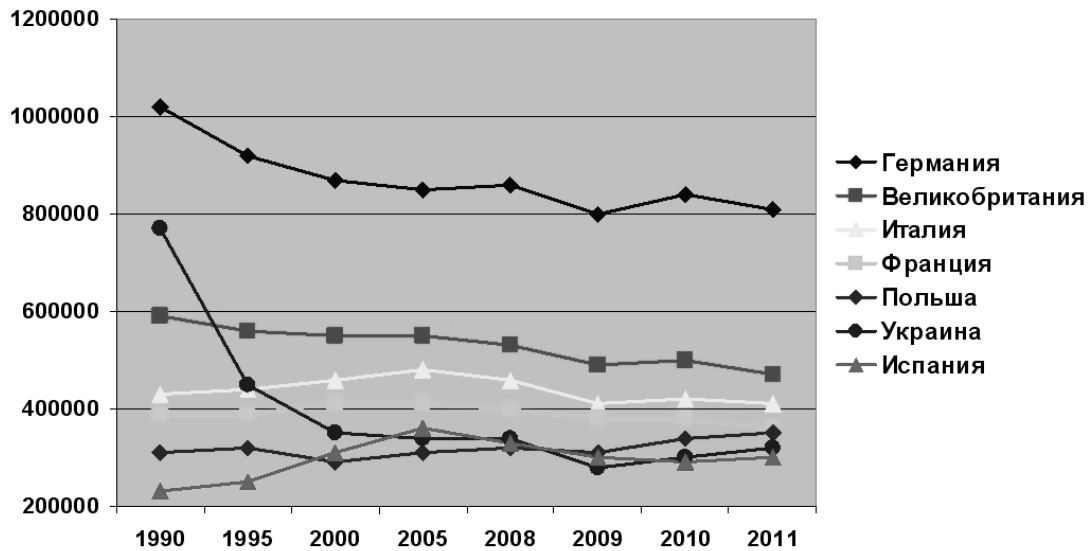


Рис. 1. Тренды объемов эмиссии CO₂ в странах Европы за 1990-2011 гг.

Основываясь на статистических данных Украины за 2010 г. [11], можно отметить, что более 83% объемов эмиссии CO₂ происходит от стационарных источников загрязнения (рис. 2), когда не принимаются во внимание выбросы CO₂ от частного жилого сектора, что отличается от статистических требований МГЭИК.

Такое расхождение в требованиях к статистическим данным относительно выбросов CO₂ из разных источников и различие в списках источников эмиссии CO₂ уже привели к лишению Украины статуса соответствия требованиям Киотского протокола. В 2012 г. был подготовлен новый вариант Национального кадастра антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов в Украине за 1990-2010 гг. [8] с учетом требований МГЭИК, и этот статус сейчас восстановлен.

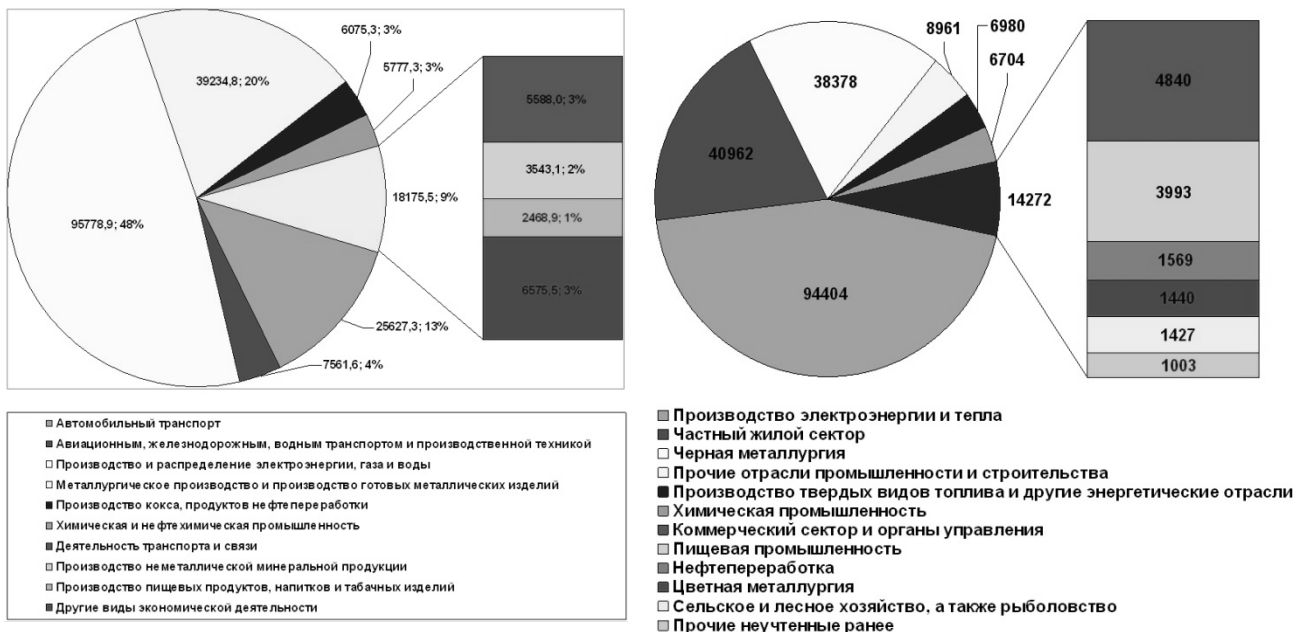


Рис. 2. Выбросы CO₂ в атмосферу стационарными и мобильными источниками загрязнения по видам экономической деятельности в 2010 году в тыс. т по статистическим данным [11] и по данным Национального кадастра антропогенных выбросов [8].

При этом 74% выбросов CO₂ производят предприятия энергетического, металлургического и химического секторов экономики. В дальнейших исследованиях как раз и будут учитываться такие предприятия.

Категории источников эмиссии CO₂, которые приняты в статистической отчетности Украины, существенно отличаются от категорий МГЭИК. Поэтому в Национальном кадастре антропогенных выбросов [8] представлены несколько другие данные, в частности: по категории 1.А.1.а – Производство электроэнергии и тепла: выбросы CO₂ при сжигании всех видов топлива составляют 94404 тыс. т; по категории 1.А.4.б – Частный жилой сектор: 40962 тыс. т; по категории 1.А.2.а – Черная металлургия: 38378 тыс. т.; по остальным категориям – менее 10000 тыс. т. Чтобы в дальнейшем избежать этих разногласий в данных, необходимо ввести в статистические формы отчетности предприятий категории МГЭИК.

Если рассмотреть распределение объемов эмиссии CO₂ по регионам Украины [12], то можно выделить пять областей Украины, в которых выбросы CO₂ превышают 10 млн. т в год. В этих областях (Донецкой, Днепропетровской, Запорожской, Луганской и Харьковской) как раз и сосредоточены крупнейшие тепловые электростанции (ТЭС), которые учитываются в Национальном кадастре антропогенных выбросов [8]: Запорожская, Змеевская, Зуевская, Криворожская, Кураховская, Луганская, Приднепровская, Славянская, Старобешевская и Углегорская.

Потенциал источников эмиссии CO₂

На основе информации из четырёх открытых баз данных: МЭА [13], BELLONA [14], SARMA [15] и ДТЭК [16], а также с учётом новых дополнительных данных непосредственно от тепловых электростанций, металлургических, коксохимических, цементных, химических и нефтеперерабатывающих заводов создана географическая информационная система (ГИС) источников CO₂, которая охватывает пять восточных областей Украины (указанных ранее). Эта ГИС в тестовом режиме находится в свободном доступе на веб-сайте проекта LCOIR-UA [17], и предприятия могут ознакомиться с данными о своих выбросах CO₂, которые приводятся в сетевых источниках, и откорректировать эти данные в соответствии с реальными объемами выбросов своего предприятия.

Используя эту ГИС, можно оценить количество выбросов CO₂ от конкретного предприятия, а также получить данные о его географическом положении и другую полезную информацию о нем (5 вариантов величины значка предприятия соответствуют следующей градации предприятий по объемам выбросов CO₂: 1 Мт/год и менее; 1-4 Мт/год; 4-7 Мт/год; 7-10 Мт/год; 10 Мт/год и более). ГИС дает возможность одновременно анализировать все предприятия указанных отраслей экономики Украины (рис. 3) или рассматривать только компании в избранной отрасли:

- угольных электростанций (по состоянию на 2011 г. [18] доля угля в топливе ТЭС составляет более чем 97,5% против 52,3%, как показано в [15]) в настоящий момент представлено в ГИС – 12;

- газовых электростанций – 1;

- металлургических заводов – 13;

- коксохимических заводов – 14;

- цементных заводов – 8;

- различных химических заводов (в том числе нефтеперерабатывающих) – 3.

Планируется дополнить эту базу данных информацией о выбросах CO₂ от предприятий жилищно-коммунальных хозяйств крупных городов (тепловых котельных и очистных сооружений), конгломератов жилых домов частного сектора, а также от автомобильного, железнодорожного, авиационного и водного транспорта.

Так как эта ГИС основана на неофициальных источниках информации, то реальные значения объемов эмиссии CO₂ конкретного предприятия могут существенно отличаться от значений представленных в ГИС.



Рис. 3. ГИС стационарных источников эмиссии CO₂ в восточных областях Украины.

В таких случаях предприятие может обратиться к веб-сайту проекта LCOIR-UA [17] с предложением обновить информацию об объемах эмиссии CO₂, чтобы она была в соответствии с официальной статистической отчетностью предприятия. Такое регулярное обновление информации об объемах эмиссии CO₂ будет свидетельствовать о стремлении предприятия к ответственному отношению к проблемам глобального изменения климата и об осознании роли своего «углеродного следа» в возникновении этих проблем.

Потенциал резервуаров хранения CO₂

Закачивание CO₂ в геологические формации насчитывает более чем тридцатилетний опыт работ по повышению нефте- и газоотдачи пластов. Кроме этого, в последнее время в различных странах проводятся многочисленные исследования по геологическому хранению CO₂. В качестве долгосрочных хранилищ CO₂ рассматривают главным образом поровые или трещиноватые осадочные породы (коллекторы), ограниченные от окружающей горной среды и земной поверхности слабопроницаемыми или практически непроницаемыми породами (флюидоупорами или крышками) [5].

Следует отметить, что природные хранилища газов (в том числе и горючих) естественного генезиса являются надежными на протяжении сотен тысяч и миллионов лет, утечки газов из них пренебрежимо малы.

Выделяются три основных типа формаций, в которых возможно геологическое хранение CO₂: истощенные или находящиеся на стадии истощения нефтегазоносные бассейны, глубоко залегающие соленосные формации и не имеющие промышленного значения угольные пласты. Среди других возможных вариантов геологических формаций также рассматриваются базальты и горючие сланцы, однако их потенциал еще пока недостаточно изучен.

Успешность геологического метода хранения CO₂ подтверждается результатами экспериментов, проводимых в разное время компаниями MRCSP, MGSC, SECARB, SWP, WESTCARB, Big Sky, PCOR (США), а также в рамках проектов Weyburn, Fenn Big Valley (Канада), Sleipner (Норвегия), Yubari (Япония), Qinshui Basin (Китай) и др. [19-21].

Поиск и выбор геологических структур и горизонтов, способных служить долгосрочными хранилищами CO₂ в нефтегазоносных бассейнах, основывается, как правило, на результатах предыдущих поисковых и геологоразведочных работ, а определение перспективных участков хранения CO₂ требует дополнительных исследований.

Анализ и обоснование проблемы

На территории Украины расположены крупные нефтегазоносные провинции с большим объемом продуктивных горизонтов. Один из самых крупных нефтегазоносных районов – Днепровско-Донецкий бассейн расположен в границах двух больших структур – Днепровско-Донецкой впадины (ДДВ) и Донецкого каменноугольного бассейна (Донбасса). Газоносность Днепровско-Донецкого бассейна тесно связана с терригенными осадочными породами среднего-верхнего карбона и нижней перми. Метановая газоносность Донбасса также связана с угленосной толщей карбона.

Результаты предыдущих геологоразведочных работ показали, что в геологических условиях ДДВ и Донбасса одними из перспективных в отношении газоносности районами являются участки с сохранными гидрохимическими отложениями нижнепермского возраста. Важная роль гидрохимических отложений заключается в их хороших изоляционных свойствах (чередование непроницаемых для нефти и газа слоев каменной соли, плотных ангидритов и гипсов) [22]. Также важно расположение гидрохимических отложений в верхней части крупного седиментационного цикла, в литолого-фациальном составе которого преобладают породы, обладающие хорошими коллекторскими свойствами.

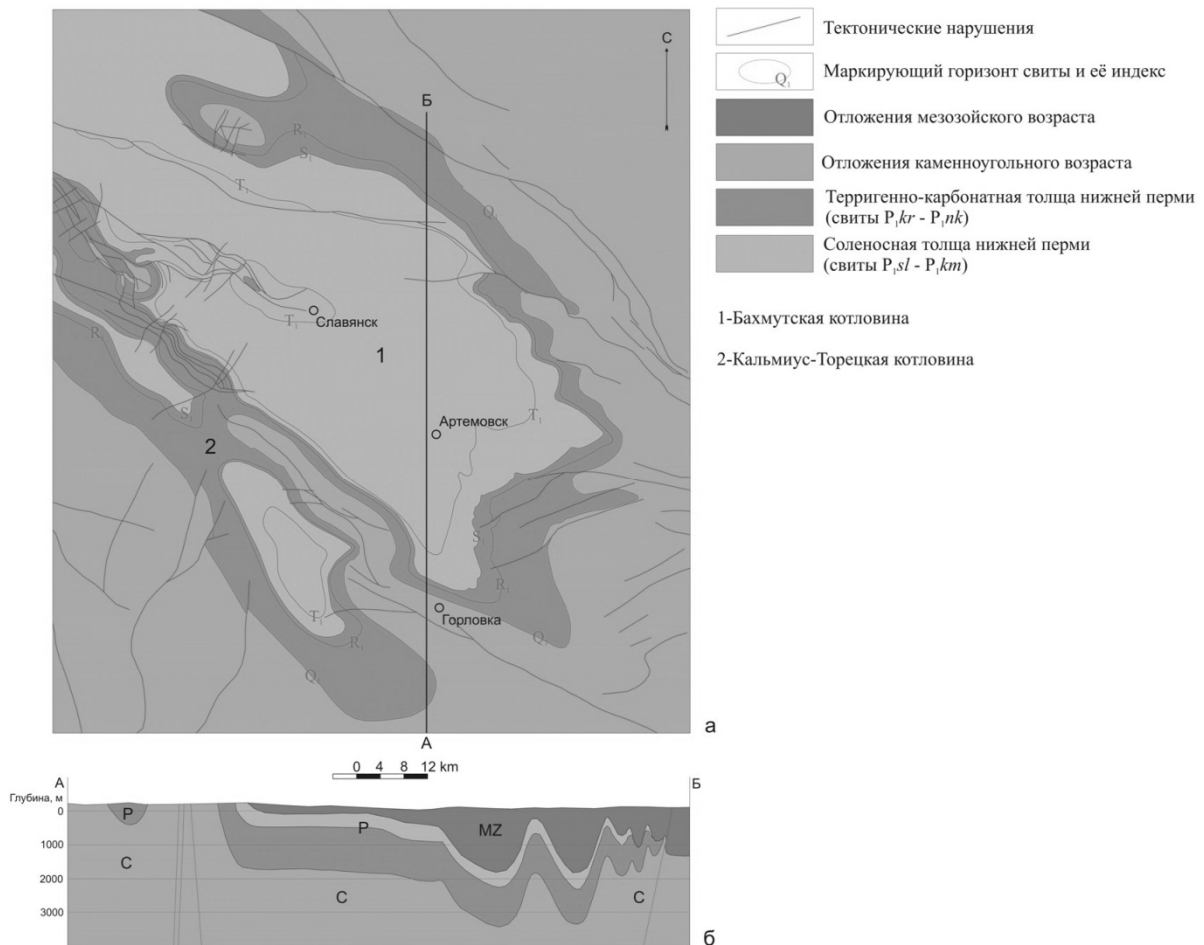


Рис. 4. Геологическая схема домезозойских отложений северо-западной части Донецкого бассейна (а) и геологический разрез к ней (б).

Эти факторы в совокупности с большой мощностью газопроницаемых осадочных пород создали благоприятные условия для свободной миграции углеводородов и их концентрации под непроницаемым покровом гидрохимических отложений. В Донбассе нижнепермские гидрохимические образования развиты в его северо-западной части в границах Бахмутской и Кальмиус-Торецкой котловин (рис. 4).

В структурном строении Бахмутской и Кальмиус-Торецкой котловин принимают участие три этажа: палеозойский, мезозойский и кайнозойский. Мезозойский и кайнозойский структурные этажи являются неперспективными в отношении геологического хранения CO₂.

Это обусловлено их небольшими мощностями (обычно не более 500 м) и залеганием в верхней части осадочного чехла без газонепроницаемой покрывки. Палеозойский структурный этаж, залегающий под покровом мезозойских и кайнозойских отложений, является перспективным в отношении изучения возможностей геологического хранения CO₂.

Это подтверждается его высокой потенциальной газоносностью, установленной в результате многочисленных исследований и разнонаправленных геологоразведочных работ. Так, например, анализ геологического строения и газоносности северного борта Бахмутской котловины, выполненный в УкрНИИГаз, показал, что из трех структурных этажей (палеозойского, мезозойского и кайнозойского) потенциально газоносным является палеозойский [23].

Палеозойский этаж Донбасса состоит из отложений пермской, каменноугольной и девонской систем. Пермская система представлена нижним отделом в составе ассельского и сакмарского ярусов. Каменноугольная система представлена в полном объеме и представляет собой непрерывный разрез в основном угленосной толщ. Отложения девонской системы залегают на больших глубинах (обычно более 5 км) и выходят на поверхность в виде узкой полосы на юго-западной окраине Донбасса [24].

Полученные результаты анализа возможных участков геологического хранения CO₂ были объединены в одну ГИС хранилищ CO₂ (рис. 5), которая размещена на веб-сайте проекта и где показаны: Девонские соляные штоки; Пермские соленосные отложения; Каменноугольные угленосные отложения; Граница девонских соленых водоносных горизонтов; Южная граница распространения палеозойских осадочных отложений; Днепровско-Донецкий газо- и нефтеносный бассейн и Донецкий каменноугольный бассейн.

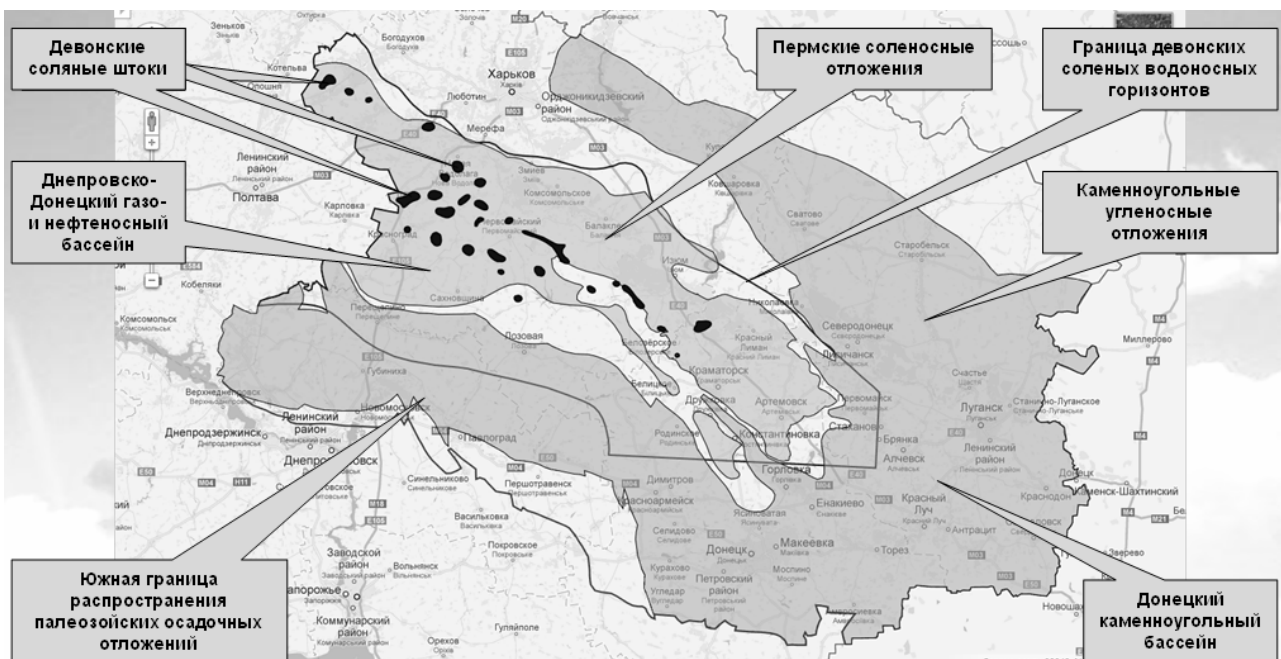


Рис. 5. ГИС возможных участков геологического хранения CO₂ на востоке Украины.

Критерии процесса хранения CO₂

Важным моментом в оценке возможностей геологического хранения CO₂ в любом бассейне является определение количественных значений критериев процесса хранения. Такими критериями являются:

- 1.1. Коллекторские и газоемкостные параметры пород.
- 1.2. Проницаемость газоизоляционной кровли.
- 1.3. Максимальная и минимальная глубина хранения CO₂.

Рассмотрим эти критерии более подробно.

1.1. Основными параметрами коллекторских и газоемкостных свойств песчаников являются: открытая пористость, степень заполнения пор газом, влажность, проницаемость. Открытая пористость характеризует емкость песчаника, доступную флюидам, и не отражает характера флюида. Можно сказать, что открытую пористость в отдельности можно использовать лишь в теоретических идеальных случаях, когда поровое пространство породы не заполнено водой и газом. В реальности на коллекторские свойства песчаников влияют и другие многочисленные факторы. Так, например, метановая газоносность песчаников находится в сильной зависимости от их влажности (обводненности) [25]. Средние значения открытой пористости песчаников Донбасса в разных районах варьируются в пределах 2-10% и зависят от размеров породообразующих зерен, степени их окатанности, стадии катагенеза, степени уплотнения.

Результаты исследований по некоторым шахтам Донбасса показывают, что степенью заполнения пор газом выше 50% (промышленная метановая газоносность) обладают песчаники с влажностью менее 2% и открытой пористостью в пределах 7-11% [25].

Открытая пористость песчаников верхнего карбона в бортовых частях Бахмутской и Кальмиус-Торецкой котловин составляет от 10-13 до 20-22% [24].

Необходимо отметить, что коллекторские свойства песчаников и других терригенных пород Донбасса в отношении углекислого газа пока остаются неизученными. Неизвестно, как будут зависеть CO₂-емкостные свойства песчаников от вышеперечисленных параметров. Для оценки CO₂-емкостных потенциалов песчаников Донбасса необходимо провести комплекс экспериментальных исследований.

Одним из их ключевых газоемкостных параметров пород является пористость, которая определяется как отношение объема пор ко всему объему породы. В связи с отсутствием возможности специального взятия образцов из потенциальных участков, пригодных для хранения CO₂, были использованы образцы, которые ранее брались для других целей из осадочных отложений Донбасса, но имеющие близкое местонахождение к потенциальным участкам хранения CO₂ и относящиеся к соответствующим горизонтам. Поэтому для исследований пористости были использованы образцы песчаника (табл. 1), взятые из скважин, пробуренных в пределах Беляевского купола вблизи с. Беляевка, Первомайского района, Харьковской области.

Таблица 1

Параметры образцов песчаника для определения пористости

Номер образца	1	2	3	4
Номер скважины	8	5	31	10
Глубина скважины, м	210	323	349	343

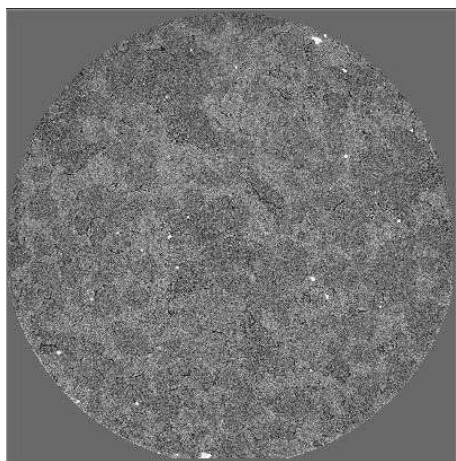
Для исследований были выбраны образцы пород в форме цилиндров высотой 20 мм и диаметром 8 мм. Предварительные оценки пористости были получены методом рентгеновской компьютерной томографии. Эти исследования проводились в Европейском Центре Синхротронного Излучения, Grenoble (France). Затем полученные данные обрабатывались функциями программного обеспечения Avizo Fire для 4-х образцов при двукратном и десятикратном увеличении.

Для вычисления объема пористости выполнялись следующие действия: убирался «шум»; удалялся матричный материал (порода) и оставлялись только поры; выполнялось трехмерное восстановление пор и подсчет объема пор.

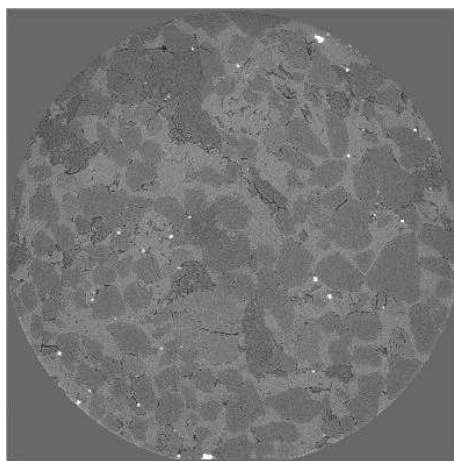
Для устранения «шума» необходимо было отфильтровать изображение (рис. 6). В данной программе существует различные варианты фильтров. В данном случае, выбор осуществлялся между двумя фильтрами: Edge-preserving и Median.

На первый взгляд, может показаться, что данные, обработанные фильтром Edge-preserving, более сглаженные, однако, при ближайшем рассмотрении, видно, что границы пор размыты (что приводит к потере некоторых данных), а также появляются дополнительные вкрапления. Поэтому предпочтение было отдано фильтру Median. На рис. 6 представлены для сравнения оригинальные данные (а) и данные, отфильтрованные с помощью фильтра Median (б).

Далее необходимо удалить матричный материал (порода), оставляя только поры. Для этого используется функция Thresholding (пороговая классификация). На рис. 7 показаны поры, выделенные из общего массива данных, для образцов 1 и 2 соответственно (при десятикратном увеличении).

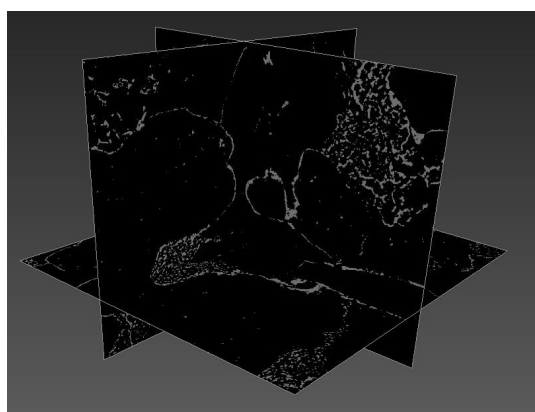


а) Оригинальные данные

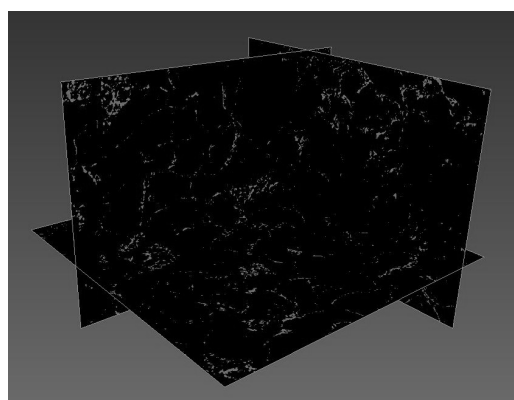


б) Данные, обработанные фильтром Median

Рис. 6. Пример фильтрации данных.



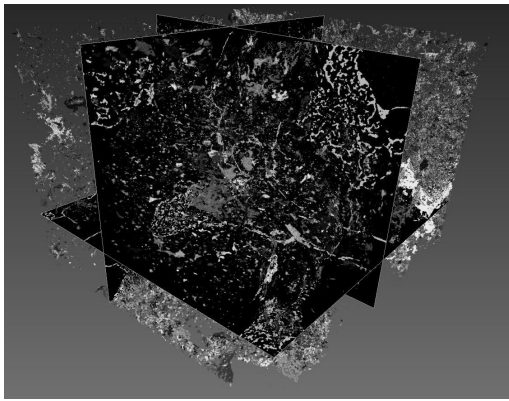
а) Образец 1.



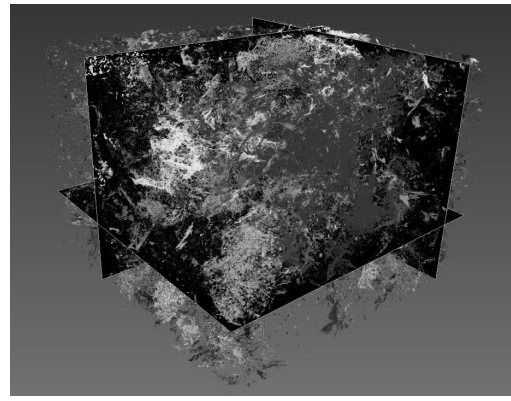
б) Образец 2.

Рис. 7. Результат использования функции Thresholding.

С помощью функции I_analyze производятся расчеты количества и объема пор. После чего в объемном изображении мы можем видеть прорисовку всех пор, где каждым отдельным цветом (оттенком серого) показаны цельные поры – кластеры взаимосвязанных пор, в которых может храниться CO_2 в сверхкритическом состоянии (рис. 8-9).



а) Образец 1.



б) Образец 2.

Рис. 8. Процесс расчета объемного восстановления пор.

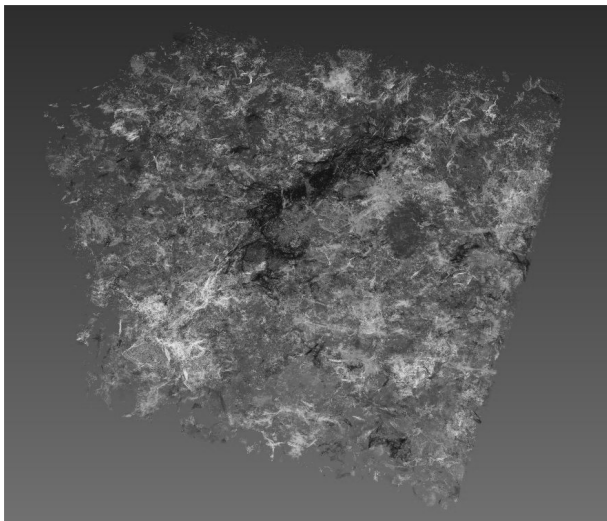
Суммируя объемы всех пор и учитывая значение объема образца, можно определить относительный объем пор (табл. 2), то есть пористость.

Таблица 2

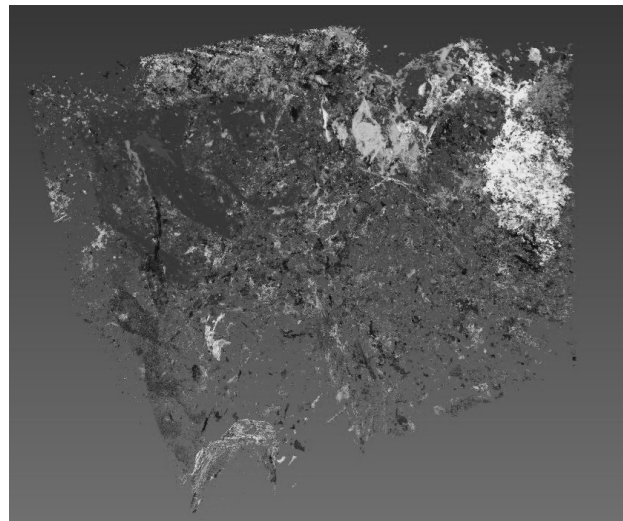
Статистика определения пористости

Номер образца	Увеличение	Минимальный объем пор, м ³	Максимальный объем пор, м ³	Среднее значение, м ³	Медианное значение, м ³	Среднеквадратичное отклонение	Относительный объем пор, %
1	2	2,18861E-17	4,59834E-11	1,42973E-15	8,75446E-17	8,46907E-14	0,01381
1	10	1,75089E-19	7,13294E-12	1,06747E-16	2,10106E-18	2,32723E-14	0,03206
2	2	2,18861E-17	1,50799E-11	1,62297E-15	1,53203E-16	4,24641E-14	0,01389
2	10	1,75089E-19	9,21765E-13	6,33780E-17	5,42775E-18	3,04981E-15	0,02661
3	10	1,75616E-19	2,28021E-12	7,96444E-17	2,10739E-18	7,75357E-15	0,02503
4	2	2,18861E-17	1,00121E-11	3,68775E-16	4,37721E-17	1,38530E-14	0,01350
4	10	1,75089E-19	2,10844E-12	4,05574E-17	5,25266E-19	5,11583E-15	0,01751

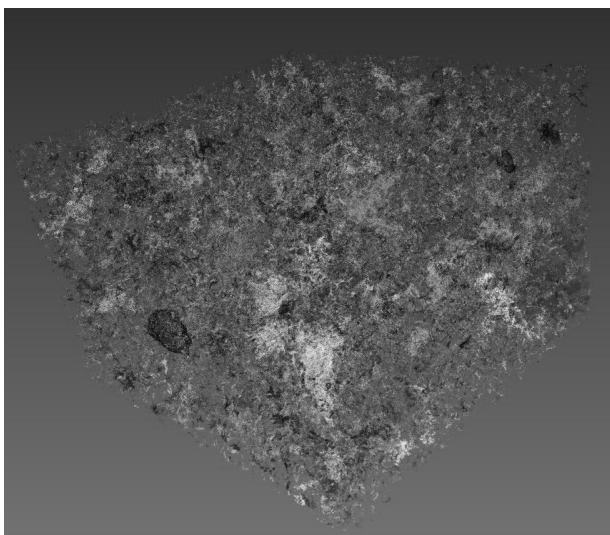
На рис. 9 представлены результаты объемного восстановления пор для четырех образцов при различных увеличениях.



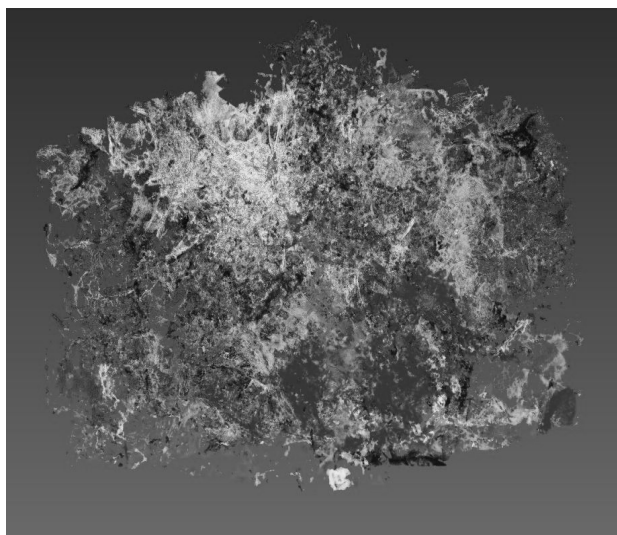
а) Образец 1 (двукратное увеличение).



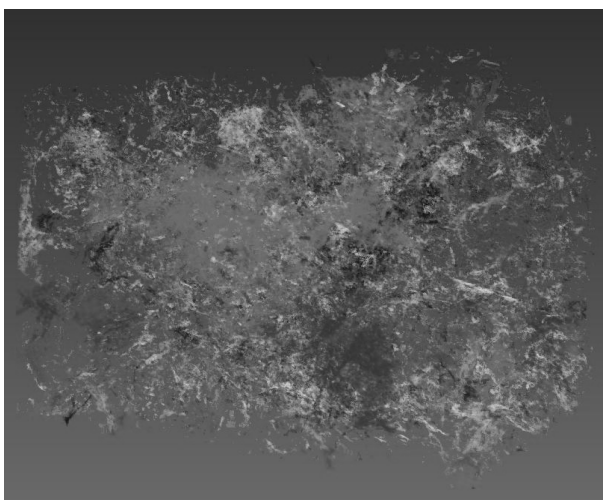
б) Образец 1 (десятикратное увеличение).



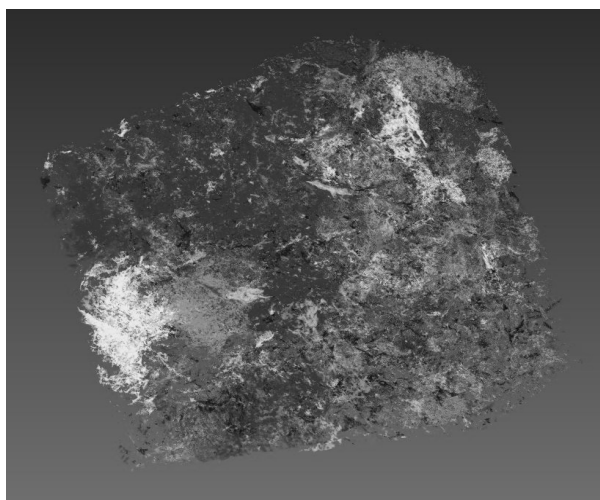
в) Образец 2 (двукратное увеличение).



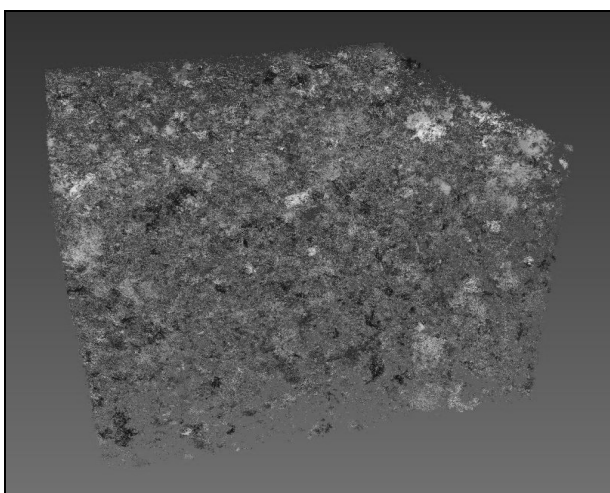
г) Образец 2 (десятикратное увеличение).



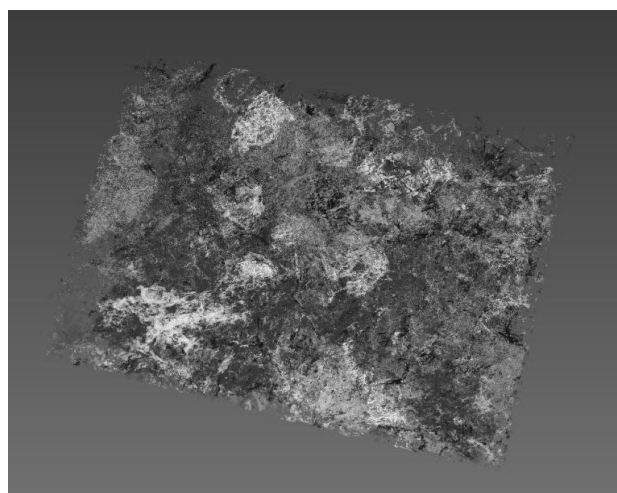
д) Образец 3 (двукратное увеличение).



е) Образец 3 (десятикратное увеличение).



ё) Образец 4 (двукратное увеличение).



ж) Образец 4 (десятикратное увеличение).

Рис. 9. Результаты объемного восстановления пор.

Полученные значения пористости образцов (около 3%), взятых из скважин, пробуренных в пределах Беляевского купола вблизи с. Беляевка, Первомайского района, Харьковской области, и обработанные с использованием программного обеспечения Avizo Fire, при двукратном и десятикратном увеличении, позволяют сделать вывод о перспективности использования осадочных отложений Донбасса для долговременного хранения CO₂.

1.2. Проницаемость крыши определяется не только физическими свойствами слагающих пород, но также и её целостностью. В случае нарушения пластов геологическими разломами их газоизоляционные свойства значительно снижаются.

1.3. Минимальная глубина хранения CO₂ определяется давлением и температурой, при которых CO₂ переходит в жидкую фазу, и составляет примерно 800 м. Плотность CO₂ при этих условиях будет находиться в пределах 50-80% от плотности воды, что сопоставимо с плотностью некоторых видов сырой нефти [5]. Это ограничение задает минимальную глубину залегания горизонтов коллекторов и совместно с другими критериями должно использоваться при определении перспективных участков для хранения CO₂.

Однако следует учитывать, что это значение было получено в бассейнах с иными горно-геологическими условиями, и в Донецком бассейне глубина с сопоставимыми термобарическими параметрами может быть другая. Максимальная глубина залегания коллектора определяется экономической рентабельностью и технологическими возможностями.

Варианты процессов нагнетания и хранения CO₂

Среди возможных вариантов реализации процесса нагнетания и последующего хранения CO₂ в Донбассе предлагаются:

2.1. Нагнетание CO₂ в негазоносные горизонты, обладающие свойствами коллекторов.

2.2. Нагнетание CO₂ в неразрабатываемые угольные пласты и вмещающие угленосные породы для повышенного извлечения угольного метана (ПИМ).

2.3. Нагнетание CO₂ в отработанные нефтегазоносные коллекторы.

Рассмотрим каждый из этих вариантов более подробно.

2.1. В осадочной толще верхнего палеозоя Донбасса известны горизонты, обладающие хорошими коллекторскими свойствами, но не обладающие газоносностью. Эти горизонты теоретически могут быть использованы в качестве коллекторов CO₂.

2.2. На данный момент принимается, что промышленной газоносностью обладают породы со степенью заполнения пор газом более 50%. Добывать газ из коллекторов с более низкими показателями газоносности экономически не выгодно, однако эта оценка может измениться в будущем при появлении новых технологий.

Одной из таких технологий является повышение извлечения метана (ПИМ) путем его вытеснения из углей и вмещающих горных пород нагнетаемым через скважины сжатым CO₂ [5]. При этом решаются две важные задачи: повышение дебита природного газа-метана и утилизация CO₂. В случае экономической рентабельности процесса непромышленные газовые проявления (со степенью заполнения пор газом менее 50%) могут котироваться как месторождения.

Нижний предел газоносности для таких месторождений будет определяться рентабельностью их разработки с применением ПИМ. В условиях Донбасса потенциальным регионом для изучения возможности ПИМ являются Западный и Южный Донбасс, а также Красноармейский угленосный район в их границах, где отсутствуют горные выработки.

При разработке газовых месторождений угольных бассейнов со временем также неизбежно их истощение и прекращение добычи. При этом доля газа, оставшегося в коллекторе, может быть достаточно велика. Повышение дебита метана истощенных горизонтов с применением ПИМ может продлить срок их эксплуатации и повысить извлечение газа.

2.3. Полностью отработанные горизонты часто используются в качестве временных хранилищ природного газа. Такие хранилища могут использоваться для долговременного

хранения CO₂. Учитывая то, что разработка метана из угольных месторождений Донбасса находится на начальной стадии, реализация этого варианта возможна в будущем при высоком уровне развития метанодобывающей отрасли в регионе.

Варианты 2.1 и 2.2 являются актуальными на данный момент, особенно учитывая то, что в Донбассе известны горизонты песчаников со значительными запасами газа, не являющимися промышленными, а также песчаников и алевролитов, не обладающих высокой метановой газоносностью.

Согласно новейшим данным общий газоносный потенциал только одной Бахмутской котловины может достигать до 200 млрд. м³ природного газа [23], в связи с чем ПИМ является одним из самых перспективных направлений геологического хранения CO₂ в окраинных частях Донбасса.

Рекомендации по выделению участков хранения CO₂

Предлагается следующая последовательность действий при выделении перспективных участков размещения геологических участков долговременного хранения CO₂ на территории востока Украины:

3.1. Выделение площадей, в разрезе которых присутствуют породы – коллекторы (песчаники и алевролиты), залегающие на глубинах 800 м и более, перекрытые изолирующей толщей пород.

3.2. Построение литологических колонок с выделением перспективных горизонтов – коллекторов.

3.3. Построение карт поверхности выделенных горизонтов; оконтуривание площадей горизонтов, залегающих ниже глубины 800 м.

3.4. Нанесение на карту контуров шахтных полей, площадей месторождений, подземных горных выработок, геологоразведочных и эксплуатационных скважин и всех имеющихся структурных элементов (тектонических нарушений, соляных штоков, интрузивных тел и др.).

3.5. Анализ полученных данных, оконтуривание перспективных участков.

Далее следует этап, включающий аналитические исследования коллекторских свойств каждого горизонта на разных глубинах, минералого-петрографические анализы пород, слагающих горизонт, изучение гидродинамических, гидрогеологических и структурно-тектонических особенностей всей толщи до глубины предполагаемого хранения. На основании этих данных можно проводить подсчет емкости коллекторов.

Только после того, как будет выполнен полный комплекс исследований, сделаны выводы о пригодности выделенных горизонтов для долговременного хранения CO₂, а главное – заключения экологических служб о безопасности процесса закачивания и хранения CO₂ для окружающей среды и людей, можно будет переходить к этапу подготовки экспериментальных исследований.

Исходя из результатов зарубежных работ по геологическому хранению CO₂ и особенностей геологического строения Донецкого бассейна, предлагаются районы (Новомосковский, Петриковский, Лозовской, Старобельский и Северо-западные окраины Донбасса) для дальнейшего изучения их потенциала геологического хранения CO₂.

В Донецком бассейне, в том числе в Бахмутской и Кальмиус-Торецкой котловинах, есть участки, осложненные многочисленными тектоническими нарушениями, которые нарушают целостность горного массива и газонепроницаемой покрывки, создают возможность миграции жидких и газообразных веществ к поверхности земли.

Кроме тектонических нарушений в северо-западной части Бахмутской котловины развиты соляно-купольные структуры девонского возраста, которые прорывают вышележащие отложения палеозоя и мезозоя и в комплексе с тектоническими нарушениями также служат зонами миграции жидких и газообразных веществ к поверхности земли.

В связи с этим дальнейшие количественные оценки возможностей геологического хранения CO_2 в Донбассе следует проводить с учетом тщательного анализа их структурно-тектонического строения.

Суммируя результаты всех этих предварительных исследований [26-41], которые основаны на информации из открытых источников, была построена географическая схема расположения кластеров источников эмиссии CO_2 , участков возможного геологического хранения сверхкритического CO_2 и ориентировочные направления транспортировки CO_2 от источников эмиссии к резервуарам хранения (рис. 10), где штрихованными овалами отмечены условные кластеры источников CO_2 , от которых стрелками указаны ориентировочные направления транспортировки CO_2 к предполагаемым участкам хранения – штрихпунктирным овалам.

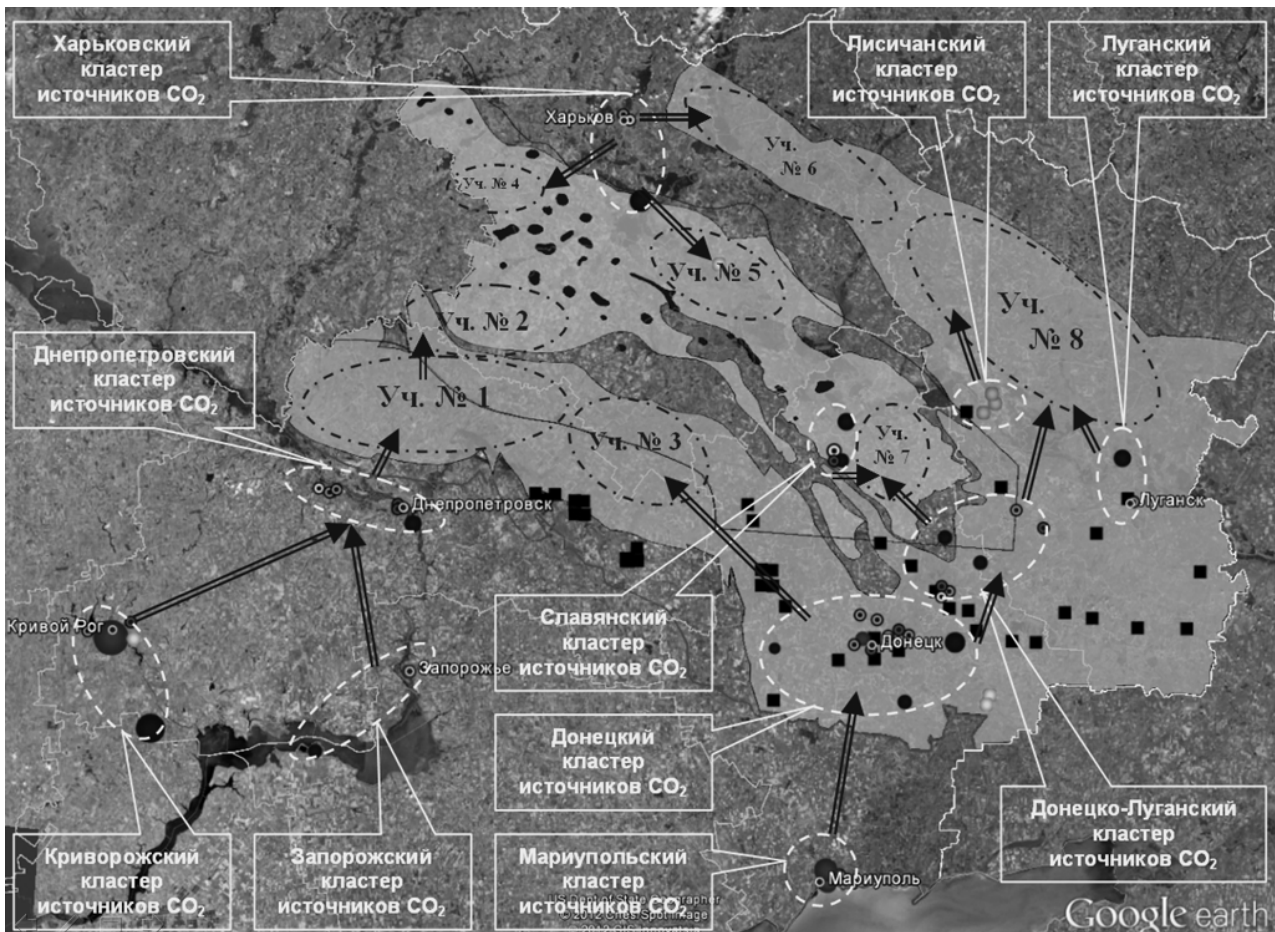


Рис. 10. Географическая схема расположения кластеров источников эмиссии CO_2 , участков возможного геологического хранения сверхкритического CO_2 и ориентировочные направления транспортировки CO_2 от источников эмиссии к резервуарам геологического хранения.

Также черными квадратами показаны места расположения действующих угольных шахт [16], вблизи которых принципиально нельзя размещать резервуары хранения CO_2 . В связи с этим необходимо также провести прогноз всех возможностей миграции CO_2 и предотвращения его проникания в горные выработки. Первичным методом мониторинга утечек CO_2 обычно выбирается реакция растений на повышение концентрации CO_2 в почве и приземном слое атмосфере [31]. Более конкретные границы участков хранения и пути транспортировки CO_2 определяются после тщательного изучения геологических, экологических и социальных условий Донбасса.

Выводы

На основании вышеизложенного материала был составлен следующий перечень первостепенных задач, которые необходимо решить для количественной оценки возможностей геологического хранения CO₂ в Донбассе:

1. Определение количественных значений критериев процесса геологического хранения CO₂ с учетом горно-геологических и гидрогеологических условий геологических районов Донбасса и его окраин.

2. Выделение наиболее перспективных участков – потенциальных полигонов для пилотного проекта по геологическому хранению CO₂.

3. Выполнение геохимического, структурно-тектонического и гидрогеологического анализов перспективных участков с целью определения количественных величин фильтрационно-емкостных параметров осадочных пород и выделения газовых ловушек – потенциальных резервуаров CO₂.

4. Анализ и обобщение полученных результатов, выделение эффективных горизонтов-коллекторов в границах перспективных участков и подсчет их емкостного CO₂-потенциала путем определения пористости пород, выбранных для хранения, методом рентгеновской томографии на синхротроне.

Благодарности

Европейскую Комиссию за финансовую поддержку этого исследования по грантовому контракту № DCI/ENV 2010/243-865 от 29.12.2010 г., а также проф. Д. К. Дисте (Университет г. Осло, Норвегия) и его сотрудников за помощь в подготовке и исследовании образцов.

Список литературы

1. Climate Change: The IPCC Response Strategies. – World Meteorological Organization / United Nations Environment Program: Intergovernmental Panel on Climate Change, 1990. – 332 p.
2. Доклад о мировом развитии – 2010: Развитие и изменение климата. – Международный банк реконструкции и развития / Всемирный банк, 2010. – 40 с.
3. *Stern N.* The Economics of Climate Change: The Stern Review / Nicholas Stern. – Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2007. – 662 p.
4. Impact of the financial crisis on carbon economics: Version 2.1 of the Global Greenhouse Gas Abatement Cost Curve. – McKinsey & Company, 2010. – 14 p.
5. Специальный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата – Улавливание и хранение двуокиси углерода: Резюме для лиц, определяющих политику и Техническое резюме. – МГЭИК, 2005. – 58 с.
6. Обзор технологий улавливания и хранения углерода: возможности, препятствия, экономические аспекты и роль, рекомендуемая для ЕЭК ООН. – Организация объединенных наций / Европейская экономическая комиссия / Комитет по устойчивой энергетике (ECE/ENERGY/2006/5), 2006. – 27 с.
7. Technology Roadmap – Carbon capture and storage. – International Energy Agency, 2010. – 52 p.
8. Национальный кадастр антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов в Украине за 1990-2010 гг. – К.: Государственное агентство экологических инвестиций Украины, 2012. – 729 с.
9. Енергетична стратегія України на період до 2030 року / Схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 15 березня 2006 р. № 145-р. – 129 с.
10. Trends in global CO₂ emission: 2012 Report. – Netherlands Environmental Assessment Agency, 2012. – 40 p.
11. Статистичний щорічник України за 2010 рік [За ред. О. Г. Осауленка]. – К.: Державна служба статистики України, 2011. – 560 с.
12. Довкілля України: Статистичний збірник – 2010 [За ред. Н. С. Власенко] – К.: Державна служба статистики України, 2011. – 205 с.
13. IEA – International Energy Agency. – [Electronic resource]. Mode of access:

<http://www.iea.org>.

14. BELLONA – The Bellona Foundation. – [Electronic resource]. Mode of access: <http://bellona.org>.

15. CARMA – Carbon Monitoring for Action. – [Electronic resource]. Mode of access: <http://carma.org>.

16. DTEK Holdings В. V. (ООО «ДТЭК» – «Донбасская топливно-энергетическая компания»). – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dtek.com>.

17. Project «Low-Carbon Opportunities for Industrial Regions of Ukraine (LCOIR-UA)». – [Electronic resource]. Mode of access: <http://www.lcoir-ua.eu>.

18. National Joint Stock Company «Energy Company of Ukraine» (НАК «Енергетична компанія України»). – [Electronic resource]. Mode of access: – <http://www.ecu.gov.ua>.

19. Gunter W. D. CO₂ Storage and enhanced methane production: field testing at Fenn-Big Valley / W. D. Gunter, M. J. Mavor, J. R. Robinson // University of Regina, Alberta, Canada. – [Electronic resource]. Mode of access: <http://uregina.ca>.

20. CO₂GeoNet – The European Network of Excellence on the Geological Storage of CO₂. – [Electronic resource]. Mode of access: <http://www.co2geonet.eu>.

21. EA Weyburn CO₂ Monitoring and Storage Project Weyburn, Saskatchewan, Canada. – [Electronic resource]. Mode of access: <http://www.netl.doe.gov>.

22. Горяйов С. Оценка перспектив газоносности новых литологических ловушек на северном борту Бахмутской котловины / С. Горяйов, М. Лакоба, С. Павлов // Геолог Украины. – 2011. – № 2 (34) . – С. 99–102.

23. Жикаляк М. Неосвоенные газовые ресурсы песчаников Донбасса с низкой проницаемостью / М. Жикаляк // Геолог Украины. – 2011. – № 2 (34) . – С. 103–107.

24. Шкуро Л. Л. Оценка газоносности песчаников в горных выработках, с учетом показателей пористости и влажности / Л. Л. Шкуро, Г. Н. Горбачева // Геотехническая механика. – 2010. – № 88. – С. 118–123.

25. Баранов В. А. Влияние структуры на пористость песчаников Донбасса / В. А. Баранов // Геотехническая механика. – 2010. – № 88. – С. 70–76.

26. Shestavin M. S. New Ukraine-French Project «Low-Carbon Opportunities for Industrial Regions of Ukraine» (LCOIR-UA) / M. S. Shestavin, A. P. Leynet // The Proceedings of the International Conference on Carbon Reduction Technologies – CaReTECH2011, Poland, Polish Jurassic Highland, September 19–22, 2011. – Poland, Gliwice: Silesian University of Technology, 2011. – P. 167–168.

27. Шеставин Н. С. Проект «Низко-углеродные возможности для промышленных регионов Украины (LCOIR-UA)» / Н. С. Шеставин // Проблемы адаптации к изменению климата: постер для междунар. науч. конф. (Москва, 7–9 ноября 2011 г.). – 1 с.

28. Беспалова С. В. Низько-вуглецеві можливості для індустріальних регіонів України: адаптація європейського досвіду / С. В. Беспалова, М. С. Шеставін // Охорона навколишнього середовища промислових регіонів як умова сталого розвитку України: зб. статей VII Всеукр. наук.-практ. конф. (Запоріжжя, 15 грудня 2011 р.). – Запоріжжя: Вид-во ЗДІА, 2011. – С. 28–32.

29. Жикаляк Н. В. Геологические перспективы хранения CO₂ в палеозойских осадочных отложениях Донбасса / Н. В. Жикаляк, В. В. Осетров // Екологія промислового регіону: зб. доп. нац. екол. форуму. – Донецьк: ДП «Донецький екологічний інститут», 2012. – Т. 1. – С. 50–53.

30. Бескровная М. В. Перспективы улавливания и геологического хранения CO₂ в Донбассе / М. В. Бескровная, В. В. Осетров, Н. С. Шеставин // Екологія промислового регіону: зб. доп. нац. екол. форуму. – Донецьк: ДП «Донецький екологічний інститут», 2012. – Т. 1. – С. 105–106.

31. Сафонов А. И. Использование растительных организмов для диагностики концентрации углекислого газа в природных средах / А. И. Сафонов // Екологія промислового регіону: зб. доп. нац. екол. форуму. – Донецьк: ДП «Донецький екологічний

інститут», 2012. – Т. 2. – С. 173–174.

32. *Bezkravna M.* Project «Low-Carbon Opportunities for Industrial Regions of Ukraine (LCOIR-UA)» / *M. Bezkravna* // Poster for 7th CO₂GeoNet Open Forum «EU research programmes and international research cooperation», Italy, Venice, April 17–19, 2012. – 1 p.

33. *Шеставин Н. С.* Архитектурно-экологический проект «Воздушный террикон» / *Н. С. Шеставин* // Экология промышленного региона: постер для выставки на нац. экол. форуме (Донецк, 23-24 мая 2012 г.). – 1 с.

34. *Бескровная М. В.* Применение геоинформационных систем для инвентаризации источников загрязнения и участков хранения диоксида углерода / *М. В. Бескровная, В. В. Осетров, Н. С. Шеставин* // Вісник Запорізького нац. ун-ту. Біол. науки: зб. наук. праць. – Запоріжжя: Вид-во ЗНУ, 2012. – № 2. – С. 104–108.

35. *Беспалова С. В.* Улавливание и геологическое хранение диоксида углерода как перспектива для энергетики Украины / *С. В. Беспалова, Н. В. Жикаляк, В. В. Осетров, Н. С. Шеставин* // Современная наука: исследования, идеи, результаты, технологии: сб. науч. статей. – К.: «НПВК Триакон», 2012. – Вып. 3 (11). – С. 107–113.

36. *Беспалова С. В.* Оценка возможностей улавливания и хранения CO₂ в палеозойских осадочных отложениях Донбасса / *С. В. Беспалова, Н. В. Жикаляк, В. В. Осетров, Н. С. Шеставин* // Современные проблемы литологии осадочных бассейнов Украины и сопредельных территорий: сб. матер. междунар. науч. конф. (Киев, 8–13 октября 2012 г.). – К.: Ин-т геол. наук НАН Украины, 2012. – С. 18.

37. *Shestavin M. S.* Capabilities Sequestration Anthropogenic Emissions from Low Fugitive Sources / *M. S. Shestavin* // Materials digest of the XXXII International Scientific and Practical Conference «Models and methods of solving formal and applied scientific issues in physico-mathematical, technical and chemical research» (United Kingdom, London, September 20–25, 2012). – London: International Academy of Science and Higher Education, 2012. – P. 65–67.

38. *Savkevych O.* Critical Comparison of «Green Growth» and «Carbon Footprint» Theories: Analysis of Low-Carbon Innovations Implementation Practice as a Tool for Climate Stabilization / *O. Savkevych, M. Shestavin, S. Bepalova* // Program Brochure of the Euroacademia Global Forum of Critical Studies: Asking Big Questions Again (Czech Republic, Prague, December 13-15, 2012). – Paris: Euroacademia, 2012. – P. 18.

39. *Shestavin M. S.* Preliminary Assessment of the Potential CO₂ Sources and Sinks of the Eastern Ukraine / *M. S. Shestavin, M. V. Bezkravna, V. V. Osetrov, V. V. Yurchenko* // Proceedings of the Virtual International Conference on Advanced Research in Scientific Fields 2012: Slovakia, Bratislava, December 3-7, 2012 (in print).

40. *Жикаляк Н. В.* Оценка потенциала хранения CO₂ в палеозойских осадочных отложениях Донбасса / *Н. В. Жикаляк, В. В. Осетров, Н. С. Шеставин* // Зб. наук. праць Ін-ту геол. наук НАН України. – 2012. – Вип. 5 (у друку).

41. *Осетров В. В.* Оценка возможностей геологического хранения CO₂ в осадочных отложениях Донбасса / *В. В. Осетров, Н. С. Шеставин, В. В. Юрченко* // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Сер. «Естественные и технические науки». – 2012. – Вып. 6 (в печати).

***Беспалова С. В., Шеставин М. С.* Оцінка можливостей впровадження низьковуглецевих відкритих інновацій в промислових регіонах України.** – Проведені дослідження потенціалу емісії і поглинання CO₂ у східних областях України. Створені географічні інформаційні системи для основних джерел емісії CO₂, для можливих ділянок геологічного зберігання CO₂ і для перспективних напрямків транспортування CO₂ від кластерів підприємств до сховищ.

Ключові слова: CO₂, емісія, геологічне зберігання, транспортування, ГІС, відкриті інновації.

***Bespalova S. V., Shestavin M. S.* Assessing of introduction opportunities of low carbon open innovations in industrial regions of Ukraine.** – Researched emission and absorption of CO₂ potential in the eastern regions of Ukraine. Geographic information systems created on the major sources of CO₂ emission, possible sites of CO₂ geological storage and the prospective directions of CO₂ transport from cluster enterprises to storages.

Key words: CO₂, emission, geological storage, transportation, GIS, open innovation.

УДК 504 : 57.08

© С. В. Беспалова, О. В. Федотов

БІОТЕСТУВАННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ З ВИКОРИСТАННЯМ БАЗИДІОМІЦЕТІВ

Донецький національний університет; 83050, м. Донецьк, вул. Щорса, 46
e-mail: bio.graff@yandex.ua

Беспалова С. В., Федотов О. В. Біотестування атмосферного повітря урбанізованих територій з використанням базидіоміцетів. – Проаналізовано численні літературні дані з питань використання мікологічних об'єктів у біоіндикації та біомоніторингу екологічного стану довкілля. Доводиться, що ці напрямки взаємопов'язані та є складовими однієї проблеми, вирішення якої буде сприяти збереженню та відновленню антропогенно порушених екосистем. Розглянуто результати біотестування атмосферного повітря урбанізованих територій з використанням базидіоміцетів *Flammulina velutipes* і *Pleurotus ostreatus* з різних моніторингових точок. Результати дослідження підтверджують загально біологічну закономірність про те, що будь-який організм під час впливу на нього нового фактору зовнішнього середовища чи при освоєнні нової еконіши або є резистентний, або, як правило, адаптується, набуваючи при цьому властивості та зміну норм реакції, що досягається за рахунок варіабельності онтогенетичних і фізіологічних властивостей. Виявлені адаптаційні перебудови скоріше за все ведуть і до формування мікобіоти урбанізованих систем цих міст. Як наслідок отримані результати з інтенсивності процесів перекисного окислення ліпідів карпофорів доводять, що базидіоміцети *Flammulina velutipes* і *Pleurotus ostreatus* можуть бути застосовані як індикатори стану довкілля чи наявності певних поллютантів у середовищі, що аналізується. Обґрунтовується перспективність використання в біотестуванні навколишнього середовища новітніх методів і приладів із фіксацією хемілюмінесценції, оскільки реакції вільних радикалів та антиоксидантного захисту в живих системах, інтенсивність яких змінюється під впливом різноманітних факторів, супроводжуються слабким світінням.

Ключові слова: біотестування, урбанізовані території, базидіоміцети, карпофор, перекисне окислення ліпідів.

Вступ

Результати моніторингових досліджень території Донбасу показують, що забруднення атмосферного повітря є однією з найбільш серйозних екологічних проблем багатьох промислових міст регіону. Вплив забруднення повітря на здоров'я людини проявляється через зростання та атипичний розвиток захворюваності та як наслідок скорочення середньої тривалості життя.

Хоча останнім часом спостерігається тенденція до зниження валових викидів шкідливих речовин промисловими підприємствами, проте рівень забруднення атмосферного повітря залишається ще порівняно високим. Аналіз таких даних для м. Донецька показує, що за останні 10 років загальні валові викиди шкідливих речовин промислових підприємств знизилися на 32%, а викиди транспорту зросли на 76%. У разі збереження існуючих тенденцій кількість викидів шкідливих речовин від пересувних джерел до 2020 р. перевищить відповідну кількість викидів від стаціонарних джерел. У цьому випадку валова кількість викидів по місту зросте на 30-40% і може скласти від 280 до 300 тис. тонн на рік. Аналогічні тенденції відмічаються і в інших містах регіону: зростання рівня забруднення атмосфери переважно за рахунок збільшення вмісту в повітрі діоксиду азоту, формальдегіду, аміаку, фенольних речовин, діоксиду сірки, пилу та інших поллютантів.

Основна мета моніторингу атмосферного повітря – спостереження за його якістю, оцінка, прогноз і виявлення тенденцій зміни стану атмосфери для попередження негативних ситуацій, що загрожують здоров'ю людей і навколишньому середовищу. Сучасною тенденцією розвитку екологічного контролю довкілля є біотичний підхід, що доповнює хімічний аналіз навколишнього середовища. Це дозволяє фіксувати стан і прогнозувати розвиток різних компонентів біоти та екосистеми в цілому. Отже, завданнями екологічного контролю є пристосування біологічних методів і відбір інформативних біологічних об'єктів і показників. Найважливішою складовою частиною екологічного моніторингу навколишнього природного середовища є біомоніторинг – система спостережень, оцінки та прогнозу різноманітних змін у біоті, викликаних чинниками антропогенного походження. Біомоніторинг уможливорює пряму оцінку якості середовища та є одним з рівнів

послідовного процесу вивчення стану екосистем [6, 10, 22].

Головними етапами розробки систем біологічного моніторингу є добір придатних природних об'єктів і створення біотехнологій аналізу, спроможних із достатньо великою точністю виявляти «відгук» організму біоіндикатору на забруднення середовища, у якому він знаходиться, визначення регламенту, узгодження методик, проектування й експлуатація мережі моніторингу. Методами біоіндикації і біотестування визначається наявність у навколишньому середовищі того або іншого забруднювача, а також аналізується стан визначених організмів, найбільше чутливих до зміни екологічних умов, тобто виявлення і визначення біологічно значущих антропогенних навантажень на основі реакції на них живих організмів чи їх угруповань.

Отже, застосування біологічних методів для оцінки екологічного стану середовища має метою виділення біологічних видів, що чутливо реагують на той або інший тип впливу зовнішнього середовища. Методами біоіндикації з використанням індикаторних організмів у визначених умовах може здійснюватися якісна та кількісна оцінка ефекту антропогенного та природного впливу на навколишнє середовище, яка не містить визначення ступеня забруднення. Біологічні методи біоіндикації визначають або допомагають діагностувати негативні зміни в природному середовищі при різних концентраціях різноманітних речовин, які його забруднюють [10, 17].

При цьому використовувані біологічні види – біоіндикатори повинні задовольняти низці вимог. Це повинні бути види, характерні для природної зони, де проводиться біомоніторинг. Біологія цих видів-індикаторів повинна бути добре вивчена. Організми-монітори повинні бути поширені всюди на всій досліджуваній території та мати чітко виражену кількісну та якісну реакцію на відхилення властивостей середовища від екологічної норми [6, 10].

За допомогою біоіндикаторів можливо провести наступні дослідження. Перш за все вони дозволяють виявити місця скупчень в екологічних системах різноманітного роду забруднень і простежити швидкість змін, що відбуваються в навколишньому середовищі. За ступенем реакції біоіндикаторів можна судити про рівень шкідливості тих або інших речовин для живої природи, а за умови тривалих спостережень прогнозувати подальший розвиток обраної екосистеми [17].

Перевагою методів біоіндикації і біотестування перед фізико-хімічними методами є інтегральний характер відповідних реакцій організмів. Крім того, вони підсумовують усі без винятку біологічно важливі дані про стан навколишнього середовища та характеризують його в цілому. Ці методи виявляють наявність у навколишньому природному середовищі комплексу забруднювачів, а в умовах хронічного антропогенного навантаження види-біоіндикатори можуть реагувати на дуже слабкі впливи в силу акумуляції дози. Вони фіксують швидкість змін, що відбуваються в навколишньому середовищі, та вказують шлях і місця скупчень різноманітного роду забруднень в екологічних системах і можливі шляхи потрапляння цих речовин в організм людини [10, 17].

Представники біоти, що є високочутливими до антропогенного забруднення, є організмами-індикаторами, які використовуються для ідентифікації змін у навколишньому середовищі, зумовлених дією суміші забруднювачів. Особливу значущість має та обставина, що біоіндикатори відбивають ступінь небезпеки відповідного стану навколишнього середовища для всіх живих організмів, у тому числі для людини.

Показниками забруднення та порушення екологічної рівноваги можуть слугувати такі ознаки: присутність толерантних індикаторних організмів у виді високої щільності їх популяцій; відсутність популяцій чутливих видів-індикаторів; вірогідна зміна морфологічних ознак індикаторних організмів; стійкі порушення чи зміни метаболізму індикаторних організмів тощо [10]. Отже, індикаційні властивості проявляються на різних рівнях біологічної організації – як на рівні популяції чи організму, так і в змінах молекулярних, біохімічних, фізіологічних, тканинних та інших параметрів. Виходячи з цього, для вирішення задач екологічного моніторингу розглядаються можливості застосування різних організмів –

як прокаріот, так і еукаріот, що може забезпечити швидке та недороге проведення випробувань.

Ксилотрофні базидіоміцети – унікальна група організмів, які забезпечують мобілізацію депонованого в деревині вуглецю шляхом повної деструкції її лігніноцелюлозного комплексу. Гриби як гетеротрофний компонент екосистем відіграють величезну роль в їх функціонуванні, активно беручи участь у розпаді і ресинтезі органічних речовин і водно-мінеральному живленні рослин. В якості специфічного компоненту екосистем, яка є основою механізму регуляції процесів накопичення та розкладання рослинних залишків, ксилотрофні базидіоміцети вважаються дуже актуальними об'єктами дослідження. В останні десятиліття вони визнаються серед грибів одними з найбільш перспективних об'єктів біотехнології [4, 16]. Результати низки ґрунтовних робіт [1, 3, 5, 7, 9, 15, 18-21] зумовили інтенсивний розвиток екологічного напрямку досліджень цієї групи грибів. Не зважаючи на це, на сьогоднішній день наявні досить обмежені відомості щодо аспектів біології видів грибів урбанізованих територій.

Доведено, що тільки в умовах чистої культури можливе детальне дослідження екологічних особливостей видів і встановлення параметрів, оптимальних для реалізації природного потенціалу грибів. Вищенаведене свідчить про актуальність охорони ксилотрофних базидіоміцетів і досліджень їх екології, доцільність створення колекцій чистих культур грибів з достатнім обсягом експериментального матеріалу для відбору штамів потенційно перспективних у біотехнології [16].

Охорона біорізноманіття є однією з найважливіших проблем сучасної екології. У міському середовищі, особливо в великих містах, створюються екологічні умови, різко відмінні від зональних. Формування в цих особливих умовах грибних угруповань досі є мало вивченим. Недостатність і вибірковість даних про якісний, кількісний склад і біосинтетичні особливості грибів урбанізованих територій, тісно взаємопов'язаних з автотрофними рослинами, не дозволяють всебічно судити про функціонування таких екосистем як єдиного цілого, особливо в період глобальних змін біосфери в результаті прояву дії антропогенного чинника. Це є особливо актуальним у зв'язку з тим, що грибні організми ксилотрофів є еволюційно молодими та мають суттєві відмінності в будові клітин (не мають потужної клітинної стінки), способі живлення (абсорбційний або осмотрофний), метаболізмі та ін., що зумовлює їх першочерговий (у порівнянні з організмами інших царств живої природи) відгук на зовнішні впливи. Не менш важливим є вивчення сукцесійних процесів у біогеоценозах, що виникають під впливом різних факторів навколишнього середовища та в результаті діяльності людини. Якщо для інших груп організмів є дані щодо організації та проведення екологічного моніторингу, то у відношенні грибів такі відомості майже відсутні. Вивчення взаємодії організмів між собою та з середовищем існування є в даний час одним з найбільш перспективних напрямків біологічних досліджень. Особливої значущості набувають багаторічні дослідження, що дозволяють простежити за динамікою взаємин між компонентами екосистем. Вкрай необхідне пізнання мікобіоти клімаксових угруповань як еталонів історично сформованих комплексів грибів і вищих рослин у непорушених біомах, яких стає все менше в переважній більшості регіонів Донбасу. Оцінка стану клімаксових систем, вторинних сукцесій і демуаційних процесів розроблена на прикладі вищих рослин. Відомості про поведінку базидіоміцетів у цих явищах нечисленні.

Особливу тривогу викликають різного роду антропогенні впливи на біосферу найбільш виражені в урбанізованих екосистемах. Стійкість останніх безпосередньо пов'язана з функціонуванням біосфери як саморегулювальної системи. Антропогенний вплив може виявлятися безпосередньо в результаті прямого знищення природних угруповань, а також опосередковано через забруднення атмосфери, ґрунту, води промисловими викидами. Стан мікобіоти порушених угруповань може слугувати індикатором ступеня негативних впливів [9]. За вказаними проблемами ведуться іррегулярні роботи, але в Донбасі, що має величезний промисловий потенціал і навантаження, подібні дані щодо грибів різних таксонів практично відсутні.

Численні роботи щодо використання вищих грибів у якості біоіндикаторів, які відкривають новий напрямок їх практичного застосування, лише частково вирішують поставлені задачі [1, 3, 5, 7, 9, 15, 18-21]. Проте велике значення базидіоміцетів у забезпеченні нормального функціонування природних екосистем виправдовує необхідність практичного застосування результатів мікологічних досліджень, включення мікологічних показників у системи біотичних спостережень. Вивчення фізіологічних і біохімічних реакцій окремих видів цих грибів на забруднення різних типів може послужити у проведенні якісного та всебічного тестування навколишнього середовища [12-14, 17].

Процеси перекисного окислення ліпідів (ПОЛ) спричиняють значний вплив на життєдіяльність всіх організмів. Їх роль та особливості протікання значною мірою вивчені у людини і тварин. Все більше з'являється робіт про значення процесів ПОЛ у життєдіяльності рослин. Що стосується мікроорганізмів і грибів, то вони в цьому відношенні залишаються практично не вивченими. Разом з тим передбачається, що ПОЛ може відігравати важливу роль у різноманітних природних процесах, здійснюваних цими організмами. Встановлено, що в процесі розкладання ксилотрофами деревини та її компонентів – лігніну та целюлози під дією позаклітинних ферментів велике значення мають реакції вільно-радикального окиснення. Реакції супроводжуються утворенням активних форм кисню. Радикали пероксидів ліпідів, утворені грибами під час реакцій ПОЛ, посилюють розкладання лігніну. Особлива увага приділяється ролі окисного стресу при різноманітних патологіях і діях стресорів. Неприятливі умови життєдіяльності спричиняють розширення пластичності функцій і властивостей усіх головних метаболічних систем базидіоміцетів. Адаптаційні перебудови в першу чергу торкаються ферментативних систем і приводять до активізації процесів ПОЛ. Є й інші експериментальні дані про здатність ксилотрофних базидіоміцетів утворювати високоактивні кисневі радикали, які можуть провокувати деструкцію лігніну та целюлози [8, 17]. Оскільки вільні радикали мають також здатність ініціювати перекисне окиснення різноманітних компонентів клітини і в першу чергу ліпідів, важливими є оцінка можливості протікання та активності процесів ПОЛ у міцелії ксилотрофних базидіоміцетів і її порівняльна характеристика.

Відомі дослідження, за якими доведено, що ксилотрофні базидіоміцети володіють засобами антиоксидантного захисту, а також здатні до ініціації реакцій ПОЛ. Баланс цих процесів встановлює інтенсивність ПОЛ на певному стаціонарному рівні, який потенційно вищий у грибів білої гнилі в порівнянні з грибами бурої гнилі та може розглядатися в якості біохімічної адаптації цієї групи грибів до виживання в умовах окисного стресу, зумовленого вільнорадикальними реакціями, які проходять у процесі деструкції лігніну. Наводяться дані з вмісту в міцелії ксилотрофних базидіоміцетів продуктів ПОЛ, що реагують з ТБК у грибів різних груп [8]. У роботах не наводяться дані з інтенсивності процесів ПОЛ дикоростучих карпофорів, які зростали на територіях із різними екологічними умовами.

Виходячи з вищезазначеного, метою роботи було формування бази даних рівня процесів ПОЛ карпофорів *Flammulina velutipes* й *Pleurotus ostreatus* і з'ясування можливості біотестування атмосферного повітря урбанізованих територій з використанням цих базидіоміцетів.

Матеріал і методи дослідження

Матеріалами дослідження були плодові тіла (ПТ) ксилотрофних базидіоміцетів *Flammulina velutipes* і *Pleurotus ostreatus*, зібрані в різних моніторингових точках (табл. 1). Активність процесів ПОЛ у міцелії оцінювали за тестом із тіобарбітуровою кислотою (ТБК), визначаючи вміст малонового діальдегіду (МДА) – одного з продуктів (ТБК-АП) ПОЛ [8, 14]. Спектри поглинання ТБК-АП реєстрували на спектрофотометрі СФ-26 (Росія), при 532 нм і перераховували на вміст у наномолях МДА (А) на 1 г маси досліджуваного матеріалу.

Розрахунки вели за формулою [14]:

$$A = \frac{D_{532} \cdot 10 \cdot V \cdot \alpha}{P \cdot \varepsilon},$$

де D_{532} – показники оптичної густини при 532 нм; V – об'єм реакційної суміші (4 мл); α – відношення загального об'єму витяжки до об'єму проби, яку взято для визначення МДА; ε – молярний коефіцієнт екстинкції, складає $155000 \text{ л. см}^{-1} \cdot \text{моль}^{-1}$; P – наважка матеріалу, г. рН розчинів визначали потенціометричним методом. Одержані цифрові дані обробляли за методом дисперсійного аналізу, порівняння середніх величин проводили за методом Дункана із застосуванням пакету програм для проведення статистичної обробки результатів біологічних експериментів [11].

Результати та обговорення

Вибір матеріалів дослідження – карпофорів базидіоміцетів *Flammulina velutipes* (зимовий опеньок) і *Pleurotus ostreatus* (глива звичайна) пояснюється тим, що застосування біологічних методів для оцінки екологічного стану середовища саме опирається на ті чи інші реакції цих організмів; основна маса їх міцелію зосереджується у верхніх шарах деревини та карпофори цих базидіоміцетів формуються та певний час зростають в оточенні атмосферного повітря. Використання ж біологічних методів має метою виділення біологічних видів, що чутливо реагують на той або інший тип впливу зовнішнього середовища.

Використовувані біологічні види *F. velutipes* і *P. ostreatus* задовольняють низці вимог. Це види характерні для природної зони, де проводиться біотестування. Вони поширені всюди на всій досліджуваній території. Оскільки ці види широко вирощують промислово в грибовницьких господарствах, порівняно добре вивчені їх біологія, культурально-морфологічні характеристики. Вони мають чітко виражену кількісну та якісну реакцію на відхилення властивостей середовища зростання від екологічної норми [17]. Тобто глива звичайна та зимовий опеньок задовольняють вимогам, що виставляються до біоіндикаторів.

На першому етапі досліджень була сформована база даних з рівня інтенсивності процесів ПОЛ карпофорів досліджуваних базидіальних грибів, зібраних у моніторингових точках. Збір мікологічного матеріалу проводили в жовтні – листопаді 2011 р., карпофори мали приблизно один рік.

Результати досліджень представлені в табл. 1, яка містить дані з кількості досліджених зразків карпофорів *F. velutipes* і *P. ostreatus* на певній моніторинговій точці урбоєкосистеми та усереднені дані з вмісту продуктів ПОЛ у цьому матеріалі. Як бачимо, відмічається значна амплітуда вмісту продуктів ПОЛ в одновікових плодових тілах *F. velutipes* і *P. ostreatus*, що може свідчити про внутрішньовидову мінливість, з одного боку, та вплив на цей показник умов зростання карпофорів, з іншого. На останнє припущення вказують результати серії попередньо проведених досліджень [13, 14, 17].

Дані з рівня інтенсивності процесів ПОЛ 195 плодових тіл базидіального гриба *F. velutipes*, зібраних у 12 моніторингових точках можна розподілити на три групи. До першої групи відносяться найвищі результати вмісту продуктів ПОЛ від 39,3 до 25,8 нмоль МДА/г. Вони отримані з карпофорів, зібраних в точках моніторингу Д1, Г, М1, Д2, М2, що знаходяться в містах Донецьк, Горлівка та Макіївка. У другу групу можна віднести результати з інтенсивності процесів ПОЛ від 16,4 до 15,0 нмоль МДА/г, отримані з плодових тіл, що зростали в точках моніторингу Донецький ботанічний сад, м. Сніжне, Великоанадольське лісництво, Донецьке лісництво. Ці місцевості знаходяться або на периферії великих міст Донецьк і Макіївка, або в невеликому місті Сніжне, або в зоні ризикованого лісівництва. До третьої групи відносяться найнижчі результати вмісту продуктів ПОЛ від 10,3 до 10,8 нмоль МДА/г. Вони характерні карпофорам *F. velutipes*, що зростали в місцевостях з низьким антропогенним навантаженням – Краснолиманське лісництво, Національний природний парк «Святі гори» та Слов'янське лісництво.

**Рівень інтенсивності процесів ПОЛ плодових тіл деяких базидіоміцетів
різних моніторингових точок урбоєкосистем**

Моніторингова точка та об'єкти, що входять до неї	<i>Flammulina velutipes</i>		<i>Pleurotus ostreatus</i>	
	Кількість зразків ПТ	Вміст МДА, нмоль/г	Кількість зразків ПТ	Вміст МДА, нмоль/г
ВЛ – Великоанадольське лісництво	12	15,45 ± 2,50	9	107,29 ± 2,55
Г – м. Горлівка	12	37,20 ± 2,05	15	180,07 ± 4,35
Д1 – м. Донецьк (вул. Університетська, пр. Київський)	27	39,28 ± 3,22	24	205,26 ± 5,07
Д2 – м. Донецьк (пр. Ілліча)	18	32,50 ± 5,01	21	153,74 ± 3,80
ДБС – Донецький ботанічний сад НАН України	18	16,37 ± 2,13	21	98,63 ± 1,86
ДЛ – Донецьке лісництво	18	15,00 ± 1,01	18	90,33 ± 3,45
КЛ – Краснолиманське лісництво	15	10,80 ± 1,90	21	70,74 ± 1,40
М1 – м. Макіївка (мікрорайон «Центральноміський»)	18	36,63 ± 2,51	21	173,98 ± 3,59
М2 – м. Макіївка (мікрорайон «Зелений»)	18	25,80 ± 4,10	15	108,39 ± 4,09
НПП«СГ» – Національний природний парк «Святі гори»	12	10,30 ± 2,50	15	81,68 ± 2,55
С – м. Сніжне	15	16,20 ± 1,05	15	107,65 ± 1,24
СЛ – Слов'янське лісництво	12	10,28 ± 1,95	12	81,68 ± 1,55

Аналіз даних табл. 1 з рівня інтенсивності процесів ПОЛ 207 плодових тіл базидіоміцету *P. ostreatus*, зібраних у тих же моніторингових точках, показав наступне. Плодові тіла гливи звичайної мають значно вищу інтенсивність процесів ПОЛ порівняно з карпофорами опенька зимового, яка перевищує показники останнього у 4,2-7,9 разів. За вмістом продуктів ПОЛ карпофори також можна розподілити на три групи. До першої групи відносяться найвищі результати вмісту ТБК-АП від 205,3 до 153,7 нмоль МДА/г. Вони отримані з карпофорів, зібраних в точках моніторингу Д1, Г, М1 і Д2, що знаходяться в центральних районах міст Донецьк, Горлівка та Макіївка. У другу групу можна віднести результати вмісту ТБК-АП від 108,4 до 107,3 нмоль МДА/г, отримані з плодових тіл, що зростали в точках моніторингу М2, С і ВЛ. Ці місцевості знаходяться або на периферії міста Макіївка, або в невеликому місті Сніжне, або в зоні ризикованого лісівництва – Великоанадольський ліс. До третьої групи відносяться найнижчі результати вмісту продуктів ПОЛ від 98,6 до 70,7 нмоль МДА/г. Вони характерні карпофорам *P. ostreatus*, що зростали в рекреаційних зонах і місцевостях з низьким антропогенним навантаженням – Донецькому ботанічному саду, Донецькому лісництві, Національному природному парку «Святі гори», Слов'янському та Краснолиманському лісництвах.

Спостерігається висока позитивна кореляція між показниками вмісту продуктів ПОЛ у карпофорах *F. velutipes* і *P. ostreatus* на певній моніторинговій точці, яка дорівнює 0,97 од. Не встановлено залежності інтенсивності процесів ПОЛ від субстрату зростання ПТ. Отже, отриманий розподіл інтенсивності процесів ПОЛ у плодових тілах гливи звичайної та опенька зимового не пов'язаний з внутрішньовидовою мінливістю та субстратом, а значні від'ємності виділених груп за реєстрованою величиною залежать від впливу умов навколишнього середовища. Виходячи з того, що основна маса міцелію зосереджується у верхніх шарах деревини і карпофори досліджених базидіоміцетів формуються та певний час зростають в оточенні атмосферного повітря визначеного місця, скоріше за все, якість його і впливає на інтенсивність процесів перекисного окислення ліпідів карпофорів. Зміна фізико-

хімічних показників досліджених базидіоміцетів під впливом характеристик повітря певного місця зростання може бути використана в системі біотестування довкілля з використанням новітніх методів і приладів фіксації хемілюмінесценції [2], оскільки реакції вільних радикалів і антиоксидантного захисту в живих системах супроводжуються слабким світінням.

Висновки

Результати біотестування атмосферного повітря урбанізованих територій з використанням базидіоміцетів *Flammulina velutipes* і *Pleurotus ostreatus* з різних моніторингових точок дозволяють зробити такі висновки. Має підтвердження загальнобіологічна закономірність про те, що будь-який організм під час впливу на нього нового фактору зовнішнього середовища чи при освоєнні нової еконіши або є резистентним, або, як правило, адаптується, набуваючи при цьому властивості та зміну норм реакції, що досягається за рахунок варіабельності онтогенетичних і фізіологічних властивостей. Виявлені адаптаційні перебудови скоріше за все ведуть і до формування мікобіоти урбанізованих систем цих міст. Як наслідок отримані результати доводять, що базидіоміцети *Flammulina velutipes* і *Pleurotus ostreatus* можуть бути застосовані як індикатори стану довкілля чи наявності певних поллютантів у середовищі, що аналізується. Перспективним напрямком у біотестуванні довкілля є використання новітніх методів і приладів з фіксацією хемілюмінесценції, оскільки реакції вільних радикалів і антиоксидантного захисту в живих системах, інтенсивність яких змінюється під впливом різноманітних факторів, супроводжуються слабким світінням.

Список літератури

1. Арефьев С. П. Дереворазрушающие грибы – индикаторы состояния леса / С. П. Арефьев // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. – 2000. – № 1. – С. 91–105.
2. Владимиров Ю. А. Активированная хемилюминесценция и биолюминесценция как инструмент в медико-биологических исследованиях // Соросовский образовательный журнал. – 2001. – Т. 7, № 1. – С. 16–23.
3. Гродзинська Г. А. Макроміцети – біоіндикатори забруднення радіоцезієм лісових екосистем України / Г. А. Гродзинська, С. О. Сирчин, М. Д. Кучма, В. В. Коніщук // Вісник НАН України. – 2008. – № 9. – С. 26–37.
4. Древаль К. Г. Нові продуценти целюлозолітичних ензимів серед вищих базидіальних грибів / К. Г. Древаль, М. І. Бойко // Біотехнологія. – 2011. – Т. 4, № 1. – С. 87–93.
5. Дудка І. О. Мікологічний моніторинг як засіб оцінки і прогнозування фітосанітарного стану лісових екосистем / І. О. Дудка, Т. О. Мережко, В. П. Гайова // Укр. ботан. журн. – 1994. – Т. 51, № 6. – С. 53–59.
6. Захаров В. М. Здоровье среды: методика оценки (Оценка состояния природных популяций по стабильности развития: методическое руководство для заповедников) / В. М. Захаров. – М.: Здоровье, 2000. – 236 с.
7. Змитрович И. В. Эволюционно-таксономические аспекты поиска и изучения лигнинразрушающих грибов – активных продуцентов окислительных ферментов / И. В. Змитрович, Н. В. Псурцева, Н. В. Белова // Микология и фитопатология. – 2007. – Т. 41, вып. 1. – С. 57–78.
8. Капич А. Н. Содержание в грибах продуктов перекисного окисления липидов, реагирующих с тиобарбитуровой кислотой / А. Н. Капич, Т. С. Гвоздкова. // Микол. и фитопатол. – 1998. – Т. 32, вып. 4. – С. 30–36.
9. Марфенина О. Е. Антропогенная экология почвенных грибов / О. Е. Марфенина. – М.: Медицина для всех, 2005. – 196 с.
10. Мелехова О. П. Биологический контроль окружающей среды. Биоиндикация и

биотестирование: учеб. пособие для студ. вузов / О. П. Мелехова, Е. И. Сарапульцева, Т. И. Евсеева. – М.: Академия, 2007. – 287 с.

11. *Приседський Ю. Г.* Статистична обробка результатів біологічних експериментів / Ю. Г. Приседський. – Донецьк: Кассиопея, 1999. – 210 с.

12. Спосіб біотестування забруднення навколишнього середовища полутантами з використанням грибів / Сухомлин М. М., Куткова О. В. // Патент 41752 Україна МПК (2009) A01H 15/00, A01G 7/00, Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, № u200814059; заявл. 05.12.2008; опубл. 10.06.2009 // Бюл. № 11.

13. Спосіб визначення стресового стану базидіоміцетів та екологічного стану місця їх зростання за вмістом продуктів перекисного окиснення ліпідів / Федотов О. В. Патент 12384 Україна МПК A01G 7/00, C30B 28/00, C04B 35/00, A01H 3/00, Донецький національний університет, № u200504732; заявл. 20.05.2005; опубл. 15.02.2006 // Бюл. № 2.

14. Спосіб мікотестування забруднення навколишнього середовища фенолом / Федотов О. В., Перцевой М. С. Патент 57945 Україна МПК (2011.01), A01G7/00, A01H15/00, Донецький національний університет, № u201009019, заявл. 19.07.2010, опубл. 25.03.2011 // Бюл. № 6.

15. *Терехова В. А.* Микотестирование химических воздействий / В. А. Терехова // Современная микология в России: матер. II съезда микологов России. – М.: Национальная академия микологии, 2008. – Т. 2. – С. 106–108.

16. *Федотов О. В.* Колекція культур шапинкових грибів – основа мікологічних досліджень та стратегії збереження біорізноманіття базидіоміцетів / О. В. Федотов, О. В. Чайка, Т. Є. Волошко, А. К. Велигодська // Вісник Донецького університету. Сер. А: Природн. науки. – Донецьк: ДонНУ, 2012. – Вип. 1. – С. 209–213.

17. *Федотов О. В.* Активність ПОЛ і каталази макроміцетів – як можливі біоіндикаційні показники екологічного стану їх місця зростання / О. В. Федотов, Г. М. Євсієнкова, М. С. Перцевой // Зб. наук. праць Луганського нац. агр. ун-ту. Сер. «Сільськогосподарські науки». – Луганськ: ЛНАУ, 2008. – № 82. – С. 73–81.

18. *Щеглов А. И.* Грибы – биоиндикаторы техногенного загрязнения / А. И. Щеглов, О. Б. Цветнова // Природа. – 2002. – № 11. – С. 13–16.

19. *Eriksson K.-E.* Microbial and enzymatic degradation of wood and wood components / K.-E. Eriksson, R. A. Blanchette, P. Ander. – Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1990. – 190 p.

20. *Haselwandter K.* Fungi as bioindicators of radiocaesium contamination: Pre- and Post-Chernobyl activities / K. Haselwandter, M. Berreck // Transactions of the British Mycological Society. – 1988. – V. 90, 2. – P. 171–174.

21. *Hong J. W.* F-RISA fungal clones as potential bioindicators of organic and metal contamination in soil / J. W. Hong, M. Fomina, G. M. Gadd // Journal of Applied Microbiology. – 2010. – V. 109. – P. 415–430.

22. International bioindicators // International Conference on Environmental bioindicators. – Praha, 2005.

Беспалова С. В., Федотов О. В. Биотестирование атмосферного воздуха урбанизированных территорий с использованием базидиомицетов. – Проанализированы многочисленные литературные данные по вопросам использования микологических объектов в биоиндикации и биомониторинге экологического состояния окружающей среды. Доказывается, что эти направления взаимосвязаны и являются составляющими одной проблемы, решение которой будет способствовать сохранению и восстановлению антропогенно нарушенных экосистем. Рассмотрены результаты биотестирования атмосферного воздуха урбанизированных территорий с использованием базидиомицетов *Flammulina velutipes* и *Pleurotus ostreatus* из различных мониторинговых точек. Результаты исследования подтверждают биологическую закономерность о том, что любой организм во время влияния на него нового фактора внешней среды или при освоении новой экониши или является резистентным, или, как правило, адаптируется, приобретая при этом свойства и изменения норм реакции, что достигается за счет вариабельности онтогенетических и физиологических свойств. Обнаруженные адаптационные перестройки скорее всего ведут и к формированию микобиоты урбанизированных систем этих городов. Как следствие полученные результаты интенсивности процессов перекисного окисления липидов карпофоров доказывают, что базидиомицеты *Flammulina velutipes* и *Pleurotus ostreatus* могут быть применены как индикаторы состояния окружающей среды или наличия определенных веществ в анализируемой среде.

Обосновывается перспективность использования в биотестировании окружающей среды новейших методов и приборов с фиксацией хемилюминесценции, поскольку реакции свободных радикалов и антиоксидантной защиты в живых системах, интенсивность которых изменяется под влиянием разнообразных факторов, сопровождаются слабым свечением.

Ключевые слова: биотестирование, урбанизированные территории, базидиомицеты, карпофор, перекисное окисление липидов.

Bespalova S. V., Fedotov O. V. Biotesting of atmospheric air in urban areas by basidiomycetes. – Literature data of mycological objects using in bioindication and biomonitoring of environment ecological state was analyzed. It is shown that these directions are interconnected and are the components of one problem and solution of it will contribute to the conservation and rehabilitation of anthropogenically disrupted ecosystems. Results of atmospheric air biotesting in urban areas by basidiomycetes *Flammulina velutipes* and *Pleurotus ostreatus* from various monitoring points are shown. The results of conducted research confirm biological regularity that any organism during impact of the new environment factors or expansion into new econiche is resistant or adapted, acquiring the properties and changing norms of their reaction, which is achieved due to the variability of ontogenetic and physiological properties. Adaptation restructuring that has been discovered probably leads to formation of mycobiota of the urban systems of these cities. The results of lipid peroxidation intensity of carpophores prove that basidiomycetes *Flammulina velutipes* and *Pleurotus ostreatus* can be used as indicators of the environment state or as indicators of presence of certain substances in the analyzed environment. Perspectives of using of methods and devices with chemiluminescence fixation in biotesting of environment was justified because of the reaction of free radicals and antioxidant defense in living systems, the intensity of which is influenced by various factors, accompanied by a faint glow.

Key words: biotesting, urban territories, basidiomycetes, carpophorus, lipid peroxidation.

УДК 574 : 556.51 (477.62)

© А. В. Фатюха, С. В. Беспалова, Н. М. Лялюк

**БАСЕЙНОВЫЙ ПОДХОД В БИОГЕОХИМИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ
ТЕХНОГЕННО ТРАНСФОРМИРОВАННОГО УЧАСТКА РЕКИ КАЛЬМИУС
(Г. ДОНЕЦК)**

*Донецкий национальный университет; 83050, г. Донецк, ул. Щорса, 46
e-mail: fatuha83@mail.ru*

Фатюха А. В., Беспалова С. В., Лялюк Н. М. Бассейновый подход в биогеохимическом мониторинге техногенно трансформированного участка реки Кальмиус (г. Донецк). – Рассмотрен вопрос бассейнового подхода в биогеохимическом мониторинге реки Кальмиус. Выделены основные притоки реки и определены мониторинговые точки, максимально охватывающие бассейн реки Кальмиус на территории г. Донецка.

Ключевые слова: биогеохимический мониторинг, бассейновый подход, Кальмиус, элементный анализ.

Введение

Интенсивный рост техногенной нагрузки на природные экосистемы обусловил ряд экологических проблем, связанных с резким ухудшением качества городской среды, что обуславливает необходимость комплексного исследования и объективной оценки состояния урбанизированных территорий [7]. Серьёзной проблемой крупных городских агломераций является загрязнение природных объектов техногенными элементами. Особенность загрязнения водных экосистем урбанизированных территорий, одного из основных компонентов биосферы, состоит в том, что в крупных городах на относительно небольшой площади сосредоточено значительное количество различных источников загрязнения (промышленные предприятия, неконтролируемые ливневые и бытовые стоки, свалки бытового мусора, отвалы металлургической и угольной промышленности), обуславливающих интенсивность и неоднородность состава загрязнителей воды. Одним из новых и перспективных методов, позволяющих комплексно оценить фоновые концентрации и степень загрязнения техногенными элементами водных объектов, является биогеохимический мониторинг.

Концепция биогеохимического мониторинга предложена П. В. Ивашовым [3], а основы заложены В. И. Вернадским [2]. Биогеохимический мониторинг позволяет: 1) выделить закономерности распределения и миграции элементов в выбранной экосистеме; 2) найти наиболее чувствительные к концентрации загрязняющих элементов биообъекты; 3) обнаружить источники загрязнения экосистемы и сделать прогноз дальнейшего развития.

Биогеохимический мониторинг подразумевает элементный анализ биотических и абиотических компонентов экосистем. Под абиотическим компонентом водных экосистем в аспекте биогеохимического мониторинга следует понимать три составляющие: растворенные вещества, взвешенные вещества и донные отложения. В качестве биотической составляющей при оценке экологического состояния водных экосистем могут быть использованы различные группы водных организмов: планктон, нектон, бентос. При выборе индикаторных видов гидробионтов следует учитывать особенности вида, привлекательные для биогеохимического мониторинга – достаточную для анализа биомассу, широкий ареал распространения, способность к накоплению микроэлементов и др. Одно из важнейших требований, предъявляемых к организму-индикатору, – способность реагировать на изменение условий обитания изменением элементного состава в широком интервале значений [6].

Водный бассейн – наиболее типичная целостная и относительно самостоятельная единица в организации земной поверхности, что является важным моментом в определении его как специального подразделения. В современных условиях бассейновый подход выполняет незаменимую и все возрастающую роль при изучении и предотвращении антропогенного загрязнения окружающей среды [9]. Он позволяет четко обозначить район для проведения исследований, а также точно выделить закономерности биогеохимических

циклов внутрі басейна водного об'єкта благодаря известным направлениям потоков вещества.

Источники загрязнения для водных объектов принято делить на диффузные и точечные [5]. Точечные источники стабильны по внесению концентрации загрязняющих веществ, в то время как диффузные динамичны и зависят от ряда параметров, в частности от метеорологических условий. Точечные источники могут быть четко определены, диффузные часто не проявляют явной локализации и их влияние бывает опосредованным.

Основной водной артерией, протекающей через центр г. Донецка, является река Кальмиус. Она берет свое начало на южном склоне Донецкого кряжа вблизи станции Ясиноватая в поселке Минеральное. Длина реки в пределах г. Донецка – 35 км, средняя ширина русла составляет около 5-6 м. Речная и балочная сеть Кальмиуса на территории Донецка зарегулирована водохранилищами и прудами, предназначенными для различных целей (техническое водоснабжение, рекреация). Природный сток реки Кальмиус в районе пгт. Авдотьино составляет 76 млн. м³ в год. Для Донецка река Кальмиус имеет важное историческое, хозяйственное и рекреационное значение, в связи с чем проблема охраны её бассейна и рационального водопользования требует особого внимания [4] и бассейновый подход для реализации подобных задач является наиболее приемлемым.

Материалы и методы исследования

Мониторинговые точки бассейна реки Кальмиус определяли с помощью картографического метода с использованием спутниковых карт Google (режим рельеф) и инструментов расчета расстояния и площади сайта <http://3planeta.com>. Для уточнения названий водных объектов, а также предполагаемых источников загрязнения были использованы данные отчетов управления экологической безопасности Донецкого горсовета и Госуправления охраны окружающей среды в Донецкой области. Дополнительную локализацию и уточнение названий некоторых объектов проводили также с помощью данных сайта <http://wikimapia.org>.

Мониторинговые точки в зависимости от проточности воды можно разделить на две большие группы: расположенные на водотоке и на водоеме. Это основная характеристика, определяющая требования к отбору проб воды, донных отложений и биообъектов. Гидрологические особенности учитывают при анализе растворенных и взвешенных веществ.

Основными параметрами выбора водотока для определения мониторинговой точки были: характер уровня режима (отсутствие снижения уровня воды до нуля в меженьный период), зарегулированность стока и наличие локализованных источников загрязнения. Основными параметрами выбора водоема как мониторингового были: площадь водного зеркала, характер уровня режима, целевое назначение водоема и наличие локализованных источников загрязнения. Были определены основные гидрологические характеристики водных объектов: для водотоков – длина и площадь водосбора, для водоемов – площадь водного зеркала, целевое назначение и наличие локализованного источника загрязнения [8].

В качестве метода исследования элементного состава был выбран метод атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-ОЭС). Данный метод позволяет одновременное определение состава анализируемого вещества по 70 элементам. Всего для данного исследования было определено количественное измерение 33 приоритетных элементов (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, S, Sb, Se, Si, Sn, Sr, Ti, V, W, Zn, Zr) в воде, донных отложениях и гидробионтах. Для пробоподготовки твердых объектов (фильтры, донные отложения, биообъекты) использовали систему микроволнового разложения.

Схема биогеохимического мониторинга была разделена на два этапа. Первый этап включал в себя определение годовой динамики (с ежемесячным отбором проб) элементного состава растворенных и взвешенных веществ в каждой мониторинговой точке и предварительное исследование элементного состава гидробионтов для определения

основных индикаторных видов. Второй этап нацелен на получение сезонной динамики элементного состава донных отложений и выбранных видов гидробионтов вместе с параллельным отбором проб воды. Сезонный отбор второго этапа обусловлен большой трудоемкостью пробоподготовки твердых объектов.

Результаты и обсуждение

Бассейн реки Кальмиус на территории г. Донецк представлен 10 основными притоками [10]. Так как бассейн реки в черте города имеет сильно разветвленную балочную сеть, можно выделить еще несколько притоков, которые пересыхают в меженное время, и они не зарегулированы прудами, поэтому расположение мониторинговых точек на них нецелесообразно. Перечень основных притоков с краткой характеристикой приведен в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика притоков реки Кальмиус на территории г. Донецка

Левые притоки				Правые притоки			
индекс на схеме	название балки	длина, км	площадь водосбора, км ²	индекс на схеме	название балки	длина, км	площадь водосбора, км ²
L1	Грекова	3	4,5	R1	Водяная	4,2	5,8
L2	Бутовка	3	3,7	R2	Долгая	4,2	5,8
L3	Игнатьевская	7,2	13,5	R3	Скоромошина	7,6	15,4
L4	Богодухова	14,5	42,5	R4	Дурная	8,5	22,8
L5	Обеточная	4,2	12,1	R5	Широкая	11,7	57,4

Система мониторинга построена с учетом влияния всех притоков, а также с учетом особенностей русла реки на территории города. Все мониторинговые точки по назначению были разделены на три группы: 1) оценивающие состояние основного русла реки Кальмиус с учетом влияния притоков; 2) оценивающие общее состояние притока перед впадением в реку и мониторинговые точки на основных водоемах бассейна; 3) оценивающие состояние притоков по длине водотока.

На русле реки Кальмиус определены 11 мониторинговых точек (рис. 1).

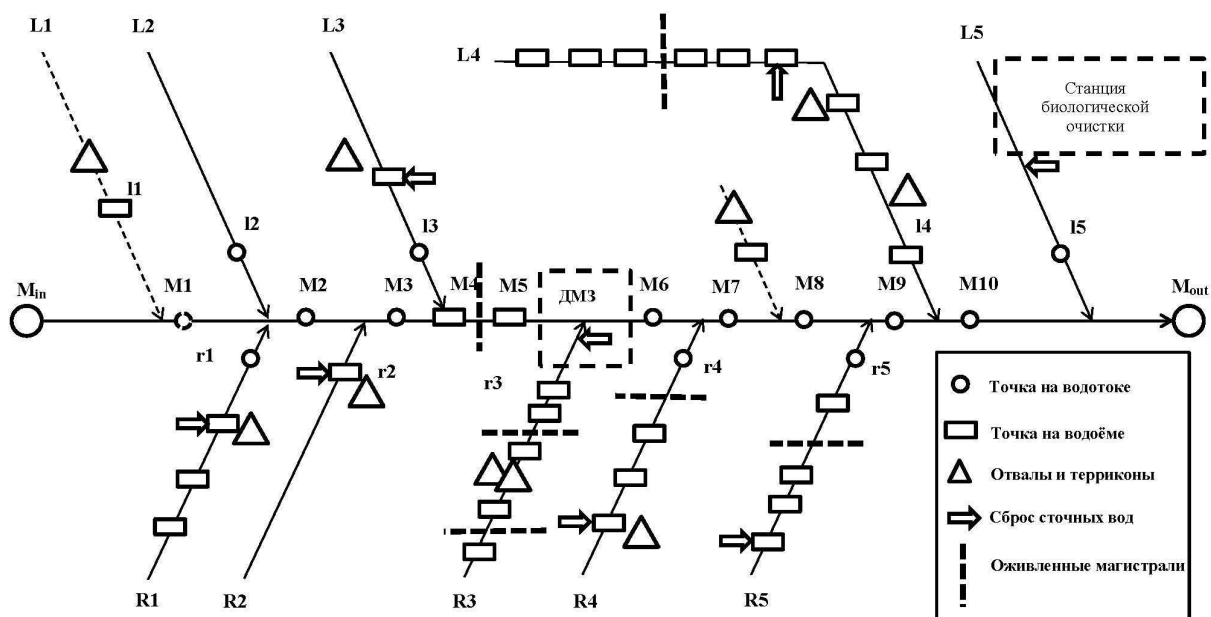


Рис. 1. Схема расположения мониторинговых точек бассейна реки Кальмиус в черте г. Донецка.

Первая точка (M_{in}) обозначает вход реки на территорию города, а последняя – выход (M_{out}) и суммирует влияние на реку Донецко-Макеевской агломерации. Мониторинговые точки M2 – M10 расположены ниже впадения притоков и позволяют оценивать их влияние на реку. Некоторые точки оценивают не только влияние притоков, но и особенности русла и наличие источников загрязнения: 1) точка M4 расположена в плотинной части Кальмиусского водохранилища и характеризует состояние водоема, а также влияние притока L3; 2) M5 расположена в плотинной части Нижнекальмиусского водохранилища, характеризует состояние водоема и влияние на реку стоков с центральной части города; 3) точка M6 расположена ниже территории Донецкого металлургического завода (ДМЗ), оценивает влияние сточных вод предприятий, расположенных на территории ДМЗ, сточных вод закрытой шахты им. Горького, а также влияние притока R3; 4) M8 учитывает влияние отвалов ДМЗ. Установленная вначале исследования точка M1 была удалена, так как приток L1 не имеет четко выраженного места впадения в реку Кальмиус.

Для оценки состояния притоков в непосредственной близости от мест впадения на притоках расположены мониторинговые точки I1 – I5, характеризующие левые притоки, и r1 – r5, характеризующие правые притоки. Мониторинговые точки, оценивающие состояние притоков по длине, расположены на основных водоемах (табл. 2).

Сброс шахтных вод, который формирует 70% водного стока бассейна реки Кальмиус, выделен как основной точечный источник загрязнения водных объектов на территории г. Донецка, 26% водоемов принимают сбросы шахтных вод, которые определяют уровенный режим этих водных объектов

Все водоемы и водотоки бассейна реки Кальмиус на территории г. Донецк испытывают сильное диффузное загрязнение. Основным показателем для оценки диффузного загрязнения водотоков является площадь водосборного бассейна, которая оценена нами. Сложной инструментальной задачей является оценка площади водосбора малых водоемов, в данном случае прудов г. Донецка. Применение принятых схем анализа [8] не дало ожидаемого результата, что связано с рядом объективных причин. Во-первых, сложность зарегулирования малого водного объекта (р. Кальмиус) не позволяет четко разграничить водораздельную линию для точечного, с точки зрения гидрографической сети, водоема. Во-вторых, расчлененность, усложнение рельефа в условиях городской системы, а тем более промышленной агломерации значительно затрудняет оценку уклонов поверхностей, изменяющих динамику поверхностного стока. В-третьих, большинство этих объектов имеют искусственный приток от крупных промышленных предприятий, определяющих уровенный режим. Поэтому на сегодняшний день стоит задача четкого определения водосборной площади малых водоемов для данной схемы биогеохимического мониторинга. Важна для этих водотоков также оценка площади водонепроницаемых поверхностей. Некоторые источники загрязнения, например терриконы, автомобильные магистрали, несмотря на четкое местонахождение, относятся к диффузным источникам, так как их влияние зависит от метеорологических условий (осадки, ветер). Водоемы выступают своеобразным депо для взвешенных и растворенных загрязняющих веществ. Учитывая этот факт, при анализе данных можно говорить о процессах аккумуляции загрязнения, первичного и вторичного загрязнения воды бассейна реки. Немаловажным является целевое назначение водоема: рекреация, водопользование, рыбозаповедение. Здесь выделяются Городские пруды, Кальмиусские водохранилища, имеющие огромное рекреационное значение для города. Следует отметить, что в зависимости от назначения водного объекта к нему предъявляются различные требования по качеству воды.

Всего для системы мониторинга определено 46 точек отбора проб, которые полностью охватывают бассейн реки Кальмиус в черте г. Донецка, из которых 15 точек расположено на водотоках, а 31 точка – на водоемах. В качестве мониторинговых точек оценки фоновой концентрации веществ для водотоков выступает точка M_{in} – вход реки Кальмиус на территорию г. Донецк, для водоемов мониторинговые точки на первых трех прудах Ботанического сада и первом Путиловском пруду. Данные точки считаем условно чистыми.

Характеристика водоемов басейна річки Кальмиус на території г. Донецьк

I*	Назва водоема	S, га	Назначення водоема	Возможний джерело забруднення
Водохранилища				
русло	Кальмиусське	42,0	рекреація	сброс
русло	Нижнекальмиусське	66,0	рекреація	автомагістраль
R5	Кирша	43,2	орошення	відсутність
R5	Донецьке море	116,4	рекреація, орошення	автомагістраль
Пруды				
L1	Греково	5,3	отстойник	отвал
L3	Пастуховський	5,9	отстойник	террикон, сброс
L4	1-й пруд Ботаничного саду	4,6	декоративне, орошення	відсутність
L4	2-й пруд Ботаничного саду	1,6	декоративне, орошення	відсутність
L4	3-й пруд Ботаничного саду	2,3	декоративне, орошення	відсутність
L4	4-й пруд Ботаничного саду	4,2	декоративне, орошення	автомагістраль
L4	5-й пруд Ботаничного саду	3,6	декоративне, орошення	відсутність
L4	6-й пруд Ботаничного саду	3,8	отстойник	сброс
L4	Сахалін	5,3	отстойник	террикон
L4	Алексєєвський	16,8	рекреація	відсутність
L4	Тепличний	9,6	рекреація	террикон, сброс
R1	1-й Путиловський	2,6	рекреація	відсутність
R1	2-й Путиловський	2,7	пруд-отстойник	відсутність
R1	3-й Путиловський	1,3	пруд-отстойник	сброс
R2	отстойник ш. «Засядько»	2,3	пруд-отстойник	сброс
R3	1-й Ветковський	4,4	рекреація	відсутність
R3	2-й Ветковський	2,3	пруд-отстойник	автомагістраль
R3	3-й Городської	6,5	рекреація	террикон
R3	2-й Городської	18,6	рекреація	автомагістраль
R3	1-й Городської	26,5	рекреація	сброс
R4	«Флора»	3,1	пруд-отстойник	террикон, сброс
R4	Бабаков	6,9	риборозведення	відсутність
R4	балки Дурная	1,7	пруд-отстойник	відсутність
R5	Рутченковський	5,0	рекреація	сброс
R5	Песчаный	18,8	рекреація	відсутність
вне водотока	Солдатський	1,5	пруд-отстойник	отвал

Примечание. I* – индекс водотока на схеме.

Выводы

Були виділені основні притоки, формуючі басейн техногенно трансформованого участка річки Кальмиус на території г. Донецька. На кожному з притоків визначені моніторингові точки, максимально улічуючі гідрологічні особливості, антропогенне і техногенне вплив різних об'єктів на водоток. Обозначені моніторингові точки, відображають загальне стан притоків. На основному руслі розміщені моніторингові точки, оцінюють вплив кожного з притоків, а також гідрологічні особливості річки на території міста. Дані основні гідрологічні характеристики водних об'єктів басейна річки Кальмиус на території г. Донецька.

Построена схема мониторинговых точек, на которой изображен бассейн реки Кальмиус на территории г. Донецка с указанием основных притоков и водоемов, а также основных точечных и диффузных источников загрязнения. Предложены мониторинговые точки оценки фоновой концентрации веществ. Разработанная система мониторинга с учетом бассейнового подхода позволяет максимально точно выделить закономерности распределения и движения природных (фоновых) и техногенных элементов в бассейне участка реки Кальмиус, испытывающего наибольшее техногенное влияние г. Донецка. Полученные данные позволят рекомендовать постоянные мониторинговые точки для контроля водных экосистем бассейна реки. На основании найденных источников и особенностей движения загрязняющих элементов можно будет предложить ряд мероприятий по улучшению состояния и охране водных экосистем бассейна реки Кальмиус.

С марта по декабрь 2012 г. получены данные элементного состава более 400 проб воды, каждая из которых включает элементный анализ растворенных и взвешенных веществ. Также получены данные по более чем 20 пробам биообъектов. Следует отметить, что параллельно с данными исследованиями проводится биоиндикационный анализ с использованием фитопланктона [1].

Список литературы

1. Беспалова С. В. Автоматизований моніторинг екологічного стану поверхневих вод з використанням фітопланктону в якості біоіндикатора / С. В. Беспалова, Н. М. Лялюк, Д. М. Афанасьєв та ін. // Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону. – 2011. – № 1 (11). – С. 9–24.
2. Вернадский В. И. Химическое строение биосферы Земли и её окружения / В. И. Вернадский. – М.: Наука, 1965. – 348 с.
3. Ивашов П. В. Биогеохимический мониторинг / П. В. Ивашов, Л. Н. Пан // География и природные ресурсы. – 2007. – № 2. – С. 158–161.
4. Лукьянченко А. Доклад о состоянии окружающей природной среды города Донецка в 2006–2007 годах / Под общ. ред. А. Лукьянченко. – Донецк, 2008. – 112 с.
5. Михайлов С. А. Диффузное загрязнение водных экосистем. Методы оценки и математические модели / С. А. Михайлов. – Барнаул: День, 2000. – 130 с.
6. Никаноров А. М. Биомониторинг металлов в пресноводных экосистемах / А. М. Никаноров, А. В. Жулидов. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 312 с.
7. Розробка технології комплексної біоіндикаційної оцінки довкілля техногенного регіону / [С. В. Беспалова, О. С. Горєцький, О. З. Глухов та ін.] // Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону. – 2009. – № 1 (9). – С. 12–24.
8. Руководство по определению гидрографических характеристик картометрическим способом / Ред. Л. А. Чепелкина. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 93 с.
9. Трифонова Т. А. Бассейновый подход в экологических исследованиях / Т. А. Трифонова. – Владимир: ВладимирПолиграф, 2009. – 80 с.
10. Фатюха А. В. Система мониторинга элементного состава поверхностных вод бассейна реки Кальмиус территории города Донецка / А. В. Фатюха, С. В. Беспалова // Екологія промислового регіону: зб. доп. нац. екологічного форуму. – Донецьк, 2012. – Т. 2. – С. 16–17.

Фатюха А. В., Беспалова С. В., Лялюк Н. М. Басейновий підхід у біогеохімічному моніторингу техногенно трансформованої ділянки річки Кальміус (м. Донецьк). – Розглянуто питання басейнового підходу в біогеохімічному моніторингу річки Кальміус. Виділено основні притоки річки і визначено моніторингові точки, які максимально охоплюють басейн річки Кальміус на території м. Донецька.

Ключові слова: біогеохімічний моніторинг, басейновий підхід, Кальміус, елементний аналіз.

Fatyuha A. V., Bepalova S. V., Lyalyuk N. M. Basin approach in biogeochemical monitoring of technologically transformed part of the Kalmius river (Donetsk). – The article is deal with the basin approach in biogeochemical monitoring the Kalmius river. Major tributaries are defined. Monitoring points are allocated. They cover the whole basin of the Kalmius river in Donetsk.

Key words: biogeochemical monitoring, basin approach, the Kalmius, element analysis.

УДК 504 : 57.08

© С. В. Беспалова, О. С. Горецький, О. З. Злотін, В. О. Максимович, М. В. Говта,
Н. М. Лялюк, Т. Ю. Маркіна, К. М. Маслодудова, О. В. Машталер, А. І. Сафонов,
О. В. Федотов, А. Д. Штірц

ВИЗНАЧЕННЯ НОРМОВАНИХ ПАРАМЕТРІВ БІОІНДИКАТОРІВ ДЛЯ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ

Донецький національний університет; 83050, м. Донецьк, вул. Щорса, 46
e-mail: eco99@i.ua

Беспалова С. В., Горецький О. С., Злотін О. З., Максимович В. О., Говта М. В., Лялюк Н. М., Маркіна Т. Ю., Маслодудова К. М., Машталер О. В., Сафонов А. І., Федотов О. В., Штірц А. Д. Визначення нормованих параметрів біоіндикаторів для екологічного моніторингу. – Встановлено параметри біоіндикаторів (водоростей, базидіоміцетів, мохів, квіткових рослин, панцирних кліщів, шовковичного шовкопряда та психофізіологічного стану людини), що підлягають нормуванню для проведення екологічного моніторингу.

Ключові слова: нормовані параметри, біоіндикація, екологічний моніторинг.

Вступ

Конституцією України закріплено право кожного громадянина на життя та діяльність у сприятливих умовах навколишнього середовища та достовірну інформацію про його стан [1]. Це право забезпечується нормуванням якості довкілля («екологічним нормуванням»). Нормування є важливим засобом охорони навколишнього середовища, регулювання природокористування та забезпечення безпеки в екологічній сфері. За своєю сутністю воно відноситься до адміністративних методів управління. Екологічне нормування – це встановлення показника якості навколишнього середовища та гранично допустимих впливів на нього, наукова, правова, адміністративна діяльність, спрямована на встановлення гранично допустимих норм впливу (екологічних регламентів, нормативів) на навколишнє середовище, при дотриманні яких не відбувається деградація екосистем, гарантується збереження біологічного різноманіття та екологічної безпеки населення [1-3]. При цьому розрізняють нормативи якості навколишнього середовища та нормативи впливу на неї. Одні з них дають оцінку навколишньому середовищу, інші лімітують джерела небезпечного впливу [2].

Нормативи якості навколишнього середовища встановлюють для оцінки стану атмосферного повітря, води, ґрунту за хімічними, фізичними та біологічними показниками. Якщо величина фактора навколишнього середовища не перевищує відповідного нормативу та його гранично допустимого рівня, то стан середовища вважається сприятливим.

Таким чином, нормативи якості навколишнього середовища є одним з головних критеріїв для визначення стану довкілля та порушення прав громадян.

Тому, наступним етапом у вирішенні завдань з контролю якості довкілля було визначення параметрів біоіндикаторів, що підлягають нормуванню.

Матеріали та методи дослідження

Визначення параметрів біоіндикаторів, які були відібрані на попередніх етапах досліджень, здійснювали відповідно до вимог чинних нормативних документів щодо якості довкілля.

Дослідження проведені протягом 2011-2012 рр. на природних і штучних водоймах Донецької області. Проаналізовано кількісні параметри (чисельність і біомасу) водоростей планктону. Відбір проб проводили щомісяця. Фітопланктон відбирали недалеко від берега. Обсяг проб становив не менше 2 дм³. Далі проби фітопланктону проходили процедуру згущення (концентрації) водоростей. Для згущення фітопланктону використовували фільтраційний метод на мембранних фільтрах «Владіпор», при цьому проби води попередньо не фіксували і фітопланктон по можливості вивчали в живому стані. Матеріал досліджували як у живому, так і в фіксованому (40%-м формальдегідом) стані. Для

дослідження видового складу мікроводоростей використовували стандартні методи. Визначення видового складу фітопланктону проводили шляхом мікроскопічного аналізу зразків водоростей з використанням мікроскопу МБІ-3 при збільшенні 40x і 90x та мікроскопу Zeiss Primo Star. Для визначення видової приналежності використовували визначники водоростей для прісних вод. Кількісний аналіз включав визначення чисельності та біомаси. Підрахунок чисельності проводили в рахувальній камері Нажота. Розрахунок чисельності проводили за загальноприйнятою формулою [4]. Підрахунок біомаси фітопланктону здійснювали рахувально-об'ємним методом. Біомасу розраховували для кожного виду окремо, а потім визначали суму. Дані чисельності та біомаси використовували для біологічного аналізу, а також для оцінки ступеню розвитку окремих видів.

Матеріалами дослідження були міцелій та культуральний фільтрат (КФ) штаму F-610 *F. velutipes* [5]. Для вивчення динаміки росту й інтенсивності процесів перекисного окислення ліпідів (ПОЛ) штам F-610 культивували поверхнево на глюкозо-пептонному середовищі (ГПС) об'ємом 50 мл в колбах *Erlenmeyer* ємністю 250 мл при температурі 27,5°C протягом 20 діб. Початкове рН живильного середовища 6,0-6,5 од. Ріст штаму оцінювали за накопиченням абсолютно сухої біомаси міцелію (АСБ) ваговим методом. Вміст продуктів ПОЛ (малонового діальдегіду – МДА) визначали в міцеліальному гомогенаті (МГ) та КФ. Для цього використовували тест із тіобарбітуровою кислотою (ТБК) [6]. Вплив поллютантів на інтенсивність ПОЛ визначали на 5-ту добу культивування – віці культури, при якій спостерігається максимальна активність процесів ПОЛ (К – не містить поллютанти) після внесення в колби фенолу (А) або бензопірену (Б). рН розчинів визначали потенціометричним методом. Одержані цифрові дані обробляли за методом дисперсійного аналізу, порівняння середніх величин – за методом Дункана.

Проаналізовано особливості морфологічної будови листової пластинки мохів-індикаторів та активність виду для створення комплексу нормативних показників. Дослідження проводили протягом 2011-2012 рр. на території Донецької області: м. Донецьк, м. Макіївка, м. Красноармійськ, м. Дзержинськ. Обрані території відрізнялися між собою за промисловим навантаженням, кількістю населення, площею. Камеральна обробка матеріалів бріофлори проводилася в лабораторії на кафедрі ботаніки та екології Донецького національного університету. Гербарні зразки визначали стандартним порівняльно-морфологічним методом за визначниками та флорами, а також за окремими монографічними обробками. Проведення географічного аналізу бріофлори дослідженої території виконано на підставі основних принципів класифікації А. С. Лазаренка з доповненнями М. Ф. Бойка. Ідентифікацію мохоподібних та анатомо-морфологічні дослідження проводили за допомогою бінокулярних мікроскопів «Ergaval» та МБІ-3, а також стереоскопічного мікроскопу МБС-1 за загальноприйнятою методикою. Розрахунки проведено з використанням комп'ютерної програми Statistica 6.0, MS Excel, рівень вірогідності 0,95% ($P < 0,05$).

Проаналізовано фітоіндикаційні здатності рудерального виду *Echium vulgare* L. для створення комплексу нормативних показників. Пробні площі було закладено в 1-км зоні впливу 9-ти підприємств (МТ1-МТ9 – моніторингові точки): Донецький металургійний завод, Металургійний комбінат «Азовсталь», ВАТ «Маріупольський металургійний комбінат ім. Ілліча», Єнакіївський металургійний завод, Макіївський металургійний комбінат ім. С. М. Кірова, Краматорський металургійний завод ім. В. В. Куйбишева, Костянтинівський металургійний завод, а також у контрольних фонових умовах, де вплив токсичних факторів на середовище існування рослин мінімальний: с. Серебрянка та с. Дронівка Артемівського району Донецької області. Повторність експерименту – 15 зразків. Матеріали збирали з рослин, що зростають у місцях посиленого токсичного та техногенного навантаження та в місцях з очікувано низькою концентрацією токсичних елементів у навколишньому середовищі в 2012 р. Індикаційні параметри *E. vulgare* для застосування в подальшій системі нормування ми визначили за наступними блоками експериментальної частини, методологічні особливості проведення лабораторного експерименту було описано нами раніше [7]. І. Фоліологічний аспект: 1) довжина листка, см; 2) ширина листка, см;

3) коефіцієнт асиметрії верхівки листової пластинки; 4) параметри жилкування – сумарна довжина жилок листка, см; 5) кількість модусів у порядку галуження пагону, шт.; 6) опушення за якісними показниками; 7) особливості будови продихового апарату. II. Палінологічний аспект: 1) показник фертильності, %; 2) ступінь дефектності пилку за умов забарвлення ацетокарміном та метиленовим синім, %; III. Антологічний аспект – за будовою квітки та суцвіть: 1) частота трапляння тератологічних квіток за віночком та чашечкою, %; 2) частота трапляння тератологічних суцвіть шишкоподібного типу, %; 3) частота трапляння фасціації стебла з генеративними елементами, %; IV. Карполого-ембріологічний аспект: 1) описовий склад поверхні плоду; 2) варіабельність форми плоду; 3) максимальна довжина плоду, мм; 4) тератологічність сім'ядольного апарату (синкотилія, схізокотилія); 5) відставання в розвитку при проростанні насінин, %. Отримані дані кількісного характеру оброблені за визначенням середнього арифметичного параметрів, їх похибки з урахуванням коефіцієнту варіації ознак. Основним апаратом реалізації механізму нормування вважали застосування індикаційної сумацийної шкали.

Проаналізовано матеріал по панцирним кліщам, зібраний в 2011 р. (травень, липень, вересень) на території промислового майданчика ДП «Артемсіль» м. Соледар (Донецька обл.) і в буферній зоні навколо підприємства (100 м від території промислового майданчика). Усього за період дослідження було зібрано й оброблено 60 ґрунтових проб, з яких вилучено 411 екз. дорослих панцирних кліщів, що належать до 13 видів. Також у листопаді 2010 р. та в червні-липні 2011 р. був зібраний матеріал на території промислового майданчика Харцизького трубного заводу (ХТЗ) (Донецька обл.) та в буферній зоні навколо підприємства. Усього за період дослідження було зібрано й оброблено 54 ґрунтових проби, з яких вилучено 106 екз. дорослих панцирних кліщів, що належать до 11 видів. Проаналізовано матеріал, зібраний у 2011 р. (квітень, червень, вересень) у трьох житлових масивах («Сонячний», «Аргентина» і «Хімік») м. Горлівки (Донецька обл.), що розташовані навколо промислового комплексу «Стірол» відповідно в північно-західному, західному та південному напрямках. Усього за період дослідження з 63 ґрунтових проб вилучено 308 екз. дорослих панцирних кліщів, що належать до 32 видів. Збір ґрунтових проб (об'ємом 250 см³) та обробка матеріалу проводились за загальноприйнятою методикою [8]. Видова належність панцирних кліщів встановлювалась із використанням мікроскопу Zeiss Primo Star (Німеччина). Для дослідження структури домінування угруповань панцирних кліщів використовували індекс домінування за шкалою Г. Енгельмана [9]. Розподіл угруповань панцирних кліщів за життєвими формами наведено відповідно до робіт Д. О. Криволицького [10, 11]. Для оцінки екологічного різноманіття панцирних кліщів досліджуваних ділянок використано інформаційно-статистичний індекс Шеннона [12]. Розрахунки проведено з використанням програми MS Excel.

Для проведення досліджень були використані три штучні популяції шовковичного шовкопряда з різним рівнем гетерозиготності, створені на базі породи Мерефа-6. Дослід включав такі варіанти: 1) Мерефа-6 – штучна група особин, біологічні ознаки якої передаються нащадкам, – умовно гетерозиготна; 2) Мерефа-6 – партеногенетична лінія, особини якої несуть лише спадкові ознаки материнського організму – гомозиготна лінія; 3) міжпородний гібрид Мерефа-6 x Мерефа-7 – гетерозиготні особини, які мають гібридну силу – висока гетерозиготність. Зразки греди кожної лінії по 5 гр. у трьох повторностях були зашифровані та поставлені на інкубацію при +24°C. Інкубацію проводили із затемненням для отримання масового виходу гусениць в один день за відомою методикою [13]. У день виходу гусениць з яєць на них накладали на 30 хв. напівпергаментні паперові листки, які заздалегідь для приваблення гусениць натерли листям шовковиці. З метою послаблення приваблюючої дії запаху, листочки паперу накладали зворотнім, не натертим боком (з метою добору гусениць з найбільш інтенсивним хемотаксисом за відомою методикою [14]). Паралельно відбирали гусениць-«мурашів» для токсикологічних досліджень і встановлення летальної дози по кожній лінії шовкопряда. Гусениць відбирали в трьох повторностях по 50 мг (105 шт.) на кожну концентрацію інсектициду (було перевірено 5 концентрацій: 0,004; 0,008; 0,01;

0,04; 0,08 мг/л), які забезпечують загибель гусениць-«мурашів» у межах 10-90% (за результатами попередніх дослідів). Розраховували напівлетальну дозу (LD₅₀) шляхом побудови графічної залежності загибелі гусениць, за кожною лінією використовуючи метод пробіт-аналізу. Як інсектицид використовували фосфорорганічний продукт – фосфамід. Для забезпечення контакту гусениць-«мурашів» з токсичною поверхнею використовували метод «сухої плівки», де на поверхню токсичних речовин додатково накладають спиртовий екстракт з листя шовковиці, запах якого приваблює гусениць [15].

Проведено аналіз психофізіологічного стану мешканців Петровського, Київського, Пролетарського та Кіровського районів м. Донецька, які довгостроково (більше 10 років) мешкали на техногенно-трансформованих територіях. Обстеженими були студенти біологічного факультету Донецького національного університету у віці 18-24 років, у яких загальноприйнятими методами визначали показник швидкості переробки інформації [16], за підрахунками котрого визначали коефіцієнт Ланге [17].

Результати та обговорення

Визначення нормованих параметрів біоіндикатора – водоростей

Для визначення шкали кількісних показників фітопланктону була використана розроблена раніше шкала оцінки умов існування гідробіонтів за даними індексу сапробності фітопланктону [18]. Ця шкала була доповнена кількісними показниками фітопланктону, що отримані за багаторічний період досліджень на кафедрі ботаніки та екології ДонНУ. Доповнена та розширена шкала оцінки умов середовища представлена в табл. 1.

Таблиця 1

Оцінка умов існування гідробіонтів за показниками біоіндикаторів

Бал	Екологічні умови існування організмів	Зона сапробності	Підзона сапробності	Величина індексу сапробності (за Пантле і Буком)	Біомаса фітопланктону, мг/дм ³
1	Сприятливі	Олігосапробна	β-олігосапробна	< 1,0	< 0,5
2	Нормальні		α-олігосапробна	1,0-1,5	0,5-1,0
3	Субнормальні	Мезосапробна	β-мезосапробна	1,6-2,0	1,1-2,0
4	Несприятливі		β-α-мезосапробна	2,1-2,5	2,1-5,0
5	Вкрай несприятливі	Полісапробна	α-мезосапробна	2,6-3,0	5,1-10,0
			α-полісапробна	3,1-3,5	10,1-50,0
			полісапробна	> 3,5	>50,0

Дослідження фітопланктону, проведені в Донецьких ставках (Кіровський район), показали, що за чисельністю домінували зелені водорості (Chlorophyta). У розвитку угруповань водоростей відмічено два періоди «цвітіння»: весняне – за рахунок зелених водоростей та літньо-осіннє – за рахунок діатомових водоростей (Bacillariophyta). Достатньо високі показники біомаси мали еугленофітові водорості (Euglenophyta) у весняно-літній період року. Середньосезонна чисельність синьозелених водоростей (Cyanophyta) коливалась від 2601,6 до 19804,5 кл/дм³, біомаса – від 0,0086 до 8,99 мг/дм³. Водорості відділів Xanthophyta та Dinophyta (Chrysophyta) також були відмічені в літній та зимовий періоди року, однак їхні кількісні показники в порівнянні з домінантними та субдомінантними групами були незначними (від 2476,4 до 13007,8 кл/дм³ – чисельність; від 2,32 до 28,06 мг/дм³ – біомаса). Водорості Rhodophyta були відмічені лише в осінніх і зимових пробах.

Біомаса водоростей фітопланктону в ставках м. Донецька представлена на рис. 1. Максимальне значення біомаси фітопланктону становило 28,62 мг/дм³, що за шкалою оцінки параметрів середовища характеризується як несприятливі умови існування. За шкалою сапробності це відповідає α-мезосапробній зоні та α-полісапробній зоні забруднення.

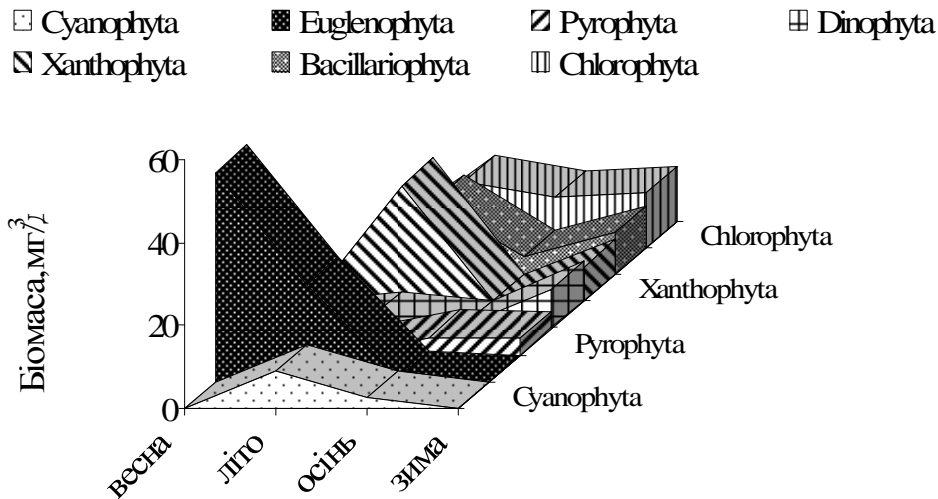


Рис. 1. Динаміка біомаси фітопланктону водойм (ставки Кіровського району м. Донецька).

Біоіндикаційний аналіз сапробності ставків показав, що за сапробністю досліджені ставки відносились до мезосапробної зони (β - та α -мезосапробної підзони) (рис. 2).

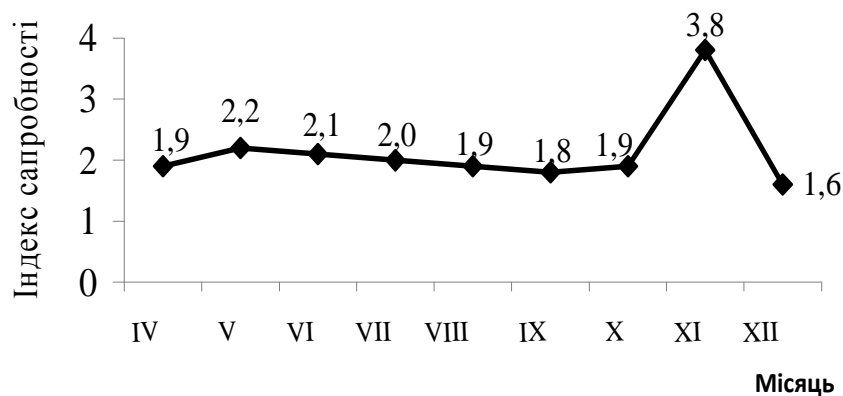


Рис. 2. Сезонні зміни індексу сапробності водойм Кіровського району (м. Донецьк).

Визначення нормованих параметрів біоіндикатора – базидіоміцетів

Індикаторні властивості грибів на даний момент все більше затребувані в оцінці стану навколишнього середовища, а в науковій літературі з'являється все більше способів біотестування навколишнього середовища за допомогою мікологічних об'єктів. Зокрема в низці робіт доведена доцільність використання базидіоміцетів, у тому числі і дереворуйнівних, як індикаторів стану лісу та його забруднення [19, 20]. Звертається увага на здатність цих організмів до надмірного накопичення чи зв'язування полютантів різноманітної природи, зокрема й радіоактивних елементів. Нами розроблено способи визначення стресового стану базидіоміцетів та екологічного стану місця їх зростання, які містять визначення каталазної або пероксидазної активності дикорослих плодових тіл базидіоміцетів *Flammulina velutipes* (Curt.: Fr.) Sing. і *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kumm. з різних, за екологічними умовами, місць зростання та міцеліальних культур цих грибів при штучному культивуванні. Все це зумовлює актуальність розробки технічних умов (ТУ) застосування мікологічних об'єктів у індикації стану довкілля.

Розробка ТУ застосування біологічних об'єктів у індикації довкілля передбачає вивчення реакції досліджуваних організмів на типові забруднювачі середовища. Виходячи з цього першим етапом дослідження було встановлення конститутивної динаміки інтенсивності процесів ПОЛ у міцелії та КФ досліджуваного штаму *F. velutipes* F-610 під час росту на ГПС. Встановлено, що найвищий вміст продуктів ПОЛ як у КФ, так і в міцелії припадає на 5-ту, а

мінімальний – на 20-ту добу його росту.

Наступним етапом дослідження було визначення вмісту продуктів ПОЛ штаму F-610 *F. velutipes* залежно від часу експозиції фенолу або бензопірену в культуральній рідині в концентрації 0,01%. Як видно з отриманих даних (рис. 3), є вірогідний вплив фенолу та бензопірену в цій концентрації на вміст продуктів ПОЛ як у міцелії, так і в КФ.

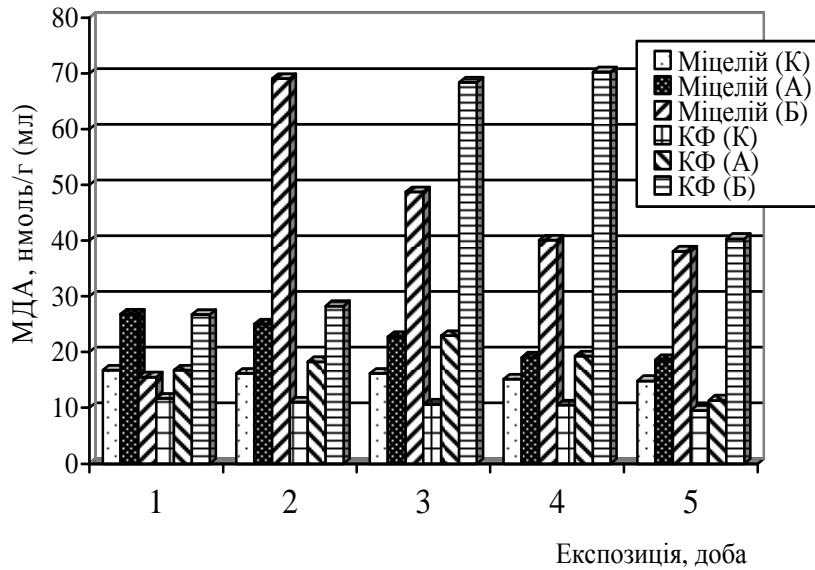


Рис. 3. Вміст продуктів ПОЛ штаму F-610 гриба *Flammulina velutipes* залежно від часу експозиції фенолу (А) та бензопірену (Б).

Максимальна їх кількість у міцелії зафіксована на 24 години експозиції фенолу та перевищувала цей показник у контролі в 1,6 рази; у КФ – на 72 години та зроста порівняно з контролем у 2,16 рази. Культури, в які вносили бензопірен, мали вищі показники вмісту продуктів ПОЛ у міцелії в порівнянні з контролем, за виключенням першої доби експозиції діючої речовини. Максимальна активність ПОЛ у міцелії, що перевищувала в 4,3 рази контроль, була зафіксована на 2 добу експозиції бензопірену. Максимальний вміст продуктів ПОЛ у КФ дослідних культур, що перевищував у 6,4-6,7 рази контроль, зафіксовано на 3 і 4 добу після внесення бензопірену.

Далі вивчали вплив концентрацій від 0,005 до 0,15% фенолу та бензопірену на інтенсивність процесів ПОЛ штаму *F. velutipes* F-610. Обрані концентрації дорівнюють чи перевищують ГДК фенолу і бензопірену (0,01 мг/м³ – у повітрі та 0,001 мг/дм³ – у воді). Вміст продуктів ПОЛ визначали через 24 години експозиції полютантів (рис. 4).

Зміна вмісту продуктів ПОЛ у культуральній рідині при концентрації фенолу 0,005% порівняно з контролем не є вірогідною. Отже, поріг чутливості на фенол – найменша величина параметра, яку може фіксувати штам F-610, є концентрація 0,01%. При цій концентрації вміст ТБК-АП у міцелії перевищує контрольний у 1,6 рази, а в культуральній рідині – у 1,4 рази. Максимальна кількість продуктів ПОЛ у міцелії була зафіксована при концентрації фенолу 0,05% і перевищила контрольну в 9,99 рази. Найбільший вміст ТБК-АП у КФ зафіксовано при концентрації 0,15%, що у 2,95 рази більше за контрольну пробу. Концентрація фенолу в 0,15% є верхнім порогом чутливості для штаму F-610 *F. velutipes*, оскільки подальше підвищення концентрації фенолу в середовищі до 0,3% веде до пригнічення процесів ПОЛ у міцелії та зменшення вмісту їх продуктів у КФ.

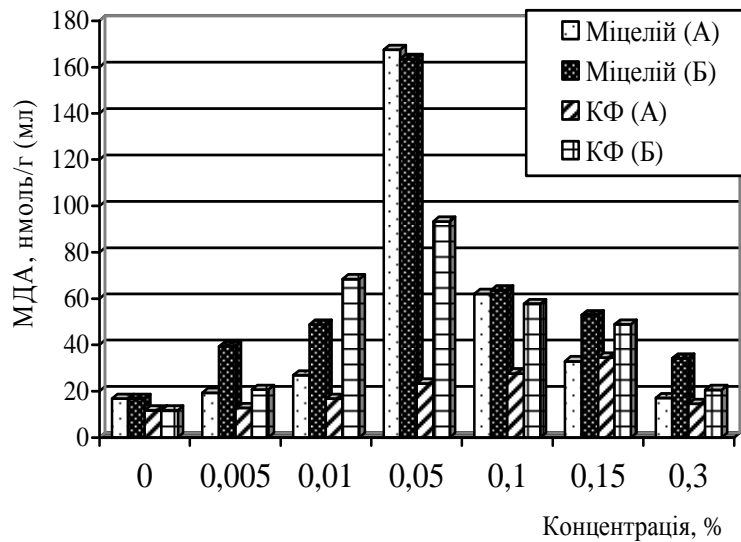


Рис. 4. Вплив різних концентрацій фенолу (А) та бензопірену (Б) на вміст продуктів ПОЛ штаму F-610 *Flammulina velutipes*.

Культури, в культуральну рідину яких вносили бензопірен, мали достовірно вищі показники ПОЛ у порівнянні з контролем. Поріг чутливості на бензопірен – 0,005%. При цій концентрації вміст продуктів ПОЛ у міцелії перевищує контрольний у 2,17 рази, а в культуральній рідині – у 1,77 рази. Максимальна кількість продуктів ПОЛ була зафіксована при концентрації бензопірену 0,05%, яка в міцелії у 9,9 рази та в КФ у 7,9 рази перевищила контроль. Подальше збільшення концентрації бензопірену в КФ від 0,1 до 0,3% веде до поступового зниження інтенсивності процесів ПОЛ порівняно з максимумом, однак він не є меншим за контроль. Отже, у ході дослідів верхній поріг чутливості дослідної культури до цього поллютанту не встановлено.

За розробленими критеріями оцінки екологічного стану довкілля з використанням показників базидіоміцетів [21], вміст продуктів ПОЛ у міцелії штаму F-610 *F. velutipes*, який культивували на ГПС (16,8 нмоль/г), відповідає сприятливим екологічним умовам росту. Внесення бензопірену в концентрації 0,005%, а фенолу – 0,01% веде до інтенсифікації цих процесів і переходу умов росту досліджуваного штаму до несприятливих. Подальше поступове підвищення концентрації цих поллютантів до 0,05% веде до збільшення і продуктів ПОЛ у міцелії, рівень яких відповідає найбільш несприятливим екологічним умовам. Рівень вмісту поллютантів від 0,1 до 0,3% (значно перевершують ГДК) викликає пригнічення процесів ПОЛ. Отже, штам F-610 *F. velutipes* є чутливим і може бути використаним у індикації певних концентрацій розповсюджених поллютантів – фенолу і бензопірену згідно розробленої оцінної шкали.

Визначення нормованих параметрів біоіндикатора – мохів

До параметрів мохів-біоіндикаторів, що підлягатимуть нормуванню, належать особливості морфологічної будови листової пластинки та активність виду. Під час відбору мохів-індикаторів було звернено увагу на наступні ознаки: рослина повинна мати певний рівень чутливості до стресових техногенних факторів; відгук індикатора повинен залежати від рівня впливу; прояв біометричних ознак, що спостерігаються перш за все візуально, повинен мати певну точність та інформативність; висока частота трапляння в населених містах; рівномірність розповсюдження на території міст; придатність для використання на подібних територіях [22]. За сумою обраних показників цих параметрів розраховується інтегральний показник [21, 23], що може бути використаний для проведення екологічного моніторингу.

У результаті проведених досліджень встановлено, що за особливостями будови листової пластинки мохів-індикаторів екологічний стан досліджуваних ділянок Донецької

області є **вкрай несприятливим** (5 балів). Такий стан характеризується наявністю на дослідженій території надтоактивних видів, що відрізняються великою широтою екологічної амплітуди, – зростають у різноманітних екотопах, у багатьох ценозах, усі вони є домінантами мохових угруповань у тих чи інших ценозах і складають основну частку мохового покриву промислових територій (рис. 5).

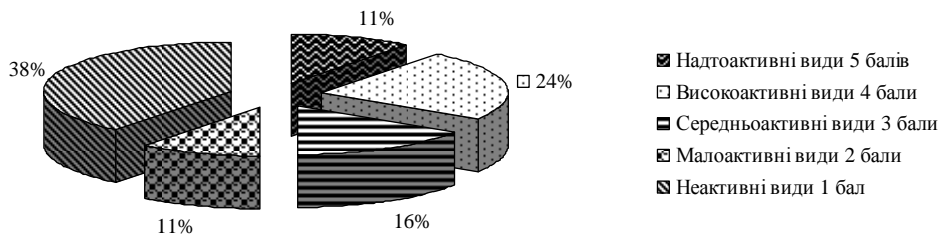


Рис. 5. Ценотична активність мохоподібних Донецької області.

Несприятливим екологічний стан середовища (4 бали) характеризується за наявності високоактивних видів мохів, які не мають чітких проявів залежності від хімізму субстрату та переважно є геліофітами. **Субнормальним** (3 бали) екологічний стан середовища є за наявності середньоактивних видів мохів. Загалом це мезотрофи та геліосціофіти, за хімізмом субстрату більшість з них є еврифілами.

Нормальним екологічний стан середовища (2 бали) вважається за умов переважання в ценотичній структурі мохоподібних малоактивних видів. Переважно це мезотрофні та інцертофільні види мохів. **Відносно сприятливим** (1 бал) екологічний стан середовища вважається за умов переважання неактивних видів, серед яких загалом переважають мезоксерофітні та мезофітні види.

Також було встановлено, що на досліджених ділянках Донецької області найчастіше траплялися листові пластинки, за параметрами яких екологічний стан середовища оцінювали як **субнормальний** та **несприятливий** (3 і 4 бали відповідно). Параметри листових пластинок, що відповідали оцінці середовища як **вкрай несприятливого** (5 балів), також траплялися нерідко.

Визначення нормованих параметрів біоіндикатора – квіткових рослин

Для визначення параметрів, що можуть підлягати нормуванню за блоком квіткових рослин на південному сході України, ми застосували показники структурної мінливості рудерального виду із широкою екологічною амплітудою – *Echium vulgare* L.

Пригнічення росту листків *E. vulgare* знаходиться в прямій позитивній залежності зі ступенем забрудненості (за віддаленням від джерел забруднення), тому багато показників мінливості листових пластинок мають фітоіндикаційне значення. Нами встановлено, що в забрудненій зоні показники симетрії зменшуються з одночасним зростанням кількості продихів і трихом на всій поверхні листової пластинки. Показовим та інформативним є також збільшення коефіцієнту асиметрії верхівки листової пластинки. Межі коливання середніх значень лінійних розмірів листку складають: для довжини – 11,15-13,97 см; ширини – 1,21-1,87 см. Відносна площа листової пластинки варіює від 14,64 до 22,37 см².

Значення продихового індексу варіюють від 190 до 370 шт./мм². Під час вегетаційного періоду в зоні сильного забруднення спостерігається значне збільшення цього параметру.

Таким чином, при збільшенні ступеня антропогенного навантаження відбувається посилення ксероморфності листової пластинки: зменшується площа листка, зростає продиховий індекс. У той самий час спостерігається збільшення довжини жилок на одиницю площі поверхні листової пластинки. Вказані зміни є захисною адаптаційною реакцією асиміляційного апарату до умов техногенного забруднення.

Адаптації проявляються і при формуванні продихового апарату. Протягом більшої частини вегетаційного періоду в зоні посиленого забруднення продиховий індекс вище, ніж у зоні слабкого забруднення. Дана особливість може бути пов'язаною з тим, що при

підвищеному рівні забруднення відбувається порушення газообміну листків з навколишнім середовищем. Велика кількість продихів може слугувати механізмом покращення регулювання інтенсивності газообміну. Отримані дані свідчать про те, що за умов підвищеної концентрації забруднюючих речовин спостерігається зменшення загальної кількості та довжини меживузль дворічного пагону *E. vulgare*, спостерігається їхня скупченість. Це призводить до появи карликових форм. Такі зміни у структурі пагону можуть бути зумовленими також зміною таких факторів, як температура, кількість опадів, освітленість, які діють сумісно з антропопресингом.

Стан пилкових зерен може мати велике індикаційне значення. Нами було використано метод визначення життєздатності пилку в лабораторних дослідженнях. Проводили пророщування пилку на штучних середовищах методом Д. А. Транковського та визначали фертильність пилку фарбуванням за допомогою ацетокарміну й метиленового синього. У зв'язку з періодом цвітіння синяку звичайного у строки з кінця червня до кінця вересня нами було використано матеріали палінологічного експерименту для наступних екоотопів: МТ №1-9. У результаті експерименту було встановлено, що ацетокармін і метиленовий синій є альтернативними барвниками і можуть бути використані автономно з достовірним одержанням однакових результатів (якщо порівнювати якість пилку в однорідній виборці та виділяти фракції пилку в токсикологічному блоці досліджень).

При визначенні показника ступеня дефектності пилкових зерен (СДП) було встановлено, що для контрольних ділянок він не перевищував 3,4% від загальної кількості пилку. В умовах екоотопів промислових регіонів СДП варіював від 15 до 34%, що вказує на типову трансформацію в чоловічій генеративній сфері при збільшенні ступеня антропогенного навантаження в урбаністичному середовищі і в промислових зонах. Такий показник зручний для інтерпретації комплексної характеристики токсичного рівня в середовищі, значення якого здебільшого корелюють зі ступенем трансформації екоотопу. Було розглянуто пилкові матеріали рослин, що зростають у різних екоотопіях: МТ № 6, 7, 9. Виходячи з отриманих даних можна припустити, що існує зв'язок між наявністю токсичного навантаження та життєздатністю пилку.

Функціонально важливо знати також співвідношення фертильно-стерильних пилкових зерен, встановлене за різними методами. Тому, крім вивчення фіксованого матеріалу, ми проаналізували процес проростання пилкових зерен на збагачених субстратах у перші три дні після посіву в умовах 20%-вої сахарози. Моделювали різні концентрації поживного розчину, але візуальну різницю одержали лише при використанні такої концентрації речовини для пророщування зрілих пилкових зерен *E. vulgare*.

Пилкові зерна *E. vulgare* при проростанні на 20%-вій сахарозі на третю добу експерименту оброблено при збільшенні 7 X 40 з відповідним барвником – метиленовим синім. Отримані результати кількісно збігаються з встановленим цифровим матеріалом за відношенням фертильних пилкових зерен до стерильних, що вказує на меншу регенераційну можливість *E. vulgare* в умовах техногенних екоотопів.

Таким чином, встановлено, що характер і швидкість реалізації процесу проростання пилку для промислових екоотопів значно уповільнений (або частково не проявляється зовсім) порівняно з контрольними ділянками. Життєздатність у даному випадку визначається здатністю пилку проростати на штучних середовищах. У випадку з відносно чистими районами фертильний пилко, узятий з контрольної зони, складає понад 97%, а нежиттєздатний – не перевищує 3% (МТ № 9). Стерильний пилко, зібраний з рослин, що зростають на промислових ділянках (МТ № 6), перевищує процентну кількість стерильного пилку з контрольної зони і складає 25%. Відповідно пилко з експериментальної зони, здатний до проростання, складає 75% від загальної кількості.

Проте в більшості випадків наявність 30 і навіть 40% стерильних та дефектних пилкових зерен у загальному обсязі вибірки не може істотно вплинути на якість насінного матеріалу, оскільки кількість пилкових зерен у кілька мільйонів разів більше продукується з надлишком. Тому показник дефектності пилку для такого рудерального виду з широкою

екологічною амплітудою як *E. vulgare* має більш інформативне значення в індикаційному моніторингу, ніж, наприклад, у вивченні потенційної та реальної насінневої репродуктивності виду, оскільки навіть за таких умов техногенних трансформацій вид здатний виживати та утворювати насінний матеріал у достатній кількості для поновлення ценопопуляційних структур.

Генеративні органи *E. vulgare* також чутливі до впливу забруднень. У їх структурі, а саме в будові частин квітки, спостерігаються помітні анатомо-морфологічні зміни, які можуть слугувати індикаційним показником, що в подальшому використовується для нормування антропогенного навантаження на довкілля. При аномальній будові генеративних органів порушується розвиток плодів від незначних пошкоджень до повної нежиттєздатності. Виявлення таких порушень свідчить про високий ступінь трансформації середовища, оскільки перш за все зміни виникають у вегетативних органах.

У ході нашої роботи було досліджено більше ніж 150 суцвіть *E. vulgare*, зібраних у зоні дії підприємств. Проведено аналіз генеративних органів на наявність тератів. Аналіз одержаних даних показав, що частота трапляння квіток із порушенням оцвітину складає 17,65 і 15,68%. При цьому частіше зустрічаються квітки з чотирма пелюстками – їх 12,98 і 12,08% від усіх квітів з порушеною оцвітину. Стосовно андроцею, спостерігається зменшення кількості тичинок від п'яти, що є нормою для *E. vulgare*, до однієї-двох. Спостерігається наступна тенденція: квіток з однією тичинкою – 1,21 і 2,55%; з двома – 1,21 і 3,22%; з трьома – 3,82 і 3,89%; з чотирма – 9,04 і 8,86%.

Також було виявлено порушення в будові гінцею, які проявляються у вигляді вкорочення маточки або її повної відсутності. Згідно з отриманими даними 16,37 і 16,39% досліджених квіток мають вкорочену маточку; 9,04 і 12,14% характеризуються її відсутністю. Виявлені порушення в будові квітки *E. vulgare*, що зростає на територіях забруднення.

Нами визначено, що частота трапляння суцвіть шишкоподібного типу є інформативним показником антропогенного навантаження на середовище. Найбільше значення цього показника (12%) зареєстровано у МТ №1, середі значення (3-4%) – у МТ № 3, 4, 5; у МТ № 8, 9 цього явища нами не відмічено.

Плід за формоутворюючими позиціями відповідає тенденціям його формування на стадій цвітіння рослини. Сформовані плоди та характер їх проростання ми вивчали для зборів МТ № 2, 7, 9. За скульптурою поверхні плоду найбільш зморшкуваті плоди (до 45%) є характерними для МТ № 2, для решти 3 і 5%. Форма плоду в нормі здебільшого гексагональна (МТ № 9), в інших точках ми визначали дископодібні (до 5-7%) та тупо-чотиригранні (3-7% для МТ № 2). Абсолютні показники плоду для МТ № 2 – $0,89 \pm 0,02$ мм; № 7 – $1,15 \pm 0,04$ мм; № 9 – $1,23 \pm 0,14$ мм. Тератологічні прояви в сім'ядольному апараті визначали на стадії проростання, для МТ № 2, із 100 проростків біло зафіксовано 4 форми синкотилії та 3 випадки схізокотилії, що вказує на прояв ембріо-тератогенного ефекту в зародках як реакції на несприятливі фактори при формуванні плодів. Динаміка проростання насінин визначила, що формування проростків проявляється в середньому на 3-ю добу експерименту, у контрольному зборі 98%, а у дослідних (МТ № 2) – 16%.

Індикаційну шкалу за комплексом інформативних ознак пропонується звести за сумарною таблицею, де прояви впливу несприятливих факторів визначаються більшими індексами. При цьому для параметричних індикаційних критеріїв оцінюють діапазон варіабельності ознаки за 3 балами, а для непараметричних – наявність (за 2 балами). Так, ознаки 1-5, 7-12, 15 за 3-бальною шкалою, а 6, 13, 14, 16, 17 – за 2-бальною. Таким чином, максимум набраних балів може бути 46, що відповідає максимальному рівню забруднення довкілля (табл. 2).

Отже, рівень структурних порушень у рослині відповідає ступеню наближеності до джерел забруднення, що вказує на індикаційну значущість *Echium vulgare* в умовах закладеної моніторингової мережі. Саме цю індикаторну значущість ми пропонуємо до використання у нормованих показниках забруднення в умовах промислового регіону.

Зведена таблиця за сумаційним індикаційним показником

MT	Пробні площі зростання <i>Echium vulgare</i> L.	Сума індикаційних ознак, бали
1	Донецький металургійний завод	45
2	Металургійний комбінат «Азовсталь»	42
3	ВАТ «Маріупольський металургійний комбінат ім. Ілліча»	40
4	Єнакіївський металургійний завод	30
5	Макіївський металургійний комбінат	25
6	Краматорський металургійний завод	25
7	Костянтинівський металургійний завод	20
8	с. Серебрянка	7
9	с. Дронівка	5

Визначення нормованих параметрів біоіндикатора – панцирних кліщів

Екологічний моніторинг здійснено на базі відібраних параметрів біоіндикатора на трьох промислових об'єктах Донецької області. До параметрів біоіндикатора – панцирних кліщів входять середня щільність населення, видове багатство, структура домінування, співвідношення життєвих форм та індекс екологічного різноманіття Шеннона. За сумою показників цих параметрів розраховується інтегральний показник [21, 23], який може використовуватися для проведення екологічного моніторингу.

У результаті проведених досліджень встановлено, що за інтегральним показником порогів чутливості угруповань панцирних кліщів екологічний стан досліджуваної техногенної ділянки промислового майданчика ДП «Артемсіль» в цілому є **вкрай несприятливим**. Це стосується показників як у літній, так й в осінній періоди; у весняний період стан характеризується як **несприятливий**. У буферній зоні навколо підприємства досліджувані показники характеризують екологічний стан як **субнормальний** навесні та **несприятливий** влітку й восени (рис. 6).

За інтегральним показником порогів чутливості угруповань панцирних кліщів екологічний стан досліджуваної техногенної ділянки промислового майданчика Харцизького трубного заводу (ХТЗ) в цілому є **несприятливим**. У буферній зоні навколо підприємства досліджувані показники характеризують екологічний стан середовища як **субнормальний**.

Встановлено видовий склад і досліджено особливості структури угруповань панцирних кліщів трьох житлових масивів міста Горлівки («Сонячний», «Хімік» і «Аргентина») навколо промислового комплексу «Концерн Стирол». У житловому масиві «Сонячний», що розташований на північному заході від «Концерну Стирол», екологічний стан, який розрахований за інтегральним показником, в цілому є **субнормальним** у весняний період і **нормальним** у літній період і восени. У житловому масиві «Аргентина», що розташований на захід від «Концерну Стирол», стан навколишнього середовища є **нормальним** у літній період і **несприятливим** весною й восени. У житловому масиві «Хімік», що розташований на південь від «Концерну Стирол», екологічний стан є більш порушеним у порівнянні з попередніми ділянками, та може бути охарактеризований як **субнормальний** у весняний період і **несприятливий** влітку й восени (див. рис. 6).

Таким чином, екологічна структура угруповань панцирних кліщів досліджених техногенних ділянок у цілому є порушеною та типовою для антропогенно трансформованих екосистем і характеризується достатньо низькими показниками щільності населення, видового багатства, індексів екологічного різноманіття та порушеними структурою домінування й розподілом життєвих форм.

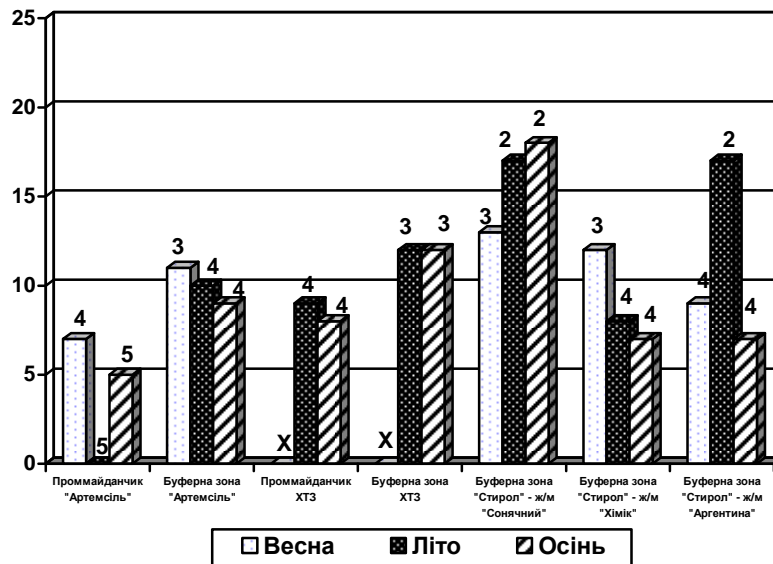


Рис. 6. Якість навколишнього середовища на промислових майданчиках, у буферній зоні та у житлових масивах навколо підприємств: **2** – нормальний стан (16-20 балів), **3** – субнормальний стан (11-15 балів), **4** – несприятливий стан (6-10 балів), **5** – вкрай несприятливий (0-5 балів).

Примітка: X – дослідження не проводились.

Визначення нормованих параметрів біоіндикатора – шовковичного шовкопряда.

У результаті проведених досліджень було встановлено, що інтенсивність хемотаксису у гусениць гібриду шовковичного шовкопряда значно перевищувала інтенсивність хемотаксису інших варіантів.

Результати оцінки інтенсивності хемотаксису гусениць-«мурашів» на запах листя шовковиці (три серії дослідів) за варіантами наведені в табл. 3.

Таблиця 3

Інтенсивність хемотаксису гусениць-«мурашів»

Ступінь гетерозиготності лінії шовковичного шовкопряда	Інтенсивність хемотаксису, шт./за 30 хв.
1. Мерефа-6 – порода	126 ± 3,0
2. Мерефа-6 x Мерефа-7 – полігібрид	194 ± 3,6 *
3. Мерефа-6 – партеноклон	53 ± 3,3 **

Примітка. * – достовірність відмінностей між гібридом та породою (p<0,01 за t-критерієм Стьюдента); ** – достовірність відмінностей між партеноклоном породою і гібридом (p<0,01 за t-критерієм Стьюдента).

Результати токсикологічних досліджень (три серії дослідів) впливу фосфаміду в різних концентраціях на різні за ступенем гетерозиготності лінії шовковичного шовкопряда наведені в табл. 4.

Використовуючи метод пробіт-аналізу, побудовано графічні залежності загибелі гусениць від дози фосфаміду (рис. 7).

Отримані дані свідчать, що загибель 50% гусениць породи Мерефа-6 відбувається при концентрації фосфаміду – 0,01 мг/л. Напівлетальна доза (LD₅₀) для гібрида складає 0,04 мг/л; а для партеноклону – 0,008 мг/л.

Таблиця 4

Чутливість гусениць-«мурашів» різних ліній шовковичного шовкопряда до фосфаміду

Концентрація фосфаміду, мг/л	Лінії шовковичного шовкопряда					
	Мерефа- 6 – порода		Мерефа- 6 – партеноклон		Мерефа-6 x Мерефа-7 – полігібрид	
	Загибель гусениць		Загибель гусениць		Загибель гусениць	
	%	пробіти	%	пробіти	%	пробіти
0,004	9,1±1,1	3,66	20,41±1,7	4,6	3,02±1,4	3,12
0,008	32,3±1,3	4,54	48,2±1,7	4,95	20,6±1,7	4,16
0,01	46,4±2,0	4,91	79,0±1,3	5,8	38,0±1,8	4,69
0,04	59,6±1,6	5,23	99,0±1,0	7,32	50,0±1,0	5,0
0,08	81,6±5,89	5,89	100	8,72	71,3±1,4	5,56

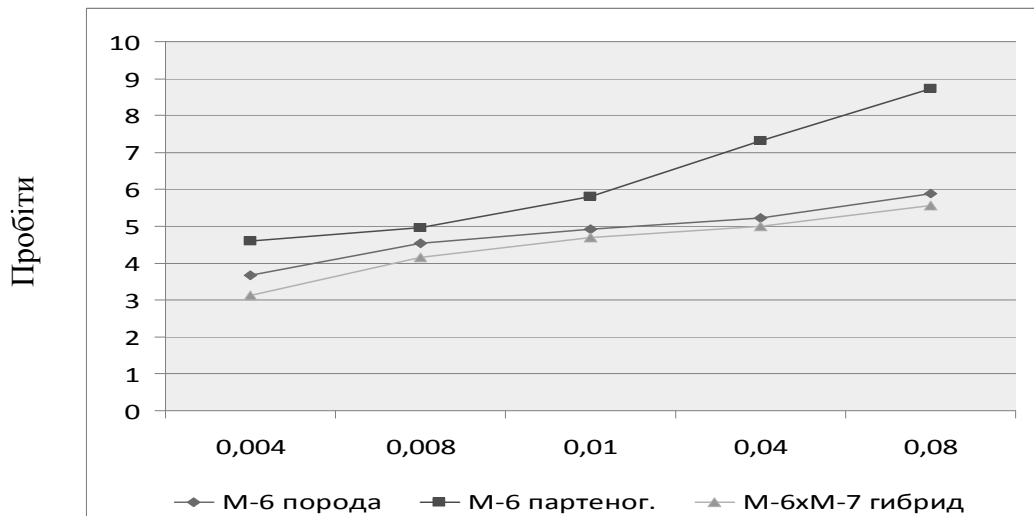


Рис. 7. Залежність загибелі гусениць-«мурашів» від дози фосфаміду.

Групування отриманих даних щодо вивчення хемотаксису гусениць та чутливості гусениць до концентрації фосфаміду (LD₅₀) дало змогу встановити існування зворотної залежності між інтенсивністю хемотаксису і чутливістю гусениць-«мурашів» до токсикантів (табл. 5).

Таблиця 5

Інтенсивність хемотаксису гусениць-«мурашів» та їх чутливість до дії токсиканту

Ступінь гетерозиготності лінії шовковичного шовкопряда	Інтенсивність хемотаксису, шт./30 хв.	Чутливість гусениць до фосфаміду (LD ₅₀ , мг/л)
Мерефа-6 – порода	126 ± 3,0	0,01
Мерефа-6 – партеноклон	53 ± 3,3	0,008
Мерефа-6 x Мерефа-7 – полігібрид	194 ± 3,6	0,04

Встановлено, що для добору найбільш чутливих ліній шовковичного шовкопряда слід відбирати лінії з нижчою інтенсивністю хемотаксису.

Запропонований спосіб дає змогу добирати найбільш чутливі лінії біоіндикатора за мінімальною інтенсивністю хемотаксису. Внаслідок цього відпадає необхідність трудомістких та тривалих токсикологічних досліджень і складних розрахунків.

Визначення нормованих параметрів психофізіологічного стану людини.

За результатами попередніх і додаткових досліджень щодо змін у швидкості переробки інформації (ШПІ) людини на дію несприятливих факторів середовища встановлено, що

поряд зі зміною вищезначеного показника відбувається вірогідне ($p < 0,001$) збільшення забування отриманої інформації.

Вказані зміни відбувалися протягом певного часу, а саме: часу мешкання людини на техногенно трансформованих територіях (рис. 8).

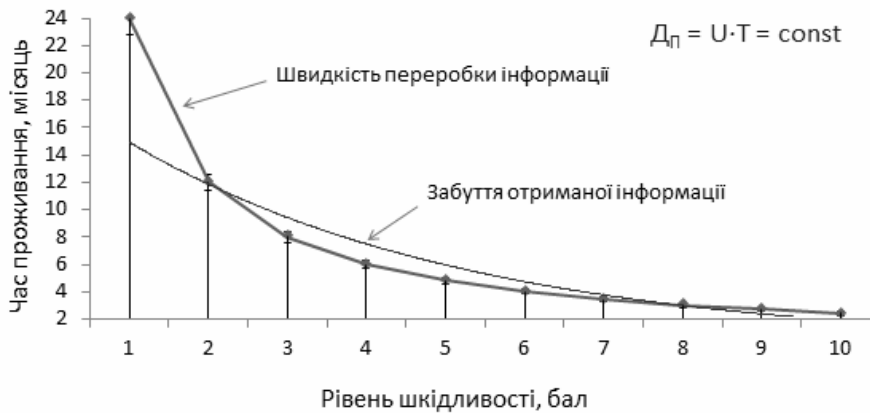


Рис. 8. Зміна параметрів показника ШПІ людини.

За результатами досліджень додаткових моніторингових точок виявлено вірогідну зміну порогових значень швидкості переробки інформації в середньому на 57% упродовж десятирічного проживання людини в умовах екологічної шкідливості. Також встановлено збільшення коефіцієнта забування отриманої інформації на 70% за 10 років мешкання людини на несприятливих за екологічним станом територіях.

Таким чином, за результатами проведених досліджень виявлено психофізіологічний показник ШПІ, параметри якого в подальшому будуть підлягати нормуванню для використання в екологічному моніторингу.

Висновки

1. Кількісні показники фітопланктону (індекс сапробності та біомаса) можуть бути використані для нормування параметрів водойм. Встановлено, що й опосередковано можна оцінити кількість водоростей, наприклад, за вмістом хлорофілу *a*.

2. Основним параметром, що підлягає нормуванню при проведенні біоіндикаційних досліджень з використанням *F. velutipes*, є реакція-відповідь процесів ПОЛ цього базидіоміцету на фенол і бензопірен. Проаналізовані та систематизовані дані вмісту продуктів ПОЛ культури *F. velutipes* в залежності від концентрації цих полютантів у середовищі, які є основою подальшої розробки технічних умов застосування мікологічних об'єктів у мікоіндикації та мікомоніторингу довкілля.

3. Параметрами мохів-біоіндикаторів, що підлягатимуть нормуванню, є морфологічна будова листової пластинки та активність виду. На досліджених територіях Донецької області найчастіше траплялися листові пластинки з параметрами, за якими екологічний стан середовища оцінювався як *субнормальний* та *несприятливий*. Встановлено переважання неактивних і високоактивних видів мохів.

4. Показники морфології та архітектоники *Echium vulgare* (загальною кількістю 17 ознак) з урахуванням їх параметричних або непараметричних значень, діапазона варіювання та ступеня вираження прояву токсикогенного ефекту характеризують специфіку прояву ксероморфності в умовах посиленого промислового навантаження. Меншими становляться довжина та ширина листка, кількість фертильних пилових зерен; більшими – асиметрія верхівки листка, кількість жилок і модусів у порядку галуження пагону, продиховий індекс, ступінь дефектності пилку, частота стрівальності тератологічних квіток, суцвіть та ембріональних проявів; також з'являється специфічне опушення листку, форми плоду (дископодібні та тупо-чотиригранні) та скульптури плодів, що корелює із енергією їх

проростання та проявом життєздатності. Рівень структурних порушень у рослини відповідає ступеню наближеності до джерел забруднення, що вказує на індикаційну значущість *Echium vulgare* в умовах закладеної моніторингової мережі.

5. Параметрами, що підлягатимуть нормуванню при проведенні біоіндикаційних досліджень з використанням угруповань панцирних кліщів, є середня щільність населення, видове багатство, структура домінування, співвідношення життєвих форм та індекс екологічного різноманіття Шеннона. У результаті екологічного моніторингу, проведеного на базі розробленого комплексу нормативних параметрів угруповань панцирних кліщів трьох промислових об'єктів Донецької області, встановлено, що екологічний стан промислових майданчиків і буферних зон навколо підприємств ДП «Артемсіль» (м. Соледар) і Харцизького трубного заводу (м. Харцизьк) є *вкрай несприятливим та несприятливим*, а житлових масивів «Сонячний», «Хімік» і «Аргентина» навколо концерну «Стірол» (м. Горлівка) – варіює від *нормального до несприятливого* залежно від періоду року.

6. При проведенні біоіндикаційних досліджень за допомогою шовковичного шовкопряда параметрами, що підлягатимуть нормуванню, є температура повітря, відродження гусениць із грени, ступінь гетерогенності біоматеріалу (за інтенсивністю хемотаксису), виживаність гусениць. Запропоновано новий спосіб, який дає змогу добирати для проведення біоіндикації найбільш чутливі лінії біоіндикатора за мінімальною інтенсивністю хемотаксису.

7. Найбільш чутливим показником психофізіологічного стану людини на дію екологічно несприятливих факторів середовища є швидкість переробки інформації. Встановлено зниження цього показника у 57% людей, що проживають на екологічно несприятливих територіях. Визначено параметри нормування швидкості переробки інформації у людини (характер, об'єм, швидкість подавання та сприйняття інформації).

Список літератури

1. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://library.fentu.ru/book/iise/69/index.html>
2. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://tsilecolog.ucoz.ru/load/vi_glava_ehkologicheskoe_normirovanie_standartizacija_i_sertifikacija/1-1-0-8
3. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ecology-portal.ru/publ/13-1-0-370>
4. Водоросли. Справочник / Вассер С. П., Кондратьева Н. В., Масюк Н. П. и др. – К.: Наук. думка, 1989. – 608 с.
5. Федотов О. В. Колекція культур шапинкових грибів – основа мікологічних досліджень та стратегії збереження біорізноманіття базидіоміцетів / О. В. Федотов, О. В. Чайка, Т. Є. Волошко, А. К. Велигодська // Вісник Донецького нац. ун-ту. Сер. А. Природн. науки. – Донецьк: ДонНУ, 2012. – № 1. – С. 209–213.
6. Капич А. Н. Содержание в грибах продуктов перекисного окисления липидов, реагирующих с тиобарбитуровой кислотой / А. Н. Капич, Т. С. Гвоздкова // Микол. и фитопатол. – 1998. – Т. 32, вып. 4. – С. 30–36.
7. Глухов О. З. Фітоіндикація металопресінгу в антропогенно трансформованому середовищі / О. З. Глухов, А. І. Сафонов, Н. А. Хижняк. – Донецьк: Норд-Прес, 2006. – 360 с.
8. Буланова-Захваткина Е. М. Панцирные клещи – оribатиды / Е. М. Буланова-Захваткина. – М.: Высш. шк., 1967. – 254 с.
9. Engelmann H.-D. Zur Dominanzklassifizierung von Bodenartropoden / H.-D. Engelmann // Pedobiologia. – 1978. – Bd. 18, Hf. 5/6. – S. 378–380.
10. Криволицкий Д. А. Морфо-экологические типы панцирных клещей (Acariformes, Oribatei) / Д. А. Криволицкий // Зоол. журн. – 1965. – Т. 44, вып. 8. – С. 1176–1189.
11. Панцирные клещи: морфология, развитие, филогения, экология, методы, исследования, характеристика модельного вида *Nothrus palustris* C. L. Koch, 1839 / [Д. А. Криволицкий, Ф. Лебрен, М. Кунст и др.] / Под ред. Д. А. Криволицкого. – М.: Наука, 1995. – 224 с.

12. Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение: пер. с англ. / Э. Мэгарран. – М.: Мир, 1992. – 184 с.
13. Головка В. О. Шовківництво / В. О. Головка, А. З. Злотін, М. Ю. Браславський та ін. – Харків: РВП «Оригінал», 1998. – 416 с.
14. Остапенко Л. А. Новый способ отбора высокожизнеспособных гусениц тутового шелкопряда по реакции хемотаксиса / Л. А. Остапенко, А. З. Злотин // Изв. Харьков. энтомол. общ-ва. – 2000. – Т. 8, вып. 1. – С. 73–75.
15. Злотін О. З. Новий тест-об'єкт для біологічної оцінки залишкових кількостей інсектицидів / О. З. Злотін, О. В. Без'язична // Доп. АН України. – 1994. – № 3. – С. 175–177.
16. Спосіб оцінки впливу екологічних умов на людину за психофізіологічним станом організму / Беспалова С. В., Говта М. В., Горецький О. С., Максимович В. О. Патент 27501 України, МКІ А61В 5/16. – Патент на корисну модель № u200702054; Заявл. 26.02.2007; Опубл. 12.11.2007. – Бюл. № 18.
17. Лобашев В. Д. Когнитивная модель усвоения учебной информации / В. Д. Лобашев // Современные проблемы науки и образования. – 2006. – № 5. – С. 74–76.
18. Беспалова С. В. Автоматизований моніторинг екологічного стану поверхневих вод / С. В. Беспалова, Н. М. Лялюк, Д. М. Афанасьєв та ін. // Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону. – 2011. – Вип. 1 (11). – С. 9–25.
19. Гродзинська Г. А. Макроміцети – біоіндикатори забруднення радіоцезієм лісових екосистем України / Г. А. Гродзинська, С. О. Сирчин, М. Д. Кучма, В. В. Конішук // Вісник НАН України. – 2008. – № 9. – С. 26–37.
20. Дудка І. О. Мікологічний моніторинг як засіб оцінки і прогнозування фітосанітарного стану лісових екосистем / І. О. Дудка, Т. О. Мережко, В. П. Гайова // Укр. ботан. журн. – 1994. – Т. 51, № 6. – С. 53–59.
21. Беспалова С. В. Критерії оцінки екологічного стану середовища за порогоми чутливості біоіндикаторів / С. В. Беспалова, О. С. Горецький, О. З. Глухов та ін. // Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону. – 2011. – Вип. 1 (11). – С. 25–43.
22. Глухов О. З. Біоіндикація техногенного забруднення навколишнього середовища південного сходу України / О. З. Глухов, О. В. Машталер. – Донецьк: «Вебер» (Донецька філія), 2007. – 156 с.
23. Беспалова С. В. Визначення порогів чутливості біоіндикаторів на дію екологічно несприятливих факторів середовища / С. В. Беспалова, О. С. Горецький, О. З. Глухов та ін. // Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону. – 2010. – Вип. 1 (10). – С. 9–25.

Беспалова С. В., Горецький О. С., Злотин А. З., Максимович В. А., Говта Н. В., Лялюк Н. М., Маркина Т. Ю., Маслодудова Е. Н., Машталер А. В., Сафонов А. И., Федотов О. В., Штирц А. Д. Определение нормативных параметров биоиндикаторов для экологического мониторинга. – Установлены параметры биоиндикаторов (водорослей, базидиомицетов, мхов, цветковых растений, панцирных клещей, шелкопряда и психофизиологического состояния человека), которые подлежат нормированию для проведения экологического мониторинга.

Ключевые слова: нормированные параметры, биоиндикация, экологический мониторинг.

Bespalova S. V., Goretzky O. S., Zlotin A. Z., Maksimovich V. A., Govta N. V., Ljaljuk N. M., Markina T. Yu., Maslodudova E. N., Mashtaler A. V., Safonov A. I., Fedotov O. V., Shtirts A. D. Definition of normative parameters of bioindicators for ecological monitoring. – The parameters of bioindicators (algae, basidiomycetes, mosses, flowering plants, oribatid mites, silkworm moth and psychophysiological state of the man) which are subject to normalization for carrying out of ecological monitoring are defined.

Key words: normalized parameters, bioindication, ecological monitoring.

ФЛОРА, ЕКОЛОГІЯ Й ОХОРОНА РОСЛИННОГО СВІТУ
ФЛОРА, ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА
FLORA, ECOLOGY AND PROTECTION OF THE PLANT KINGDOM

УДК 502.7

© О. В. Василюк, Г. О. Коломицев, І. О. Балашов

**СТЕПИ У СКЛАДІ ЛІСОВОГО ФОНДУ ЛУГАНСЬКОЇ ОБЛАСТІ: ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ
ОХОРОНИ БІОРИЗНОМАНІТТЯ, ЗАГРОЗИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗБЕРЕЖЕННЯ**

Інститут зоології ім. І. І. Шмальгаузена НАН України

01601, МСП, Київ-30, вул. Б. Хмельницького, 15

e-mail: vasyliuk@gmail.com, g.kolomytsev@gmail.com, igor_balashov@ukr.net

Василюк О. В., Коломицев Г. О., Балашов І. О. Степи у складі лісового фонду Луганської області: значення для охорони біорізноманіття, загрози та перспективи збереження. – Проведено аналіз земель лісового фонду Луганської області на предмет присутності в них степових ділянок. Встановлено, що значну частину цих земель складають степи (10%) та деградовані лісові насадження (14%), де наразі відбувається природне відновлення степового ландшафту. Для цих ділянок виявлено 1915 згадок про знахідки 226 видів включених у охоронні списки.

Ключові слова: степ, лісовий фонд, заліснення, охорона, Луганська область.

Вступ

Ландшафт степової зони в Східній Європі, зокрема і на всій території сучасної Луганської області, первинно складався зі степів на вододілі та з дубових і вільхових лісів у долинах і балках [4, 14]. Лише на найвищих частинах Донецької височини, завдяки підвищеній вологості, подекуди ліси виходили за межі понижень рельєфу [1]. Унаслідок того, що степовий ландшафт домінував у степовій зоні Східної Європи принаймні з кінця міоцену, тут утворилося своєрідне біорізноманіття, що включає багато ендеміків, субендеміків і видів спільних лише зі степами Азії [1, 4, 14]. Проте вже до ХІХ століття більшість степів у Східній Європі була знищена, збереглися лише окремі ізольовані ділянки в деяких заповідних об'єктах, на військових полігонах і на територіях, не придатних для сільськогосподарської діяльності. У межах степової зони України збереглося не більше 4% степів, і навіть з цієї частки більша частина порушена випасанням, сінокосінням і навмисним випалюванням [20]. При цьому абсолютна більшість степових видів виявилася не пристосованою до життя в антропогенно трансформованому середовищі і збереглася лише в цих невеликих за площею ізольованих залишках природних степів. Тож площа, яку займали ці степові види, скоротилося у десятки, подекуди сотні, разів. Така ситуація із степовими видами є значно більш загрозливою, ніж з іншими типами рослинності України, і саме серед степових видів є найбільше таких, що знаходяться на межі зникнення. З 1379 видів тварин і рослин, що занесені до Червоної книги України, 435 (31,5%, 159 видів тварин і 276 видів рослин) мешкає чи зростає лише у степах або повністю залежить від них [14, 16, 17, 20]. Отже саме охорона степів має бути наразі одним з найбільш пріоритетних напрямків охорони природи в Україні. Натомість з 2008 р. ситуація зі степами в Україні значно погіршилась. У зв'язку з вимогами Кіотського протоколу щодо необхідного відсотку лісистості (для зменшення викиду парникових газів) видано Указ Президента України від 04.11.08 № 995/2008 «Про деякі заходи щодо збереження та відтворення лісів і зелених насаджень», відповідно до якого керівництво держави активно працює над збільшенням площі лісонасаджень у всіх регіонах України. В цілому така ініціатива здається цілком позитивною, проте на практиці заліснення значною частиною проходить на ділянках не придатних для сільськогосподарської діяльності, тобто часто саме там де збереглися степи [3, 13, 18-22]. При цьому було показано, що для цілей Кіотського протоколу в степовій зоні лісорозведення на вододілі мають швидше негативне значення, оскільки часто вони швидко деградуєть і вигорають, випускаючи при цьому в атмосферу вуглець, який вони отримали з ґрунту [3, 22]. Натомість на таких ділянках саме степи набагато краще зв'язують і відкладають вуглець у ґрунт [3, 22]. Тож лісорозведення на місці степів фактично є

недоцільним з будь-якої точки зору. Залісення степових ділянок проводиться без обстеження біологами, а отже і без урахування ризиків для степового біорізноманіття. З цієї причини залісення степів визнано однією з найбільших загроз збереженню рідкісних видів України. У зв'язку з цим видові нариси 121 виду рослин, включених до останнього видання Червоної книги України [17], містять пряму заборону залісення місць зростання даних видів.

Метою нашого дослідження була оцінка перспективних масштабів залісення степових ділянок Луганської області для наукового обґрунтування недоцільності лісорозведення за рахунок степів на території України.

Для нашого дослідження обрана лише одна адміністративна одиниця – Луганська область. Причинами цьому є велика кількість цілих степових ділянок у межах області, заплановані значні обсяги залісення (100,6 тис. га) (Наказ Державного комітету лісового господарства України №371 від 29.12.2008 «Про затвердження показників регіональних нормативів оптимальної лісистості території України») та значний обсяг наявної інформації про поширення рідкісних видів на території області (біля 8000 пунктів знахідок).

Робота є частиною громадського проекту «Степовий кадастр» [2], що впорядковується та накопичується учасниками громадської кампанії «Збережемо українські степи» починаючи з 2010 р. Аспекти, висвітлені в цій публікації, і наступні дослідження також є ілюстрацією можливостей використання доступних даних та інструментів для виявлення локальних загроз збереженню степових екосистем від лісорозведення в степовій зоні.

Матеріал і методи дослідження

Вихідними даними дослідження стали графічні зображення меж земель лісового фонду, матеріали дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), супровідна картографічна інформація сервісу Google Earth та відомості про локалізацію знахідок степових видів, включених до охоронних списків. Векторний шар геоданих в ГІС (географічні інформаційні системи) із контурами земель лісового фонду створений нами власноруч шляхом геоприв'язки контурів лісових кварталів за даними лісовпорядкування 2006 р. Маючи на меті дослідження масивних лісонасаджень та проблеми залісення степових ділянок, нами не враховувались лінійні насадження – полезахисні насадження та придорожні лісосмуги, які подекуди також віднесені до земель лісового фонду Луганщини.

Загалом на території Луганської області нами було ідентифіковано та включено до векторного шару 3780 контурів просторово розмежованих ділянок масивних лісонасаджень, земель, переданих під лісорозведення, та байрачних лісів загальною площею 329652 га. Похибка, утворена при перенесенні контурів в ГІС за матеріалами Google Earth, а також не врахування нами при створенні ГІС-даних лінійних лісонасаджень, переданих до лісового фонду, є причиною незначної відмінності отриманих нами даних про площі лісових земель Луганщини відносно офіційних статистичних даних.

Другим етапом робіт став аналіз отриманих даних за допомогою матеріалів ДЗЗ і супутніх картографічних даних, доступних в Google Earth, та диференціація їх на чотири основні групи: а) землі лісового фонду, що дійсно є лісами; б) землі лісового фонду, що реально є степами і не мають ознак залісення; в) землі лісового фонду, що були зайняті штучними лісопосадками, проте значною мірою деградували і прямують до відновлення природного степового ландшафту; г) нещодавно залісені ділянки, що вже не є степовими проте і не є лісом. Аналіз здійснювався візуальним шляхом під час дослідження матеріалів ДЗЗ. Для окремих ділянок здійснювалась верифікація за допомогою порівняння обраного типу класифікації з фотоматеріалами, зібраними авторами під час експедиційних виїздів до Луганщини та матеріалами геоідентифікованої фото бази «Panoramio».

Третім етапом нашого аналізу стало виявлення серед наданих під залісення степів та деградованих лісопосадок місць, для яких наявні відомості про поширення рідкісних видів. До останніх ми відносили види, що занесені до Червоної книги України, Червоного списку Луганської області, додатків Бернської конвенції, Європейського червоного списку та Червоної книги Міжнародного Союзу Охорони Природи. З числа доступних авторам джерел,

переведених в минулому в просторові дані в рамках «Степового кадастру» [2], інформація про знахідки степових видів, що знаходяться під охороною, виявлена для ділянок, на яких розміщено 1083 лісових кварталів (з 44 лісництва 11 лісових господарств області). Загальна кількість згадок видів складає 1915. Відомості про знахідки видів у таких кварталах отримані з 19 літературних і 104 гербарних джерел, а також особистих повідомлень М. Перегрима та О. Надєної. Крім того, певна інформація про поширення рідкісних видів на даних територіях зібрана з результатів всеукраїнських конкурсів юннатських робіт «Вчимось заповідувати» (2005-2009) та «Збережемо степові первоцвіти!» (2010).

Управління картографічними матеріалами, просторовий аналіз, підрахунки площ об'єктів і візуалізацію здійснено в програмі ArcGIS.

Результати та обговорення

У результаті аналізу всі землі лісового фонду Луганської області нами розподілені на 4 групи, для яких розраховані співвідношення у площі (рис. 1). Виявилось, що лісовкриті площі складають 230456,4 га лісового фонду області (70%), степи – 33161,5 га (10%), деградовані лісові насадження – 47170,4 га (14,3%), нещодавно залісенні площі – 18863,4 га (5,7%). Аналогічні розрахунки зроблені також для окремих районів області (табл. 1). Виявлено, що ділянки лісів і деградованих лісів є в усіх районах області, ділянки степів, переданих під залісення, – в усіх районах, крім Кременського району, а ділянки із помітними на знімках ДЗЗ залісеннями останніх років – в усіх, крім Свердловського, Краснодонського та Лутугинського районів.

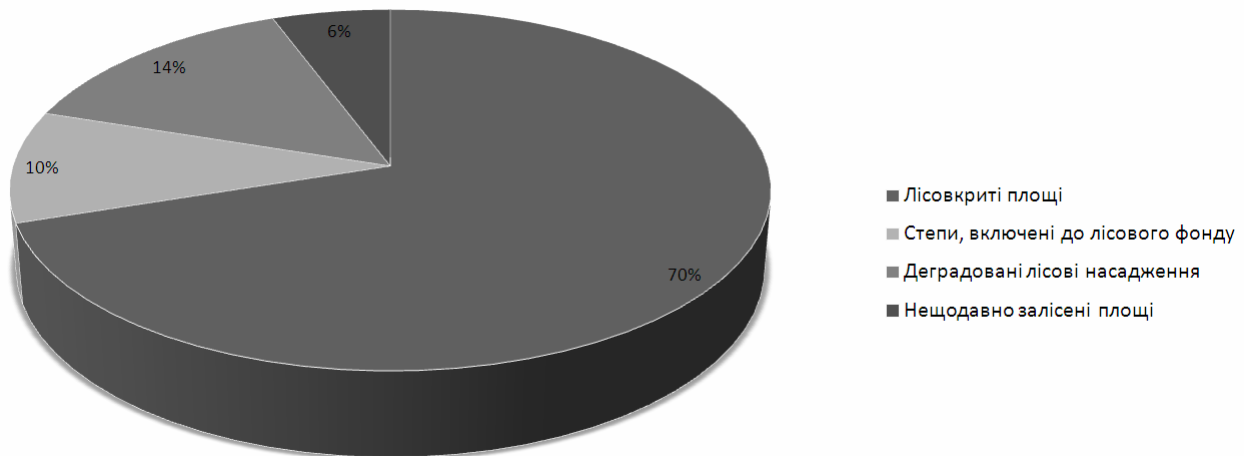


Рис. 1. Розподіл земель лісового фонду Луганської області за результатами аналізу матеріалів ДЗЗ.

При цьому частина суцільних ділянок лісового фонду повністю увійшла до складу конкретної групи, а частина виявилась розбитою на різну кількість фрагментів, приналежних до різних груп. З цього можна зробити висновок, що ділянки лісового фонду Луганщини передавались до його складу у різний час і в різних випадках це були природні байрачні ліси, природні степові ділянки та ділянки агролісів, створених у минулому і не віднесених тоді до земель лісового фонду. Про останнє свідчать не лише історичні факти, а й наявність деградованих штучних лісонасаджень за межами земель лісового фонду, що особливо спостерігається на обширних ділянках Донецького Кряжу в Антрацитівському, Свердловському, Лутугинському та Попаснянському районах.

Деградовані штучні лісові масиви, що втратили зімкнутість крон, імовірно, найближчим часом повністю зруйнуються і перейдуть на етап природного відновлення степового ландшафту. Причинами деградації є група факторів: антропогенні (степові пожежі, викликані підпалюванням трави та стерні; рубка на дрова) та природні (відновлення степової рослинності).

Розподіл земель лісового фонду адміністративних районів Луганської області за результатами аналізу матеріалів ДЗЗ

Райони	Лісовкриті ділянки (га)	Степові ділянки (га)	Деградовані ліси (га)	Новостворені насадження (га)
Старобільський	4643,8	1249,3	201	59,6
Новоайдарський	29437,7	2101,3	2907,3	203,5
Лутугинський	5152,3	773,2	2429,8	0
Слав'яносербський	13594,7	3980,8	1467,9	4,6
Троїцький	3384,2	1998,6	437,9	452,5
Білокуракинський	6800,9	4042,2	517,9	1161,6
Новопсковський	8557,7	1561,8	95,8	159,9
Марківський	5268,2	1697,4	346	148
Міловський	3599,7	1290,5	650,8	118,9
Біловодський	8004,6	1820,8	741,7	123
Станично-Луганський	37349,4	2848,7	1224,8	6946,7
Краснодонський	6601,7	785,7	4636,2	0
Свердловський	2713,7	732,3	5188,3	0
Антрацитівський	16297,7	4429	19772,8	158,1
Перевальський	8968,5	1109,3	3069	7,2
Попасняський	26712,2	1181,5	3676,8	1109,7
Кременський	34925,4	7,9	348,5	8497,1
Сватівський	6882,2	2195,2	86,8	69,9
Всього	228894,6	33805,5	47799,3	19220,3

Природні властивості дерновинних злаків, що складають основу степової екосистеми [4], зумовлюють утворення повсті, яка затримує атмосферні опади біля поверхні ґрунту та сприяє максимально ефективному використанню опадів трав'янистою рослинністю, яка домінує в степу [22]. Таке пристосування сформовано степовою екосистемою в реакцію на кліматичні особливості степового регіону, а саме: рідкісні, проте рясні опади, які зумовлюють необхідність використання атмосферної вологи лише в короткі проміжки часу [6]. Завдяки цій властивості степова кліматична зона формує просторово розділені ділянки степового біому та байрачні ліси, приурочені до зволжених і затінених заглибин ландшафту та долин річок. Співіснування в степовій зоні деревної рослинності та дерновинних злаків на одних ділянках є неможливим, оскільки опади затримуються в повсті і не дістають до коріння дерев, що залягає значно глибше, внаслідок чого деревна рослинність стрімко гине. З цієї причини лісоводи розробляють методики винищення дерновинних злаків у лісопосадках [15] та ретельно позбуваються від них при підготовці лісових ділянок для лісорозведення. Серед таких «бур'янів» В. В. Тарасов та М. А. Альбицька [15] називають усі види ковили, белевалію сарматську, цибулі та інші види, що нині занесені до Червоної книги України. Автори пропонують створювати насадження з щільним пологом лісу, використовувати косіння на галявинах та узліссях і використовувати хімічні засоби «захисту рослин», в даному випадку – знищення степових видів.

У свою чергу, степові злаки не можуть існувати під пологом лісу. Проте після поступового повернення дерновинних злаків до штучних лісопосадок відбувається стрімка деградація останніх та відновлення степової екосистеми. Таким чином, ми припускаємо, що всі деградовані лісонасадження, фрагментарно поширені серед степових масивів, через певний час повернуться до свого природного стану, ставши знову степом. Вже зараз на таких ділянках виявляються степові види, що занесені до Червоної книги України (наприклад, усі

види ковил, пирій ковилолистий тощо) та списків регіонально рідкісних видів. Деякі ділянки наразі деградовані на 100% і повністю повернулись до степового біотопу.

Разом з тим деградовані природні байрачні ліси нами не виявлені. Лише на півночі області (місце переходу степової зони до лісостепу) виявлені ділянки, які мають ознаки формування молодих барачних лісів, наступаючих на лучні степи, але не їх деградації.

Офіційні листи державних установ підтверджують, що багато земель, раніше відданих під заліснення, досі лишаються в незайманому стані. Так, наприклад, відомо що в Перевальському районі Луганщини Перевальське лісництво займає площу 6,9 тис. га, з яких лише 5,4 тис. га вкриті лісом; Чорнухинське лісництво – 4,5 тис. га, з яких покрито лісом лише 3,6 тис. га. (лист Перевальської РДА від 05.12.11 №03-25/3706). Напевно, такі результати підтверджують раціональність збереження степових ділянок у незайманому стані – висаджений ліс на тих територіях з великою вірогідністю може деградувати, звівши нанівець усі зусилля лісорозведення. У зв'язку з цим постає також питання щодо необхідності формування офіційних правил поводження із фрагментами територій лісового фонду, непридатними до лісорозведення, та їх подальшого включення до складу земель природно-заповідного фонду. На сьогоднішній день частка заповідності степів є вкрай низькою. До цього часу нерідко практикується створення «лісових» заповідних територій у степовій зоні та ігнорування потреб охороняти степові ділянки.

Особливої складності на шляху до подальшого аналізу створених нами даних додає наявність обширних площ піщаних арен по лівому березі р. Сіверський Донець. Усі без винятку аренні ділянки входять до складу Кременського, Луганського, Новоайдарського, Сєверодонецького лісомисливських господарств та Станично-Луганського досвідного ЛГ. Загальна площа аренних ділянок, включених до лісового фонду, складає 134377,3 га, тобто 40,8% від загальної площі масивних лісових земель області. Значна частина цих земель зайнята штучними лісонасадженнями (переважно сосновими), що загалом складають 105710,2 га, а відповідно – 46% площі масивних лісовкритих земель області. Решта площі аренних ділянок (21,3% від їх загальної площі), включених до складу земель лісового фонду, переважно перебуває на етапі невдалих спроб створення лісових насаджень і ні степом, ні лісом в повній мірі не є. Лише деякі фрагменти аренних ділянок лишаються збереженими природними піщаними степами. Загальна площа не вкритих лісом аренних земель, для яких важко достовірно визначити їх приналежність до степу або не степу, складає 28667,1 га, що становить 28,9% від загальної площі всіх лісових земель області, не вкритих лісом. Відповідно наявність цього фактору вносить суттєву похибку в можливі статистичні висновки відносно всієї території Луганської області. При подальших дослідженнях і аналітичних підрахунках доцільно диференціювати землі лісового фонду Луганщини в частині арен р. Сіверський Донець та для решти території області.

Нажаль, сьогодні не існує повний масив геоданих щодо контурів територій ПЗФ України і Луганщини зокрема. З цієї причини неможливо зробити точної оцінки площі степових ділянок, що входять до складу ПЗФ у статусі лісових земель. Проте, навіть поверховий аналіз доступних нам контурів ПЗФ свідчить, що таке явище присутнє і потребує більш детального вивчення. Так, наприклад, загальнозоологічний заказник «Лісова Перлина» (Білокуракинський р-н) включає ділянки степів, що числяться у складі кварталів № 2 і 10 Лозно-Олександрівського лісництва Білокуракинського ЛМГ. Ботанічна пам'ятка природи «Співаковський» цілком складається із степової ділянки, але входить до складу ДП «Новоайдарське ЛМГ». «Степові» квартали лісу ДП «Біловодське ЛМГ» входять до складу загально зоологічного заказника «Балка Березова» (Міловський р-н), 5 кварталів ДП «Старобільське ЛМГ» – до складу ботанічної пам'ятки природи «Новобіла» (Новопсковський р-н), ДП «Іванівське ЛМГ» – загальнозоологічні заказники «Іллірійський» (2 квартали) та «Перевальський» (2 квартали), а також ДП «Біловодський ЛМГ» у Біловодському районі – загальнозоологічні заказники «Євсуг-Степове» (50% заказника), «Кононівський» і РЛП «Біловодський» (4 квартали). Крім того, у східній частині загальнозоологічного заказника «Гераськівський» у Марківському районі області виявлено

щойно створений квартал лісонасаджень. Варто загадати також факт заліснення 50 гектарів степу в філіалі Луганського природного заповідника «Трьохізбенський степ» Трьохізбенського лісництва ДП «Луганське ЛМГ» [3].

Виявлено, що деякі степові ділянки лісового фонду є місцями значного скупчення рідкісних степових видів. У межах земель лісового фонду їх виявлено по 30 і більше на ділянці (табл. 2). Всього на таких ділянках зареєстровано 1915 місцезнаходжень 226 рідкісних видів. З них 99 включені до Червоної книги України [17], 22 види включені до Європейського червоного списку, 6 видів – до Червоної книги Міжнародного Союзу Охорони Природи, 12 – до додатків Бернської конвенції і 54 – до Червоного списку Луганської області. Крім того, на території вказаних ділянок зустрічаються види, що не мають охоронних статусів у межах Луганської області, проте охороняються в сусідніх областях. Зокрема, 14 видів мають охоронний статус у межах Харківської області, 34 – у межах Донецької області та 14 – у межах Дніпропетровської області. Вказані списки певною мірою перекриваються, і види в різних випадках знаходяться одночасно в складі 1-5 переліків. Ще 71 вид відноситься до регіонально рідкісних, проте не включений до охоронних списків [7]. У межах включених до складу лісових земель ділянок степу рослинність формує 12 рослинних угруповань, включених до переліку Зеленої книги України (з числа 31 наявного в ній степового угруповання).

При цьому далеко не всі степові ділянки в межах лісового фонду Луганської області ретельно вивчені на предмет присутності на них рідкісних видів тварин і рослин. Напевно, на цих територіях є і багато інших локалітетів рідкісних степових видів, про які нам не відомо.

Така ситуація викликає значне занепокоєння, оскільки, вочевидь, значні площі степових ділянок потрапили до складу лісового фонду після 2008 р. саме з метою заліснення в найближчі роки. Через це у близькому майбутньому абсолютна більшість зі згаданих вище відомих 1915 місцезнаходжень рідкісних видів (а також, непевно, і багатьох інших, про які нам не відомо) буде повністю знищена, оскільки буде втрачено специфічний біотоп, необхідний для збереження цих видів.

Згідно з матеріалами лісовпорядкування 2006 р., що були актуальними на момент появи Указу Президента України від 04.11.08 № 995/2008, у складі лісових земель Луганщини знаходяться 33161,5 га степових ділянок, на яких до цього часу не починались роботи із лісорозведення, що становить 10% від всієї площі лісових земель області. Ця площа становить 5,8% від загальної площі степів Луганщини. Разом з тим, якщо реалізувати наміри щодо створення додаткових лісонасаджень у Луганській області та передати в користування лісгосподарських підприємств ще 100,6 тис. га степів, то частка їх у складі земель лісового фонду зросте до показника 40,6% відносно сучасної площі лісових земель і відповідно до 31,2% від проектної площі земель лісового фонду області. При цьому в складі лісового фонду опиниться 23,2% від всієї площі природних і напівприродних степів області. Зокрема відомо, що в 2010-2011 рр. (тобто після лісовпорядкування 2006 р., за матеріалами якого побудована наша стаття) під заліснення передано 30048 га земель у степовій зоні України, з яких 21% (6310 га) складають землі на території Луганської області [13]. Із цих 30048 га земель у степовій зоні переважають пасовища (38%), кам'яністі землі (25%), яри (13%), малопродуктивна рілля (13%), піщані землі (6%) і сіножаті (5%) [13]. Тобто значною мірою це саме ті території, де збереглися природні степи (кам'яністі землі та яри) або порушені степові ділянки, де проте природний степ може швидко відновитися (пасовища та сіножаті). Такий стан речей ставить під сумнів збереження багатьох регіонально рідкісних і передусім – ендемічних степових видів, ділянки поширення яких переважно не мають охоронного статусу.

Степові види, що підлягають охороні, на землях лісового фонду Луганської області

Державні підприємства	Лісництва	Кількість лісових кварталів	Кількість рідкісних степових видів	Кількість літературних джерел	Кількість гербарних згадок
ДП «Біловодське ЛМГ»	Біловодське	33	85	7	0
	Лозно-Олександрівське	1	7	1	0
	Троїцька	6	8	2	0
	Олексіївське	11	4	3	0
ДП «Білокуракинське ЛМГ»	Білокуракинське	8	6	3	0
ДП «Іванівське ЛМГ»	Чорнухинське	12	7	3	0
	Дяківське	9	26	1	0
	Іванівське	53	46	9	30
	Успенське	2	12	3	6
	Щотівське	6	3	3	0
ДП «Кремінське ЛМГ»	Житлівське	63	7	2	0
	Новокраснянське	92	7	2	0
	Старокраснянське	28	7	2	0
ДП «Луганське ЛМГ»	Миколаївське	22	13	2	17
	Луганське	7	12	6	5
	Славносербське	2	4	2	0
	Трьохізбенське	47	1	1	0
	Перевальське	35	34	7	6
	Стаханівське	12	13	2	1
	Славносербське	17	1	1	0
ДП «Новоайдарське ЛМГ»	Новоайдарське	10	7	4	0
	Ахтирське	2	1	1	0
	Гречишкінське	17	1	1	0
	Піщане	11	1	1	0
ДП «Сватівське ЛМГ»	Сватівське	12	43	4	0
	Містківське	7	9	2	0
ДП «Свердловське ЛМГ»	Ровеньківське	89	61	5	18
	Антрацитівське	62	40	5	16
	Дяківське	28	29	1	0
	Краснодонське	38	5	1	4
	Краснокутське	30	12	1	10
	Оріхівське	81	31	1	0
	Свердловське	5	8	3	3
ДП «Северодонецьке ЛМГ»	Тошківське	12	25	3	1
	Попаснянське	10	13	2	2
	Северодонецьке	30	1	1	0
ДП «Станично-Луганське досвідне ЛМГ»	Піщане	20	9	3	0
	Чугинське	4	1	1	0
	Станично-Луганське	12	6	2	0
	Малинівське	59	33	4	0
	Щастенське	45	10	1	0
ДП «Старобільське ЛМГ»	Білоуцьке	3	9	3	0
	Новопсковське	11	9	4	0
	Старобільське	19	30	5	0
Всього	44	1083	226	19	104

Необхідними заходами щодо збереження степового біотопу та притаманного йому біорізноманіття в Луганській області ми вважаємо:

1. Припинення робіт з лісорозведення на первинно безлісних землях, переданих у користування лісгосподарським підприємствам до обстеження даних ділянок біологами на предмет присутності рідкісних видів; ділянки степів вивести з планів лісорозведення.

2. На виконання вимог Законів України «Про Червону книгу України» та «Про природно-заповідний фонд України» надати ділянкам степового біотопу, на яких виявлені види, включені до Червоної книги України, статусу природно-заповідного фонду. Першочергово необхідно надати природоохоронний статус тим територіям, відносно яких вже підготовлені наукові обґрунтування щодо їх створення. Такими є, наприклад, «Слізаветівський степ» [12], «Мергельний яр» [9], «Добрянські гори» [8], «Ельба» [11], «Білі гори», «Лісне», «Блакитні пагорби», «Перлина Перевальщини», «Алмазне», «Михайлівський каньйон» [10], «Вітрогон», «Балка Журавка», «Картамишські рудопроявлення», «Іллірійське нагір'я», «Анненівське узвишся», «Адріанопільський степ» і «Нагольний Кряж» у Луганській області.

3. Здійснити широкомасштабний огляд біорізноманіття степів області шляхом досліджень на місцевості та обрати ділянки, які потребують охорони з подальшим наданням їм охоронного статусу.

4. Внести зміни в стратегію лісорозведення та, зокрема, приведення її у відповідність до природної кліматично-географічної зональності, тобто перенесення основних обсягів лісорозведення до зони Полісся та Карпат [18], також на відновлення мережі полезахисних лісосмуг замість створення масивних лісових насаджень на степових ділянках [5].

5. Початок відновлення еродованих земель у степовій зоні України за допомогою залуження на виконання Загальнодержавної програми формування національної екомережі України з метою запобігання опустелюванню та збільшення потенційного біотопу для збереження степового біорізноманіття.

Список літератури

1. Бурда Р. И. Антропогенная трансформация флоры / Р. И. Бурда. – К.: Наук. думка, 1991. – 168 с.

2. Василюк А. Первые шаги к созданию «степного кадастра» Украины / А. Василюк // Степной бюллетень. – 2011. – № 32. – С. 13–16.

3. Василюк О. Лісорозведення у степовій зоні України: реалії, обмеження, загрози / О. Василюк, М. Калюжна // Екологія. Право. Людина. – 2009. – № 4–5. – С. 35–48.

4. Лавренко Е. М. Степи Евразии / Е. М. Лавренко, З. В. Карамышева, Р. И. Никулина. – Л.: Наука, 1991. – 146 с.

5. Малюга В. М. Захисні лісові насадження – важливий структурний елемент у формуванні національної екологічної мережі / В. М. Малюга // Лісівництво та агролісомеліорація. – 2011. – Вип.113. – с.150-158.

6. Мордкович В. Г. Степные экосистемы / В. Г. Мордкович. – Новосибирск: Наука, 1982. – 206 с.

7. Остапко В. М. Раритетный флорофонд юго-востока Украины (хорология) / В. М. Остапко. – Донецк: ООО «Лебедь», 2001. – 121 с.

8. Перегрим М. М. Флора та рослинність проектованого заповідного урочища «Добрянські гори» (Луганська область) / М. М. Перегрим // Теоретичні та прикладні аспекти інтродукції рослин і зеленого будівництва: матер. II міжнар. наук. конф. молодих дослідників. – Умань, 2002. – С. 65–66.

9. Перегрим М. М. Рослинність урочища «Мергельний яр» у місті Луганську, що пропонується до заповідання / М. М. Перегрим // Теоретичні та прикладні аспекти інтродукції рослин і зеленого будівництва: матер. III міжнар. наук. конф. молодих дослідників. – Біла Церква, 2003. – С. 69–71.

10. *Перегрим М. М.* Нові перспективні території для створення об'єктів природно-заповідного фонду на Луганщині / М. М. Перегрим // Заповідна справа в Україні. – 2003. – Т. 9, вип. 1. – С. 88–89.
11. *Перегрим М. М.* Флора та рослинність майбутнього заказника «Ельба» у Луганській області / М. М. Перегрим // Теоретичні та прикладні аспекти інтродукції рослин і зеленого будівництва: матер. IV міжнар. наук. конф. молодих дослідників. – Тростянець, 2004. – С. 72–74.
12. *Перегрим М. М.* Рослинність майбутнього заказника «Слізаветівський степ» у Луганській області / М. М. Перегрим // Наукова спадщина академіка М. М. Гришка: матер. Всеукр. наук.-практ. конф. – Глухів, 2005. – С. 119–120.
13. *Распопіна С. П.* Аналіз стану земельних ресурсів, прийнятих для залісення (за системою Держлісагенства України) / С. П. Распопіна, А. А. Лісняк // Вісник ХНАУ. Лісове господарство. – 2011. – № 1. – С. 212–215.
14. Рослинність УРСР. Степи, кам'янисті відслонення, піски. – К.: Наук. думка, 1973. – 428 с.
15. *Тарасов В. В.* Сорная растительность молодых лесокультур подзоны настоящих степей и меры борьбы с ней / В. В. Тарасов, М. А. Альбицкая // Вопросы степного лесоразведения и охраны природы. – Днепропетровск, 1977. – С. 86–95.
16. Червона книга України. Тваринний світ / За ред. І. А. Акімова – К.: Глобалконсалтинг, 2009. – 600 с.
17. Червона книга України. Рослинний світ / За ред. Я. П. Дідуха – К.: Глобалконсалтинг, 2009. – 900 с.
18. *Burkovsky O.* Destruction of last Ukrainian grasslands through afforestation / O. Burkovsky, O. Tarasova // 8th European Dry Grassland Meeting. Dry Grassland of Europe: biodiversity, classification, conservation and management. Abstracts & Excursion Guides. – Uman, 2011. – P. 10.
19. *Charles D.* Renewing the Post-Soviet Steppe / D. Charles // Science. – 2010. – Vol. 328. – P. 1225.
20. *Parnikoza I. Yu.* The last Ukrainian steppes face the threat of afforestation / I. Yu. Parnikoza, O. V. Vasiluk // Proceeding of the international conference on Eurasian steppes: Status threats and adaptation to climate change. – IUCN, 2010. – P. 79–81.
21. *Parnikoza I.* Ukrainian steppes: current state and perspectives for protection / I. Parnikoza, A. Vasiluk // Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska. Sectio C. – 2011. – Vol. 66, 1. – P. 23–37.
22. *Wasyluk A.* Realizacja Protokołu z Kioto zagraża stepom Ukrainy / A. Wasyluk, G. Kołomyjec // OIKOS. – 2011. – 1 (54). – S. 16–20.

Василюк А. В., Коломицев Г. А., Балайшів І. А. Степи в составе лесного фонда Луганской области: значение для охраны биоразнообразия, угрозы и перспективы сохранения. – Проведен анализ земель лесного фонда Луганской области на предмет присутствия в них степных участков. Установлено, что значительную часть этих земель составляют степи (10%) и деградировавшие лесные насаждения (14%), где сейчас происходит восстановление степного ландшафта. Для этих участков выявлены 1915 упоминаний про находки 226 видов, включенных в охранные списки.

Ключевые слова: степь, лесной фонд, облесение, охрана, Луганская область.

Vasyliuk A. V., Kolomytsev G. A., Balashov I. A. The steppes in the structure of the Lugansk region forest estate: significance for the protection of biodiversity, threats and perspectives for the preservation. – An analysis of the Lugansk region forest estate lands for the purpose of steppe tracts presence is carried out. It is established that considerable part of these lands is steppes (10%) and degenerative forest stands (14%), where recovery of steppe landscape is taking place. For these areas found 1915 references about finds of 226 species listed in protecting lists.

Key words: steppe, forest estate, deforestation, protection, Lugansk region.

УДК 582.711.713 : 581.145.2 : 631.8

© І. М. Голубкова, В. Ф. Левон

ВИКОРИСТАННЯ СИДЕРАТИВ У НАСАДЖЕННЯХ ПЕРСИКА (*PERSICA VULGARIS* MILL.) ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ АГРОФІТОЦЕНОЗІВ

Національний ботанічний сад ім. М. М. Гришка НАН України

01014, м. Київ, вул. Тимірязєвська, 1; e-mail: ira_golubkova@mail.ru, vflvon@gmail.com

*Голубкова І. М., Левон В. Ф. Використання сидератів у насадженнях персика (*Persica vulgaris* Mill.) для покращення екологічного стану агрофітоценозів.* – На основі проведених біотестів доведена доцільність використання відібраних видів рослин як зелене добриво та їх сумісність у насадженнях персика. Результати досліду можна використовувати як основу для створення високопродуктивних плодкових агрофітоценозів.

Ключові слова: агрофітоценоз, сидерати, біотест, персик.

Вступ

У зв'язку з розвитком інтенсивних технологій, застосуванням хімічних засобів захисту від хвороб, шкідників, бур'янів та паровим утриманням ґрунту на ділянках плодкових культур відбувається значне антропогенне навантаження на нього. Так, застосування великої кількості мінеральних добрив з метою покращення родючості ґрунту та підвищення врожайності несе за собою і негативний вплив, що веде до насичення його нітратною формою азоту. Цим наноситься шкода як навколишньому середовищу, так і здоров'ю людини в цілому [3, 4, 8]. Тому саме зараз в епоху складного екологічного навантаження, великої розораності земель органічне землеробство набуває вагомого значення, а створення природних екосистем – агробіоценозів, дасть можливість, з урахуванням алелопатичної взаємодії та принципів біологічного землеробства врегулювати і зберегти структуру земельних угідь [1, 8].

Важливим аспектом при досягненні високої продуктивності плодкових насаджень та підвищенні родючості ґрунту з мінімальною затратою коштів і без використання мінеральних добрив та ядохімікатів є створення оптимальних екологічних умов для кореневого живлення рослин. Саме органічна речовина є тим фактором, який веде до підвищення рівня гумусу та поживних речовин в ньому, чим і забезпечується життєдіяльність рослин [6]. Проте не слід забувати, що організми постійно взаємодіють між собою прямо чи опосередковано впливаючи один на одного. Так, і зелене добриво не повинно виявляти негативного впливу на плодове дерева в період максимального росту пагонів.

Головною метою проведення досліду було відновлення в монокультурних насадженнях персикового саду родючості ґрунту за рахунок застосування сидератів у зв'язку з екологізацією садівництва, а також встановлення більш перспективної сидеральної культури, яка буде давати кращі результати для кореневого живлення персикових рослин та створюватиме оптимальний розвиток даного агрофітоценозу.

Матеріали і методи дослідження

Дослід проведений методом біопроб на зрізаних пагонах персика за методикою П. А. Мороза [5]. Пагони з трьома-чотирма листками розміщували в мірні пробірки (10 мл) з витяжок зеленої маси (фаза бутонізації) сидеральних культур: гірчиці білої (*Sinapis alba* L.), гірчиці сарептської (*Brassica juncea* Czern), суріпиці ярої (*Brassica campestris* f. *annua* L.), редьки олійної (*Raphanus sativus* L.), ріпака озимого (*Brassica napus* f. *biennis* D.C.), гісопу лікарського (*Hyssopus officinalis* L.), змієголовнику молдавського (*Dracocephalum moldavicum* L.), які попередньо закривали м'якою поліетиленовою плівкою з метою уникнення випаровування вологи з них. Повторність трикратна. Контролем слугувала дистильована вода. Розчин з витяжки зеленої маси сидератів готувався в співвідношенні (1:20) та (1:3).

Результати та обговорення

За результатами проведеного лабораторного дослідження спостерігали вплив сидеральних рослин на інтенсивність транспірації листків персика як фактора екологічної взаємодії рослин у фітоценозі, а також підбрано для порівняння водно-вагове співвідношення, яке буде близьким до природного.

Витяжки зеленої маси сидератів (1:20) за першу добу спостереження істотно знижували витрати води на транспірацію (табл. 1), в порівнянні з контролем, а пагони персика втрачали тургор та зав'ядали. На четверту добу збільшилися витрати води та спостерігався поодинокий відпад листя. Так, найбільше води поглинали пагони, які знаходилися у витяжці з редьки олійної (76%), гірчиці сарептської (56%) та гірчиці білої (52%), а найменше – змієголовнику молдавського (20%) і гісопу лікарського (24%).

Таблиця 1

Вплив витяжок сидеральних (фаза бутонізації) культур (1:20) на процес поглинання води зрізаними пагонами персика

Варіант дослідження	Витрати води на 1 пагін			
	за добу		за 4 доби	
	мл	%, до контролю	мл	%, до контролю
Контроль	2,7±1,3	100	5±0,5	100
Гірчиця біла	0,7±0,3	26	2,6±0,4	52
Гірчиця сарептська	1,2±0,6	44	2,8±0,3	56
Суріпиця яра	0,2±0,1	7	1,8±0,4	36
Редька олійна	1,7±0,8	63	3,8±0,4	76
Ріпак озимий	1,0±0,5	37	2,0±0,2	40
Гісоп лікарський	0,2±0,1	7	1,2±0,2	24
Змієголовник молдавський	0,4±0,2	15	1,0±0,1	20
Суріпиця озима	0,3±0,4	11	1,5±0,5	30

При використанні більш концентрованого розчину витяжки (табл. 2) ми відмічали різке зниження витрат води на першу добу в порівнянні з попереднім дослідом, а у варіанті змієголовнику молдавського та гісопу лікарського цього взагалі не спостерігалось.

Таблиця 2

Вплив витяжок сидеральних (фаза бутонізації) культур (1:3) на процес поглинання води зрізаними пагонами персика

Варіант дослідження	Витрати води на 1 пагін			
	за добу		за 4 доби	
	мл	%, до контролю	мл	%, до контролю
Контроль	2,0±1,5	100	5,5±0,5	100
Гірчиця біла	0,1±0,05	5	1,4±0,2	25
Гірчиця сарептська	0,1±0,5	5	1,2±0,2	22
Суріпиця яра	0,4±0,2	20	1,4±0,2	25
Редька олійна	0,8±0,4	40	1,7±0,2	31
Ріпак озимий	0,9±0,4	45	1,8±0,2	33
Гісоп лікарський	0	0	1,2±0,3	22
Змієголовник молдавський	0	0	1,0±0,2	18
Суріпиця озима	0,2±0,1	10	1,5±0,3	27

Відсоток витрати води на транспірацію становив не більше 33% (ріпак озимий), тоді як за попереднім дослідом відмічалось 76% у редьки олійної та 40% у ріпака озимого. Проте змієголовник та гісоп втрачали воду майже в рівних значеннях 18 та 22% відповідно до

попередніх 20 і 24%. Так, як і в попередньому досліді, листки поступово втрачали тургор, зав'ядали та відпадали від стебла. Ступінь в'янення оцінювалася за п'ятибальною шкалою [5].

Таким чином, витяжка (1:20) з редьки олійної інгібувала поглинання води пагонами на 24%, гірчиці сарептської – 44%, гірчиці білої – 48%, ріпака озимого – 60%, змієголовнику – 80% та гісопу – 76%. Витяжки зеленої маси рослин (1:3): ріпака озимого – 67%, редьки олійної – 69%, суріпиці озимої – 73%, змієголовнику – 82%, гісопу – 78% відповідно.

Майже всі тестовані рослини тією чи іншою мірою є алелопатично активними. Тому їх взаємодія та післядія в агрофітоценозі потребує уваги. Оскільки основне призначення зелених добрив – збагачення ґрунту органічною речовиною та азотом, ми як більш поширені використовували гірчицю сарептську та білу, суріпицю яру та озиму, редьку олійну і ріпак озимий. Їх надмірна зелена маса, яка заорюється, покриває всю поверхню ґрунту, а утворена органічна речовина від перегнивання кореневої системи та листової маси насичує ґрунт азотом. Також відомо, що в процесі відмирання органічної речовини рослин утворюється шар мульчі, під яким формується певна ґрунтова біота [7], що спричиняє сильну розпушуючу дію на нього.

Проте еколого-алелопатичні властивості малопоширених ароматичних рослин – гісопу лікарського та змієголовнику молдавського майже невідомі. Тому перед нами і постало питання доцільності використання їх при зростанні в певному фітоценозі з урахуванням проведених нами алелопатичних дослідів. Адже відомо, що ароматичні рослини, виділяючи токсичні речовини, створюють несприятливі умови для наступних рослин та спричиняють ґрунтовтому [2, 7]. Проте вони мають здатність акумулювати важкі метали і переводити їх у зв'язану форму, а розповсюдження їх летких виділень у навколишньому середовищі впливає на рослини та мікроорганізми. Оскільки надземна частина гісопу лікарського та змієголовнику молдавського не утворює великої біомаси, але багата на ефірну олію та флавоноїди, а змієголовник молдавський також є репелентною культурою, то доцільність їх зростання в фітоценозі за рахунок фітовиділень може бути позитивною, незважаючи на алелопатичну активність водорозчинних виділень.

Так, виходячи з швидкості в'янення листків та кількості поглиненої води можна сказати, що витяжки з різних видів ароматичних культур при високій концентрації мають більш гальмівний вплив на життєдіяльність рослин персика порівняно з представниками родини хрестоцвітих, адже зниження кількості поглинання та витрат води відбувається за рахунок закриття продихів та забивання судин ксилеми, що можна пояснити дією фізіологічно активних речовин, які знаходяться в більшій чи меншій мірі в вище згаданих рослинах [5]. Вплив таких речовин (колінів) в даному випадку свідчить як про алелопатичну дію однієї рослини на іншу, так і про їх кореневу конкуренцію, оскільки рослини персика мають кореневу систему, що залягає неглибоко, і при задернінні всієї площі саду виникає конкуренція між коренями. Тому так важливо не використовувати в пристовбурних колах молодих насаджень саме ароматичні культури. Проте їх застосування в міжряддях має доцільність, оскільки утворені леткі виділення створюють фітонцидний вплив на рослини персика. Ми рекомендуємо в 3-4-річних насадженнях персика в пристовбурних колах використовувати рослини з менш інгібуючою дією (ріпак озимий, редька олійна, гірчиця біла та сарептська, суріпиця яра та озима), що буде сприяти збагаченню ґрунту та підсиленню його біологічної активності, тоді як застосування ароматичних в міжряддях сприятиме зменшенню патогенних мікроорганізмів.

При використанні зелених добрив слід також враховувати потребу та умови зволоження плодів рослин. Незважаючи на те, що персик досить посухостійкий, надмірне використання сидератів може негативно вплинути на нього (про що свідчить проведений дослід) особливо в період максимального росту пагонів та при закладанні плодів бруньок, саме тоді, коли вони мають велику потребу в водному живленні.

Отже, сидеральні культури є джерелом біологічно активних речовин, які стимулюють обмін речовин у рослинах, тим самим підвищують їх продуктивність. Також слід зазначити,

що взаємовплив плодкових культур та інших рослин у фітоценозах є продуктивним тоді, коли існують оптимальні світловий, температурний та водний режими.

Висновки

Зелені добрива є екологічно чистими та безпечними. Тому збереження і вдосконалення агрофітоценозів є запорукою їх екологічної рівноваги. Враховуючи все це, необхідно краще вивчити аспекти алелопатії та розширити застосування видового різноманіття як ароматичних, так і неароматичних рослин у використанні як зелене добриво.

Із проведеного дослідження видно, що рослини родини Brassicaceae, а зокрема: редька олійна, ріпак озимий, гірчиця біла, гірчиця сарептська, суріпиця озима та суріпиця яра є оптимальними культурами при використанні на зелене добриво. Тоді як ароматичні культури (змієголовник молдавський, гісоп лікарський) не дають такого результату.

Таким чином, відповідно до проведених дослідів можна зробити висновок, що накопичення великої кількості біомаси сидератів, а зокрема ароматичних, на одному погонному метрі, при наявності кореневої конкуренції, послаблюватиме інтенсивність водообміну та росту рослин персика. Тому не рекомендується висівати сидерати саме на молодих насадженнях. В іншому ж випадку цей захід відновлюватиме родючість ґрунту та підвищуватиме врожайність без застосування мінеральних добрив, чим і створюватиметься оптимальний розвиток агрофітоценозу, що відповідатиме екологічним потребам сьогодення. Адже зелені добрива, певною мірою можуть очищувати ґрунт від шкідників і хвороб.

Список літератури

1. Аллелопатия в естественных и искусственных фитоценозах: сб. науч. тр. / Отв. редактор А. М. Гродзинский. – К.: Наук. думка, 1982. – 197 с.
2. Гродзинский А. М. Аллелопатия в жизни растений и их сообществ / А. М. Гродзинский. – К.: Наук. думка, 1965. – 187 с.
3. Грахов В. П. Аллелопатическая функция фенольных соединений персика: автореф. дис. ... канд. биол. наук: спец. 03.00.12 «Физиология растений» / В. П. Грахов. – К., 1991. – 22, [1] с.
4. Копитко П. Г. Удобрения плодовых и ягідних культур / П. Г. Копитко – К.: Вища шк., 2001. – 206 с.
5. Мороз П. А. Аллелопатия в плодовых садах / П. А. Мороз. – К.: Наук. думка, 1990. – 208 с.
6. Почвенные условия, удобрение и урожайность плодовых и ягідних культур: матер. Всесоюз. науч.-произв. конф. (18-20 марта 1968 г.). – К.: Урожай, 1970. – 612 с.
7. Юрчак Л. Д. Аллелопатия в агробиоценозах ароматичних рослин / Л. Д. Юрчак – К.: Фітосоціоцентр, 2005. – 411 с.
8. Юрчак Л. Д. Аллелопатия: ретроспективний погляд, сучасний стан та перспективи досліджень // Інтродукція рослин збереження та збагачення біорізноманіття в ботанічних садах та дендропарках. – К.: Академ. періодика, 2006. – № 4. – С. 12–22.

Голубкова И. Н., Левон В. Ф. Использование сидератов в насаждениях персика (*Persica vulgaris* Mill.) для улучшения экологического состояния агрофитоценозов. – На основе проведенных исследований доказана целесообразность использования отобранных видов растений как зеленого удобрения и их совместимость в насаждениях персика. Результаты исследований могут быть использованы как основа для создания высокопроизводительных плодовых агрофитоценозов.

Ключевые слова: агрофитоценоз, сидераты, биотест, персик.

Golubkova I. N., Levon V. F. Usage of green manure crops in peach (*Persica vulgaris* Mill.) plantings for improving of an ecological status of an agrophytocenosis. – On the basis of conducted investigations the expediency of select species of plants usage on green fertilizer and their compatibility in peach plantings is demonstrated. Results of researches can be used as a basis for making a high-efficiency fruit agrophytocenosis

Key words: agrophytocenosis, green manure crops, biological test, a peach.

УДК 581.9 : 502.4 (477.82)

© В. В. Дацюк

**ТЕРИТОРІАЛЬНА ДИФЕРЕНЦІАЦІЯ РОСЛИННОСТІ БОТАНІЧНОГО
ЗАКАЗНИКА ЗАГАЛЬНОДЕРЖАВНОГО ЗНАЧЕННЯ «УРОЧИЩЕ ВОРОТНІВ»
(ВОЛИНСЬКА ОБЛАСТЬ)**

*Інститут ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України
01601, м. Київ, вул. Терещенківська, 2; e-mail: vdasuk@ukr.net*

Дацюк В. В. Територіальна диференціація рослинності ботанічного заказника загальнодержавного значення «Урочище Воротнів» (Волинська область). – Здійснено геоботанічне картування заказника «Урочище Воротнів», з'ясовано сучасний стан фітоценорізноманіття та особливості територіально розподілу лісових геокомплексів. Детально охарактеризовано лісові угруповання та наведено детальний опис фітоценозів, вказано на особливості кожного рослинного угруповання та його флористичне ядро видів, що відображають умови зростання фітоценозу. Укладена карта рослинності території та вказано на динамічні зміни рослинного покриву. У складі фітоценозів виявлено види рослин, що охороняються згідно з Червоною книгою України, та регіонально рідкісні види.

Ключові слова: рослинність, асоціація, комплекс асоціацій, карта рослинності, легенда, структура легенди.

Вступ

Серед низки заходів із збереження рослинного покриву територій природно-заповідного фонду (ПЗФ) передбачено проведення екологічного моніторингу, зокрема фітоценотичного. Фітоценотичний моніторинг є частиною екологічного, отримані з його допомогою дані компліментарні з усіма суміжними дисциплінами біогеографічного циклу та багатьма різновидами моніторингу [1]. Одним з найважливіших методів фітоценотичного моніторингу є метод картування рослинності, який дозволяє зафіксувати ситуацію в певний момент і є основою прогнозування змін та прийняття відповідних рішень.

Геоботанічні карти не лише синтезують різноманітну інформацію про рослинний покрив території, але й сприяють вирішенню багатьох теоретичних і практичних проблем. Зокрема, отримана інформація використовується для пізнання графічних закономірностей розподілу угруповань, особливостей екологічних зв'язків, розкриває динаміку розвитку рослинного покриву [2]. Геоботанічна карта забезпечує і наочність відображення змін рослинності в залежності від характеру антропогенних факторів.

В Україні існує великий досвід з картування рослинності природно-заповідних територій різних категорій та рангів. Відомі геоботаніки України – Ю. Р. Шеляг-Сосонко, Т. Л. Андрієнко, Я. П. Дідух, Д. В. Дубина, С. Ю. Попович, С. М. Стойко, В. С. Ткаченко та ін. здійснили геоботанічне картування територій усіх біосферних заповідників України, природних заповідників Гірського Криму, багатьох природних заповідників, національних природних парків, заказників Українського Полісся, Українських Карпат, степової зони та інших регіонів [3].

Геоботанічне картування об'єктів природно-заповідного фонду на території Волинської височини до нинішнього часу не проводилося. Найціннішими для цієї мети виглядають добре збережені діброви лісового урочища «Воротнів», на базі якого створений ботанічний заказник загальнодержавного значення «Урочище Воротнів». Нині він добре вивчений у флористичному відношенні [4].

Метою нашої роботи було вивчення сучасного стану рослинності, її характеристики та складання геоботанічної карти ботанічного заказника загальнодержавного значення «Урочище Воротнів» як основи моніторингу його рослинного покриву.

Матеріали і методи дослідження

Вихідним матеріалом послужили геоботанічні описи корінної та похідної рослинності екосистем ботанічного заказника загальнодержавного значення «Урочище Воротнів».

Дослідження проводили загальноприйнятими польовими методами [5], геоботанічні описи пробних ділянок – за загальноприйнятою методикою [6].

Основою геоботанічної карти були топографічні карти (М 1:25000) і плани лісонасаджень Звірівського лісництва Ківерцівського держлісгоспу, з допомогою яких були вибрані оптимальні маршрути, отримана інформація про спеціальне навантаження геоботанічної карти та уточнені геоботанічні контури.

Легенда геоботанічної карти є переліком одиниць рослинності, угруповання яких займають достатні площі, що дозволяє картувати їх в певному масштабі, і відображає основну різноманітність рослинності на рівні класифікаційних одиниць різного рангу. Вона базується на еколого-фітоценотичній класифікації рослинності; трансформація її в легенду здійснена за типологічним принципом із залученням екологічних критеріїв для конкретизації територіальної приуроченості виділених таксонів [7]. Таксономічний ранг і просторова вираженість підрозділів, які складають легенду, різні. При вибраному масштабі картуються одиниці різного таксономічного значення і обсягу, що дозволяє відобразити всю складність рослинного покриву. Основними одиницями картування рослинності виступають асоціації, що переважають, а також їх комбінації як наслідок мозаїчного і складного рослинного покриву. Кожна одиниця картування отримує свій порядковий номер.

Назви синтаксонів наведено за «Продромусом растительности Украины» [8]. Номенклатура синтаксонів вищих судинних рослин наведена за «Определителем высших растений Украины» [9].

Ботанічний заказник загальнодержавного значення «Урочище Воротнів» площею 600 га розташований за 12 км на південний схід від м. Луцьк (Луцький район Волинської області). Він знаходиться у підпорядкуванні Звірівського лісництва Ківерцівського лісгоспу. Заказник є одним з найстаріших (організований у 1978 р.) заповідних об'єктів у Волинській області. Він створений з метою охорони добре збережених грабово-дубових лісів з властивою для них флорою та фауною [10]. Тут зростає близько 900 видів рослин бореальної та неморальної флори. Остання характеризується наявністю групи видів, занесених до Червоної книги України [11]: *Cypripedium calceolus* L., *Neottia nidus-avis* (L.) Rich, *Epipactis atrorubens* (Hoffm. ex Bernh.) Schult, *Epipactis helleborine* (L.) Crantz, *Dactylorhiza majalis* (Rchb.) P. F. Hunt & Summerh., *Allium ursinum* L., *Lilium martagon* L., *Platanthera bifolia* (L.) Rich, *Platanthera chlorantha* (Cust.) Reichenb. Регіонально рідкісними видами для Волинської області є *Daphne mezereum* L., *Melittis sarmatica* Klok, *Digitalis grandiflora* Mill, *Hepatica nobilis* Mill.

За фізико-географічним районуванням України територія заказника належить до області Волинської височини Луцько-Рівненського району. Для території заказника характерний горбистий рельєф, підвищення досягають 30-35 м, на його території поширені сірі лісові опідзолені ґрунти на лесовидних суглинках, лучні на прісноводних суглинках, болотні на водно-льодовикових глинисто-піщаних відкладах. У східній частині заказника на річці Зеленка був створений каскад із 5 штучних озер. Нині вони занедбані та заросли високим болотним різнотрав'ям (здебільшого угрупованнями *Phragmites australis*).

Згідно з геоботанічним районуванням України територія заказника знаходиться в межах Луцько-Рівненського (Волинського лесового) округу Варковицько-Рівненського геоботанічного району дубово-грабових й дубових лісів і входить до складу Поліської провінції. За геоботанічним районуванням Я. П. Дідуха та Ю. Р. Шеляга-Сосонка [12], територія належить до Люблінсько-Волинського округу та є частиною Південнопольсько-Західноподільської підпровінції широколистяних лісів.

Геоботанічна карта рослинності заказника (рис. 1) складена за матеріалами, зібраними автором під час польових досліджень у 2011-2012 рр. Легенда геоботанічної карти є інформативною і містить 18 номерів одиниць картування. Поряд з угрупованнями природної рослинності легенда відображає й антропогенні утворення – лісові культури. На основі розробленого авторського макету був створений комп'ютерний оригінал геоботанічної карти даної території.

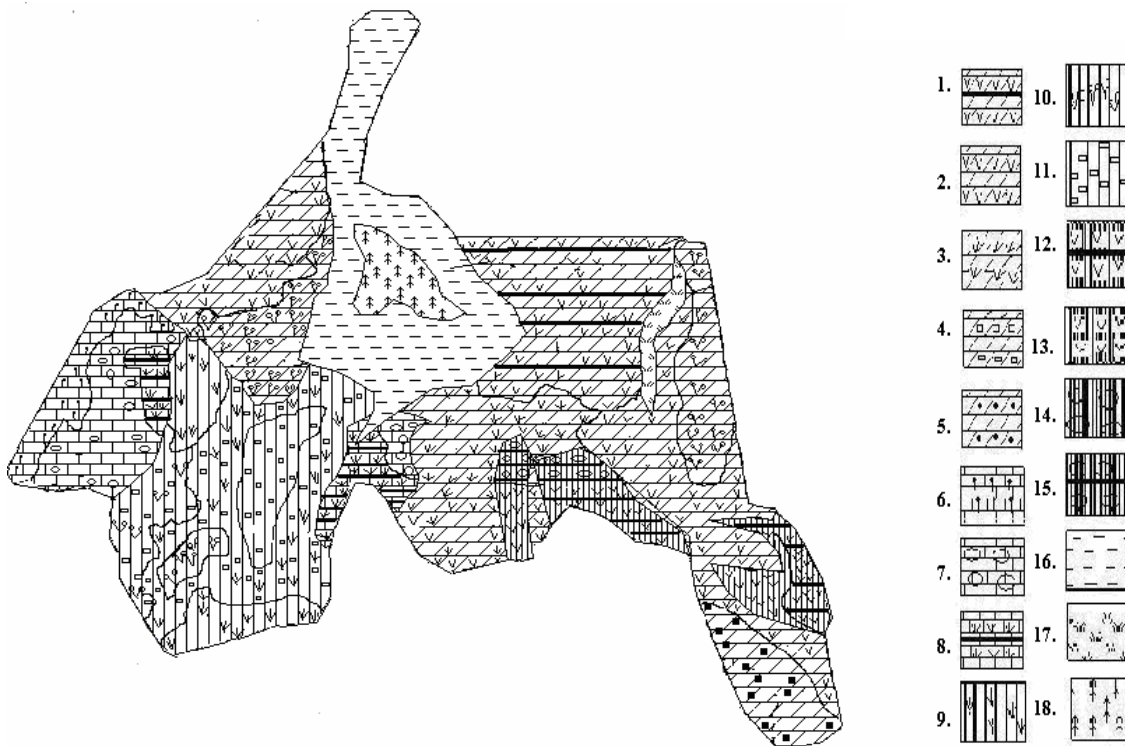


Рис. 1. Карта рослинності ботанічного заказника загальнодержавного значення «Урочище Воротнів» (Волинська область):

Querceta roboris: 1 – Carpineto (betuli)-Quercetum (roboris) coryloso (avellanae)-stellariosum (holosteaе); 2 – Carpineto (betuli)-Quercetum (roboris) stellariosum (holosteaе); 3 – Carpineto (betuli)-Quercetum (roboris) caricosum (pilosae); 4 – Carpineto (betuli)-Quercetum (roboris) galeobdolosum (lutei); 5 – Carpineto (betuli)-Quercetum (roboris) asarosum (europaei); 6 – Quercetum (roboris) impantientosum parviflorae; 7 – Quercetum (roboris) galiosum (odorati); 8 – Quercetum (roboris) coryloso (avellanae)-caricosum (pilosae); **Carpineta betuli:** 9 – Carpinetum (betuli) aegopodiosum (podagrariae) в комплексі з *C. caricosum (pilosae)*; 10 – Carpinetum (betuli) aegopodiosum (podagrariae) в комплексі з *C. galeobdolosum (lutei)*; 11 – Carpinetum (betuli) caricosum (pilosae) в комплексі з *C. galeobdolosum (lutei)*; **Pineta sylvestris:** 12 – Pinetum (sylvestris) coryloso (avellanae)-stellariosum (holosteaе); 13 – Pinetum (sylvestris) stellariosum (holosteaе) в комплексі з *P. galiosum (odorati)*; 14 – Pinetum (sylvestris) galiosum (odorati); 15 – Pinetum (sylvestris) coryloso (avellanae)-stellariosum (holosteaе) в комплексі з *P. coryloso (avellanae)-galiosum (odorati)*; 16 – лісові культури *Pinus sylvestris*; 17 – лісові культури *Picea abies*; 18 – лучно-болотний комплекс.

Результати дослідження

Панівною серед рослинності заказника є лісова, яка займає 98% території. Решта площі знаходиться під болотами та сільськогосподарськими угіддями.

Для лісової рослинності основними закартованими одиницями в легенді виступають переважаючі асоціації, але внаслідок мозаїчного рослинного покриву й складності рельєфу та їх комплекси з досить поширеними, але позамасштабними асоціаціями. Лісова рослинність представлена трьома формаціями *Querceta roboris*, *Carpineta betuli*, *Pineta sylvestris*. Переважаючими в заказнику за зайнятою площею та синтаксономічним багатством є ліси формації *Querceta roboris*, які представлені в легенді 9 номерами.

Угруповання асоціацій *Carpinetum (betuli)-Quercetum (roboris) coryloso (avellanae)-stellariosum (holostea)* і *Carpinetum (betuli)-Quercetum (roboris) stellariosum (holostea)* є переважаючими у північній та східній частинах заказника. Ці ліси вкривають верхні та середні частини спадистих схилів північних напрямків та середні частини південних експозицій. Для них властивий двоярусний деревостан із зімкнутістю крон 0,7-0,8. Перший ярус (0,3-0,4) формує різновіковий *Quercus robur*. У віці 100-110 років дуб сягає висоти 22-25 м, має II-III бонітет, рідше трапляються дерева I класу бонітету (30 м). Молодші (70-80 років) його дерева мають середню висоту 20-21 м і ростуть переважно за III класом бонітету. Другий ярус (0,6-0,7) утворений переважно *Carpinus betulus*, який у віці 50-60 років має висоту 16-18 м, II-III бонітет. Поодинокі трапляються *Betula pendula*. Підлісок здебільшого не виражений, поодинокі трапляються *Corylus avellana* L. Лише на ділянках з дещо розрідженим деревостаном остання формує негустий (0,1-0,2) підлісок. Через високу зімкненість деревостану розрідженим (30-35%) є і травостій з мозаїчним розміщенням. Домінує в ньому *Stellaria holostea* (20-25%). Флористичне ядро складають види *Dryopteris filix-mas*, *Asarum europaeum*, *Galium odoratum*, *Majanthemum bifolium*, *Sanicula europaea*, *Oxalis acetosella*, *Carex sylvatica* та інші. Видова насиченість асоціації складає 26 видів.

У центральній та південній частинах заказника серед грабово-дубових лісів ланцетовиднозірочникових часто трапляються високі невеликих площ пагорби із сухішими умовами, на яких сформувалися фітоценози *Carpinetum (betuli)-Quercetum (roboris) caricosum (pilosae)*. Тому на карті виділяємо їх комплекс. Фітоценози останньої асоціації трапляються часто, але не займають великих площ. У цих умовах ліси характеризуються двоярусним деревостаном із зімкненістю крон 0,6-0,7. Дуб у віці 70-90 років росте за III класом бонітету, сягає висоти 20-23 м. Під наметом деревостану формується густий (60-65%) травостій, у якому домінує *Carex pilosa* (50-55%).

Найнижчі в рельєфі ділянки зайняті угрупованнями *Carpinetum (betuli)-Quercetum (roboris) aegorodiosum (podagrariae)*, найбільші площі яких трапляються у східній частині заказника. Деревостан цих угруповань двоярусний, має зімкнутість 0,6-0,7. Перший ярус (0,2-0,3) формує *Quercus robur*, який у віці 90-100 років досягає висоти 25-27 м, має II бонітет. У густому (0,5-0,6) другому ярусі переважає *Carpinus betulus* (65-70 років) висотою 15-17 м. Проективне покриття травостою 40-45%. У ньому домінує *Aegopodium podagraria* (30-35%). Флористичне ядро утворюють такі види, як *Galium odoratum*, *Sanicula europaea*, *Oxalis acetosella*, *Paris quadrifolia*, *Carex sylvatica*, *Dryopteris filix-mas*, *Asarum europaeum*, *Epipactis helleborine*, *Allium ursinum* та інші.

У південно-східній частині заказника на помірно зволжених вирівняних ділянках незначні площі займають угруповання асоціації *Carpinetum (betuli)-Quercetum (roboris) asarosum (europaei)*. Деревостан двоярусний, зімкненість крон (0,5-0,6), вік *Quercus robur* 90-100 років, *Carpinus betulus* 40-70 років. Проективне покриття трав'яно-чагарничкового ярусу 35-40%, домінує *Asarum europaeum* (25-30%). Флористичне ядро утворюють *Galium odoratum*, *Stellaria holostea*, *Rubus hirtus*, *Sanicula europaea* (по 5-7%), поодинокі ростуть *Daphne mezereum*, *Hepatica nobilis*, *Carex sylvatica*, *Dryopteris filix-mas*, *D. carthusiana* та інші.

Чисті звичайнодубові ліси в заказнику займають відносно невеликі площі і збереглися здебільшого в його західній частині, менше – у центральній. Найбільші площі серед них займають угруповання асоціації *Quercetum (roboris) galiosum (odorati)*. Деревостан утворює *Quercus robur* із зімкнутістю крон 0,6-0,7. У віці 90-100 років сягає висоти 22-24 м. Поодинокі ростуть *Acer pseudoplatanus*, *Tilia cordata*, *Carpinus betulus*. Підлісок не виражений, поодинокі трапляються *Corylus avellana*, *Euonymus verrucosa*. Проективне покриття травостою 30-35%, домінує *Galium odoratum* (25-30%). Асектаторами виступають *Asarum europaeum*, *Dryopteris filix-mas*, *Stellaria holostea*, *Majanthemum bifolium*, *Ranunculus cassubicus* L., *Paris quadrifolia* тощо.

На високих горбистих схилах центральної частини сформувалися фітоценози асоціації *Quercetum (roboris) coryloso (avellanae)-caricosum (pilosae)*. Деревостан (0,6-0,7) представлений добре збереженими 90-100 річними деревами *Quercus robur* заввишки 23-27 м

I-II бонітету. Поодинокі ростуть *Acer pseudoplatanus*, *Carpinus betulus*. Добре виражений підлісок (0,2-0,3) сформований *Corylus avellana*. Проективне покриття трав'яно-чагарничкового ярусу 45-50%, домінує *Carex pilosa* (40-45%). Флористичне ядро утворюють *Galium odoratum*, *Paris quadrifolia*, *Asarum europaeum*, *Dryopteris filix-mas*, *D. carthusiana*, *Daphne mezereum*.

У західній частині заказника по периферії лісового масиву в результаті антропогенних дій (випас, рубки) та узлісного ефекту на місці звичайнодубових лісів зірочникових сформувалися угруповання *Quercetum (roboris) impatiensosum parviflorae* із залишками острівців вихідних лісів. Вони приурочені до плоских знижень із світло-сірими опідзоленими ґрунтами. Одноярусні середньозімкнені (0,6-0,7) деревостани сформовані *Quercus robur*, який у віці 90-100 років сягає висоти 20-25 м і зростає за II-III класом бонітету. Середньогустий (45-50%) травостій утворений неморальними видами із домішкою видів широкої екології. У ньому домінує *Impatiens parviflora* (35-40%) з постійною участю *Paris quadrifolia*, *Sanicula europaea*, *Stellaria holostea*, *Dryopteris filix-mas*, *Asarum europaeum*, *Impatiens noli-tangere*, *Poa nemoralis*, *Festuca rubra*, *Dactylis glomerata*, *Urtica dioica* та інші.

Проведені в минулому вибіркові та інші види рубок у грабово-дубових лісах призвели до формування довготривалопохідних чистограбових лісів. Нині формація *Carpineta betuli* в заказнику репрезентована угрупованнями асоціацій *Carpinetum (betuli) caricosum (pilosae)*, *Carpinetum (betuli) galeobdolosum (lutei)*, *Carpinetum (betuli) aegopodiosum (podagrariae)*. Найпоширенішою є перша асоціація, яка займає в рельєфі підвищені ділянки в центральній та південній частинах. У місцях із складними формами рельєфу, перемежованими підвищеннями та зниженнями, сформувався комплекс асоціацій із *Carpinetum (betuli) galeobdolosum (lutei)* та *C. caricosum (pilosae)*. Структура та склад цих угруповань є подібними. Для них властивий одноярусний деревостан із зімкнутістю крон 0,8-0,9. Його формує *Carpinus betulus* 40-65 років заввишки 18-20 м, продуктивністю III бонітету. У ярусі підліска поодинокі трапляються *Corylus avellana*, *Sambucus nigra* L. У середньогустому (40-45%) травостої на підвищеннях домінує *Carex pilosa* (20-25%), на зниженнях – *Galeobdolon luteum* (25-30%). Постійними видами травостою є *Galium odoratum*, *Dryopteris filix-mas*, *D. carthusiana*, *Stellaria holostea*, *Asarum europaeum*, *Oxalis acetosella*, *Majanthemum bifolium*, *Carex sylvatica* тощо.

Угруповання *Carpinetum (betuli) aegopodiosum (podagrariae)* поширені на ділянках з вологими ґрунтами. Найбільші площі в заказнику вони займають у його західній частині, де трапляються в комплексі з угрупованнями *Carpinetum (betuli) galeobdolosum (lutei)* та *Carpinetum (betuli) caricosum (pilosae)* на горбистих підвищеннях. Ці угруповання характеризуються одноярусним деревостаном (0,7-0,8), утвореним *Carpinus betulus*, який у 65-70 років заввишки 16-20 м, продуктивністю III бонітету. Підлісок відсутній. Під густим наметом деревостану трав'яно-чагарничковий ярус є розрідженим (30-35%). Домінують у ньому *Aegopodium podagraria* (20-25%), *Galeobdolon luteum* (25-30%) і *Carex pilosa* (20-25%) – на підвищеннях. До постійних видів належать *Dryopteris filix-mas*, *Stellaria holostea*, *Paris quadrifolia*, *Polygonatum multiflorum*, *Rubus hirtus*, *Sanicula europaea*, флористичне багатство асоціації становить 15 видів.

Соснові ліси є диверсифікованими сосново-дубовими лісами, що сформувалися на едафічно бідніших ектопах. Формація *Pineta sylvestris* займає найменші площі в заказнику і представлена угрупованнями асоціацій *Pinetum (sylvestris) coryloso (avellanae)-stellariosum (holosteae)*, *Pinetum (sylvestris) coryloso (avellanae)-galiosum (odorati)*, *Pinetum (sylvestris) stellariosum (holosteae)*, *Pinetum (sylvestris) galiosum (odorati)*.

Соснові ліси зосереджені в південній частині заказника. Найпоширенішими є угруповання асоціації *Pinetum (sylvestris) coryloso (avellanae)-stellariosum (holosteae)*, що сформувалися по південній межі заказника. Одноярусний деревостан (0,7-0,8) сформований сосною звичайною віком 80-90 років, заввишки 23-27 м і продуктивністю II-III класів бонітету. У деревостані поодинокі ростуть *Quercus robur*, *Populus tremula*, *Betula pendula*. Густий (0,5-0,6) і високий (2,5-3,0 м) підлісок утворюють *Corylus avellana* (0,3-0,4), *Rubus*

caesius, *Prunus spinosa*. Проективне покриття травостою 35-40%. Домінує *Stellaria holostea* (30-35%). Постійними асектаторами виступають *Luzula pilosa* (Huds.) Gaudin., *Polygonatum odoratum* L., *Galium odoratum*, *Dryopteris filix-mas*, *Carex sylvatica* L., *Ranunculus cassubicus* L., *Platanthera bifolia* (L.) Rich. Загалом флористичне багатство асоціації становить 32 види.

Помежеве розміщення даних угруповань призводить до постійного антропогенного втручання (самовільні рубки, рекреація, випасання), що виявляється у спрощенні структури фітоценозів, збідненні флористичного складу природними видами та проникненні видів широкої екології.

Угруповання *Pinetum (sylvestris) coryloso (avellanae)-stellariosum (holostea)* місцями трапляються в комплексі із *P. coryloso (avellanae)-galiosum (odorati)*. Деревостани їх одноярусні, утворені *Pinus sylvestris* (0,6-0,7) віком 90-100 років, продуктивністю III класу бонітету. Підлісок (0,5-0,6) утворений *Corylus avellana* з поодиноким траплянням *Euonymus verrucosa*. Травостій з покриттям 40-45% формують домінанти *Galium odoratum* (30-35%) та *Stellaria holostea* (30-35%). Поодинокі ростуть *Carex sylvatica*, *Ranunculus cassubicus*, *Asarum europaeum*, *Dryopteris filix-mas*, *Polygonatum multiflorum* тощо. Флористичне багатство асоціації – 24 види.

На південному сході заказника в аналогічних умовах, але з ознаками більшого антропогенного впливу (поблизу дачних ділянок) сформувався комплекс угруповань асоціацій *Pinetum (sylvestris) stellariosum (holostea)* та *P. galiosum (odorati)*. Місцями трапляються ділянки з угрупованнями *P. galiosum (odorati)*. Деревостани їх одноярусні, утворені *Pinus sylvestris* (0,6-0,7) віком 90-100 років, продуктивністю III класу бонітету. Підлісок є добре вираженим (0,5-0,6) із *Corylus avellana* з поодиноким зростанням *Euonymus verrucosa*, або ж він відсутній у порушених місцях. Травостій з покриттям 40-45% формують домінанти *Galium odoratum* (30-35%) та *Stellaria holostea* (30-35%). Поодинокі ростуть *Carex sylvatica*, *Ranunculus cassubicus*, *Asarum europaeum*, *Dryopteris filix-mas*, *Polygonatum multiflorum* тощо. Флористичне багатство асоціації – 24 види.

На північному сході на місці занедбаних ставків сформувався лучно-болотний комплекс, представлений густим (85-90%) угрупованням *Cariceta acutae*, *Cariceta omskiana*, *Phragmiteta australis*.

У північній частині урочища, що не належить до заказника, створені культури *Pinus sylvestris*, що нині мають 40-45 років та *Picea abies*, віком 25-27 років. Соснові культури характеризуються високо зімкненим деревостаном, чіткою рядністю, висотою дерев 20-25 м. У травостої переважають злаки та синантропні види (*Stenactis annua* (L.) Ness, *Impatiens parviflora*).

Висновки

Рослинність ботанічного заказника «Урочище Воротнів» характеризується фітоценотичною різноманітністю, значною збереженістю пристигаючих, стиглих та перестиглих деревостанів дубових лісів у південній й північній частині цього лісового масиву, флористичним багатством, аутфітосозологічною цінністю. Створена геоботанічна карта з пояснювальним текстом до неї нині є найдетальнішою картою рослинності ботанічного заказника загальнодержавного значення «Урочище Воротнів». Вона слугуватиме точкою відліку спостережень за змінами рослинного покриву в умовах заказного режиму. Наступним кроком досліджень повинно стати закладання моніторингових ділянок з метою вивчення динамічних процесів, що відбуваються в результаті загибелі дерев дуба.

Список літератури

1. Ткаченко В. С. Фітоценотичний моніторинг резерватних сукцесій в Українському степовому природному заповіднику / В. С. Ткаченко. – К.: Фітосоціоцентр, 2004. – 184 с.
2. Дидух Я. П. Крупномасштабная геоботаническая карта как модель для изучения антропогенных сукцессий растительности / Я. П. Дидух, Л. П. Еременко, Г. С. Куковица,

Ю. Р. Шеляг-Сосонко // Геоботанич. картограф. – Л.: Наука, 1984. – С. 25–33.

3. Устименко П. М. Карта рослинності природного заповідника «Горгани» як основа фітоценотичного моніторингу / П. М. Устименко, Ю. В. Климук // Укр. ботан. журн. – 2006. 63, № 4. – С. 470–479.

4. Романюк Н. З. Систематичний та біоморфологічний аналіз флори ботанічного заказника «Урочище Воротнів» / Н. З. Романюк, Л. О. Коцун, І. І. Кузьмішина // Наук. вісник ВДУ ім. Лесі Українки. – Луцьк: РВВ «Вежа» Волин. держ. ун-ту ім. Лесі Українки, 2002. – № 6. – С. 24–27.

5. Грибова С. А. Картирование растительности в съёмочных масштабах / С. А. Грибова, Т. И. Исаченко // Полевая геоботаника. – Л.: Наука, 1972. – Т. 4. – С. 137–330.

6. Ярошенко П. Д. Геоботаника. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1961. – 263 с.

7. Шеляг-Сосонко Ю. Р. География растительного покрова Украины / Ю. Р. Шеляг-Сосонко, В. В. Осычнюк, Т. Л. Андриенко. – К.: Наук. думка, 1982. – 288 с.

8. Продромус растительности Украины / Шеляг-Сосонко Ю. Р., Дідух Я. П., Дубына Д. В. и др. – К.: Наук. думка, 1987. – 272 с.

9. Определитель высших растений Украины / Доброчаева Д. Н., Котов М. И., Прокудин Ю. Н. и др. – К.: Наук. думка, 1987. – 548 с.

10. Природно-заповідний фонд Волинської області (огляд територій і об'єктів природно-заповідного фонду в розрізі районів) / Упор. М. Химин та ін. – Луцьк: Ініціал, 1999. – 48 с.

11. Червона книга України. Рослинний світ / Під. ред. Я. П. Дідуха. – К.: Глобалконсалтинг, 2009. – 912 с.

12. Дідух Я. П. Геоботаничне районування України та суміжних територій / Я. П. Дідух, Ю. Р. Шеляг-Сосонко // Укр. ботан. журн. – 2003. – Т. 60, № 1. – С. 6–17.

Дацюк В. В. Территориальная дифференциация растительности ботанического заказника общегосударственного значения «Урочище Воротнив» (Волынская область). – Произведено геоботаническое картирование заказника «Урочище Воротнив», выяснены современное состояние фитоценообразия и особенности территориального разделения лесных геоконструксов. Детально охарактеризованы лесные сообщества и приведено подробное описание фитоценозов, указано на особенности каждого растительного сообщества и его флористическое ядро видов, которое отражает условия роста фитоценоза. Составлена карта растительности территории и указано на динамические изменения растительного покрова. В составе фитоценозов обнаружены виды растений, охраняемые согласно Красной книги Украины, и регионально редкие виды.

Ключевые слова: растительность, ассоциация, комплекс ассоциаций, карта растительности, легенда, структура легенды.

Datsyuk V. V. Territorial differentiation of plants of the National botanical preserve «Urochysche Vorotniv» (Volhynian region). – The geobotanic mapping of reserve «Urochysche Vorotniv» was conducted, the current state of biodiversity and the features of territorial distribution of forest geocomplexes was clarified. The forest communities characterized in details and a detailed description of the plant communities with characteristics of each plant group and its core floral species, which reflects growing conditions phytocenosis, is given. The map of the vegetation areas was compiled and noticed dynamic changes in vegetation. In the plant communities found the species that are protected under the Red Book of Ukraine and regionally rare species.

Key words: vegetation, association, complex associations, vegetation map, the legend, the structure of the legend.

УДК 581.9 : 504.73 (477.60)

© Г. Г. Дерев'янська

РАРИТЕТНІ ВИДИ УРБАНОФЛОРИ МЕГАПОЛІСА ДОНЕЦЬК – МАКІЇВКА

Донецький національний університет; 83050, м. Донецьк, вул. Щорса, 46

e-mail: aderevyansk@mail.ru

Дерев'янська Г. Г. Раритетні види урбанofлори мегаполіса Донецьк – Макіївка. – У роботі наведено перелік раритетних видів судинних рослин сучасної урбанofлори мегаполіса Донецьк – Макіївка. Відмічено місця розповсюдження рідкісних видів на досліджуваній території.

Ключові слова: урбанofлора, раритетні види, мегаполіс Донецьк – Макіївка.

Вступ

Рослинний покрив є найважливішою складовою міських екосистем. Урбанofлору утворюють популяції видів рослин, що спонтанно оселилися в адміністративних межах міста [1]. Незважаючи на значний антропогенний вплив, на територіях міст зберігаються ділянки, що слугують притулком для багатьох видів рідкісних рослин. Це має велике значення у зв'язку з проблемою збереження видового та оселищного різноманіття.

На Південному Сході України проводиться багато досліджень, присвячених вивченню сучасного стану раритетних видів рослин [3, 4, 10-13, 17]. Низка праць містить відомості про розповсюдження раритетних видів на території мегаполіса Донецьк – Макіївка [1, 2, 4, 13, 18], проте ці дані для досліджуваної території потребують певного узагальнення.

Мета даної роботи – визначити сучасний склад раритетної фракції урбанofлори мегаполіса Донецьк – Макіївка.

Матеріали та методи дослідження

Мегаполіс Донецьк – Макіївка розташований у степовій зоні на Південному Сході України у верхів'ї річки Кальміус у південно-західній частині Донецького кряжа. Площа території досліджень становить 996,4 км², населення – понад 1,4 млн. осіб. Мегаполіс знаходиться у центральній частині Донецького вугільного басейну та має потужний промисловий потенціал. Відповідно до флористичного районування досліджувана територія знаходиться в Донецькому флористичному районі Донецько-Північноприазовського округу Східнопричорноморської підпровінції Причорноморсько-Донської провінції Паннонсько-Причорноморсько-Прикаспійської області [6]. Первинний ландшафт території мегаполіса являв собою лісисті балки, яри з вододілами між ними, що були зайняті петрофітними варіантами різнотравно-типчакowo-ковилиових степів [14].

Згідно зі схемою регіональної екологічної мережі Донецької області частину досліджуваної території включено до складу Кальміуського річкового екокоридору, ключові території якого в межах мегаполіса – Донецький ботанічний сад НАН України, Ларинська та Грузьколомівська [9]. В адміністративних межах території досліджень розташовані заказники місцевого значення «Ларинський» та «Зорянський степ».

Заказник «Ларинський» знаходиться у південній частині Будьонівського району м. Донецька на правому березі річки Кальміус між селищами Ларино та Павлоградське. Площа природно-заповідної території – 70 га. Заказник засновано з метою збереження еталонної ділянки петрофітних степів Донецького кряжа [5].

Заказник «Зорянський степ» розташований у долині р. Грузька. Його територія прилягає з південного сходу до с. Грузько-Ломівка (м. Макіївка). Площа – близько 300 га. Заказник створено з метою охорони однієї з найбільших на Південному Сході України популяцій *Caragana scythica* (Kom.) Pojark.

В основу роботи покладено аналіз даних власних польових досліджень 2008-2012 рр., матеріалів гербарію Донецького ботанічного саду НАН України (DNZ), кафедри ботаніки та екології Донецького національного університету та даних літературних джерел [2, 4, 13, 18]. При проведенні досліджень використано загальноприйнятий метод маршрутного флористичного обстеження, причому враховано території всіх населених пунктів, що

підпорядковано Донецькій та Макіївській міським радам. Назви таксонів наведено за [15], тип геоеlementу, ендемізм та флороценотип видів – за [7, 8, 11]. Рівень охорони видів досліджуваної флори вказано за [11, 15, 16, 19, 20], при цьому використано наступні позначення: W – вид включений до Червоного списку МСОП, В – вид належить до списку рослин, що охороняються відповідно до рішення Бернської конвенції, Е – вид включений до Європейського Червоного списку, U – вид включений до Червоної книги України, D – вид включений до списку рослин, які охороняються відповідно до рішення Донецької обласної ради.

Результати дослідження та їх обговорення

У складі спонтанної урбанofлори мегаполіса Донецьк – Макіївка визначено 42 рідкісні та зникаючі види рослин, що становить 5% від загальної кількості видів флори мегаполіса та близько 10% від кількості видів, що охороняються в Донецькій області [15, 19]. Рідкісні види урбанofлори мегаполіса належать до 34 родів, 19 родин, 19 порядків, 3 класів та 2 відділів. Найбільшими за кількістю видів є родини Ranunculaceae Juss. (7 видів), Poaceae Barnhart та Fabaceae Lindl. (по 4 види). У родовому спектрі провідне місце посідає рід *Stipa* L. (3 види). Роди *Chrysocyathus* Falconer, *Pulsatilla* Mill., *Corydalis* DC., *Otitis* Adans., *Ornithogalum* L. та *Tulipa* L. представлені 2 видами, інші роди – одним видом.

Нижче наводимо короткий огляд раритетних видів досліджуваної урбанofлори.

Ephedra distachya L.^D – центральноєвразійський вид, міоценовий релікт, петрофіт. На території мегаполіса зростає на кам'янистих степових схилах у м. Донецьку [2], у заказнику «Ларинський» (2003 р., Купенко Н. П., DNZ), у заказнику «Зорянський степ» [13], на правому березі р. Грузької у м. Моспине (1998 р., Остапко В. М., DNZ).

Anemone sylvestris L.^D – палеарктичний лісовий вид. У межах зони міської забудови та на цвинтарях ми спостерігали штучно створені популяції, які щорічно самостійно відновлюються.

Chrysocyathus vernalis (L.) Holub^{UD} – євросибірський степовий вид. Зростає на степових схилах у заказнику «Ларинський» [19].

C. wolgensis (Steven) Holub^{UD} – причорноморсько-прикаспійський ендемік, степант. Зростає на степових схилах у заказнику «Ларинський» [19].

Delphinium sergii Wissjul.^{UD} – східнопричорноморський ендемік, лісовий вид. Поширений в урбаноекоотопах м. Донецька [2, 4].

Pulsatilla bohemica (Scalický) Tzvelev^{UD} – причорноморський ендемік, петрофіт. Зростає в напівприродних степових екоотопах міст Донецька [2], Макіївки (поодинокі екземпляри та невеликі куртини відмічено у с. Нижня Кринка у 1983 р. Бурдою Р. І., Остапко В. М., Горлачовим О. І. та у частині міста «Холодна Балка» у 1998 р. Муленковою О. Г., Чуприною Т. Т., DNZ) та Моспине (1991 р., Остапко В. М., DNZ), а також на кам'янистих схилах у заказнику «Ларинський» [19].

P. ucrainica (Ugr.) Wissjul.^{UD} – східнопричорноморський ендемік, петрофіт. Зростає на кам'янистих схилах у заказнику «Ларинський» [19].

Ranunculus auricomus L.^D – європейсько-кавказько-західносибірський лучний вид. Знайдено в м. Донецьку в урбаноекоотопах [2, 4].

Corydalis marschalliana (Pall. ex Willd.) Pers.^D – східносередземноморсько-передньоазійський вид, сільвант. Зростає в напівприродних лісових екоотопах та штучних деревостанах у містах Донецьк [2, 18] та Макіївка («Криничанський ліс», 1982 р., Бурда Р. І., Кучеревський В. В., Остапко В. М., Горлачов О. І., DNZ). Нами спостерігався також у «Батманному лісі» та парку ім. Кірова (м. Макіївка).

C. solida (L.) Clairv.^D – євросибірський вид, сільвант. Зростає в напівприродних лісових екоотопах, штучних деревостанах і чагарниках у містах Донецьк («Путилівський ліс», 1978 р., Бурда Р. І., Остапко В. М., DNZ), [2, 18] та Макіївка («Криничанський ліс», 1982 р., Бурда Р. І., Кучеревський В. В., Остапко В. М., Горлачов О. І.; діброва на правому березі р. Кринка, 1982 р., Бурда Р. І., Остапко В. М., Горлачов О. І., DNZ). Нами спостерігався в

«Батманному лісі» та парку ім. Кірова (м. Макіївка), а також у чагарниках на території заказника «Ларинський».

Raemonia tenuifolia L.^{BUD} – причорноморський ендемік, голоценовий релікт, степант. Зростає в напівприродних степових екотопах у м. Донецьк [2]. Поодинокі екземпляри спостерігалися у 1982 р. (Бурда Р. І., Кучеревський В. В., Остапко В. М., Горлачов О. І.) та 1990 р. (Остапко В. М.) на узліссі байрачної діброви біля ст. Кринична у м. Макіївка (DNZ).

Dianthus elongatus С.А. Меу.^{WED} – причорноморський ендемік, петрофіт. Зростає на кам'янистих схилах у заказнику «Ларинський» [19].

Otites donetzica (Клеоров) Клоков^D – приазовсько-донецький степовий вид. Зростає в степових екотопах у м. Донецьк [2, 4].

O. hellmannii (Claus) Клоков^{ED} – причорноморський ендемік, петрофіт. Зростає в степових екотопах у м. Донецьк [2, 4] та Макіївка (степова ділянка між селищами Межове та Грузько-Ломівка, 2008 р., Остапко В. М., Муленкова О. Г., DNZ).

Crambe tatarica Sebeok^{UD} – причорноморсько-прикаспійський вид, голоценовий релікт, степант. Поширений на відвалах вугільних шахт міст Донецьк та Макіївка [4].

Sempervivum ruthenicum (W. D. J. Koch) Schnittsp. & C. V. Lehm.^D – причорноморський ендемік, степант. Зростає на кам'янистих відслоненнях і на відвалах вугільних шахт міст Донецьк та Макіївка [2, 4].

Amygdalus nana L.^D – євросибірський степовий вид. Зростає на степових ділянках у м. Донецьк [2] та у м. Макіївка (узлісся байрачної діброви «Криничанський ліс», 1982 р., Бурда Р. І., Кучеревський В. В., Остапко В. М., Горлачов О. І., DNZ), [13], а також на степових схилах у заказнику «Ларинський» (2003 р., Назаренко Г. С., Мовчан Т. Ю., Муленкова О. Г., Ібатуліна Ю. В., DNZ).

Astragalus pubiflorus DC.^D – причорноморський ендемік, степант. Зростає на степових ділянках у містах Донецьк [2], Макіївка (с. Грузько-Ломівка, 2007 р., Остапко В. М., Муленкова О. Г., Мовчан Т. Ю., Купрюшина Л. В.; с. Грузько-Зорянське, 2009 р., Остапко В. М., Муленкова О. Г., Шпилева Н. В., Бойко Г. В., Купрюшина Л. В., Ібатуліна Ю. В., DNZ), на правому березі р. Грузька біля м. Моспине (1991 р., Остапко В. М., DNZ) та на пісковицях у заказнику «Ларинський» (1996 р., Чуприна Т. Т., DNZ).

Calophaca wolgarica (L.f.) DC.^{EUD} – східнопричорноморсько-прикаспійський ендемік, міоценовий релікт, степант. Вид відмічено в степових екотопах м. Донецьк [2]. Поодинокі екземпляри було зафіксовано нами на порушеній степовій ділянці біля відвалу у м. Моспине.

Caragana scythica (Kom.) Rojark.^{EUD} – південнопричорноморський ендемік, плейстоценовий релікт, петрофіт. Одна з найбільших популяцій цього виду на Південному Сході України зростає в заказнику «Зорянський степ» [13]. Вид знайдено також в околицях м. Моспине на правому березі р. Грузької (1991 р., Остапко В. М., DNZ), на степовій ділянці між селищами Межове та Грузько-Ломівка (2008 р., Остапко В. М., Муленкова О. Г., DNZ) та в заказнику «Ларинський» [19].

Hedysarum grandiflorum Pall.^D (східнопричорноморський ендемік, петрофіт) та *Onosma tanaitica* Клоков^{UD} (східнопричорноморський ендемік, петрофіт) спостерігаються в заказнику «Ларинський», де ці види утворюють локальні популяції на схилах південно-східної експозиції в місцях виходу на поверхню кам'яновугільних вапняків (2003 р., Назаренко Г. С., DNZ), [19].

Campanula persicifolia L.^D – євросибірський лісовий вид. Відмічено в м. Донецьк у «Путилівському лісі» [18].

Inula helenium L.^D – західнопалеарктичний лучний вид. Поодинокий екземпляр знайдено нами на галявині в штучному насадженні в парку біля стадіону «Донбас Арена». Однак у зв'язку із будівельними роботами з розширення та благоустрою парку, ймовірно, зник.

Leucanthemum vulgare Lam.s.l.^D – палеарктичний лучний вид. Поодинокі екземпляри відмічені нами на газонах, кладовищах, у парках, вздовж автомобільних доріг.

Vincetoxicum maeoticum (Kleopow) Barbar.^{ED} – східнопричорноморський ендемік, петрофіт. Зростає в степових екотопах у м. Донецьк [2].

Myosotis pineticola Klokov et Des.-Shost.^D – північнопричорноморський ендемік, сільвант. Відмічено на проммайданчиках і на територіях транспортних шляхів м. Донецька [4].

Acinos graveolens (M. Bieb.) Link.^D – східнопричорноморський вид, петрофіт. Зростає у степових екотопах у м. Донецьк [2].

Arum elongatum Steven.^D – середземноморсько-причорноморсько-передньоазійський вид, пліоценовий релікт, сільвант. Вид відмічено в залишках байрачних дібров у містах Донецьк [2, 18] та Макіївка («Криничанський ліс», 1982 р., Бурда Р. І., Кучеревський В. В., Остапко В. М., Горлачов О. І., DNZ). Нами невелика популяція спостерігалася в «Батманному лісі» (м. Макіївка).

Fritillaria ruthenica Wikstr.^{UD} – центральноєвразійський лісовий вид, відмічений в лісових екотопах м. Донецьк [2, 4].

Tulipa ophiophylla Klokov & Zoz.^{UD} – південнопричорноморський ендемік, степант. Вид відмічено в степових екотопах м. Донецьк [2, 4], а також у заказнику «Зорянський степ» [13]. Локальні малочисленні популяції знайдено нами на степових схилах у м. Моспине та заказнику «Ларинський» (кількість особин не більше 30).

T. quercetorum Klokov & Zoz.^{UD} – причорноморський ендемік, лісовий вид. Зростає в залишках байрачних дібров м. Донецька [2, 4] та м. Макіївки («Криничанський ліс», 1982 р., Бурда Р. І., Кучеревський В. В., Остапко В. М., Горлачов О. І., DNZ).

Crocus reticulatus Steven ex Adams.^{UD} – причорноморський ендемік, лісовий вид. Зростає в степових екотопах у м. Донецьк [2], на узліссях байрачних дібров і на степових схилах у м. Макіївка («Криничанський ліс», 1982 р., Бурда Р. І., Кучеревський В. В., Остапко В. М., Горлачов О. І.; біля с. Нижня Кринка, 1983 р., Бурда Р. І., Остапко В. М., Горлачов О. І., DNZ), а також у м. Моспине на кам'янистих схилах на правому березі р. Грузької (1991 р., Остапко В. М., Рубіна А. М., DNZ).

Iris halophila Pall.^D – центральноєвразійський вид, степант. Зростає в степових екотопах у м. Донецьк [2, 4] та в заказнику «Ларинський» [19].

Hyacinthella pallasiana (Steven) Losinsk.^{WUD} – приазовсько-донецький ендемік, петрофіт. Зростає в заказниках «Зорянський степ» [13] та «Ларинський». Щільність популяції в заказнику «Ларинський» становить близько 100-150 особин різного вікового стану на 1 м². Вид також відмічений нами у м. Моспине.

Muscari neglectum Guss.^D – європейсько-середземноморський степовий вид, плейстоценовий релікт. Знайдено в урбаноекотопах м. Донецька, на відвалах вугільних шахт [4].

Ornithogalum boucheanum (Kunth) Asch.^{UD} – європейсько-середземноморсько-передньоазійський лісовий вид. Зростає в степових екотопах та узліссях у м. Донецьк [2, 4, 18] та в заказнику «Ларинський» [19].

Ornithogalum fischerianum Krasch.^D – євросибірський степовий вид. Знайдено на проммайданчиках і територіях транспортних шляхів м. Донецьк [4].

Elytrigia stipifolia (Czern. ex Nevski) Nevski.^{WEUD} – східнопричорноморський ендемік, петрофіт. Зростає на кам'янистих схилах у заказнику «Ларинський» [19].

Stipa capillata L.^{UD} (центральноєвразійський степовий вид) та *S. lessingiana* Trin. & Rupr.^{UD} (євросибірський степовий вид) – найбільш розповсюджені на території мегаполіса види ковили. Асоціації з їхньою участю представлені в степових екотопах і на відвалах вугільних шахт у м. Донецьк [2, 4], у заказнику «Зорянський степ» [13], у м. Макіївка (ділянки петрофітних степів, Новокалинове, 1980 р., Кусков А. Є.; «Холодна Балка», 1998 р., Чуприна Т. Т., Муленкова О. Г., DNZ), у заказнику «Ларинський» [19] та у м. Моспине (1991 р., Остапко В. М., DNZ). Нами ці види спостерігалися також на степовому схилі на території дачного кооперативу «Скіф».

S. joannis Čelak. ^{UD} (центральноєвразійський степовий вид) зростає в заказнику «Зорянський степ» [13].

Висновки

Раритетна компонента урбанofлори мегаполіса Донецьк – Макіївка являє собою значну цінність у контексті збереження як світового, так і локального фіторізноманіття. Більшість рідкісних видів досліджуваної території зростають у межах об'єктів природно-заповідного фонду, на залишках малопорушених степових ділянок та у фрагментах байрачних дібров. Популяції раритетних видів потерпають здебільшого через надмірне випасання худоби, розорювання степів та луків, рекреаційне навантаження, збирання населенням завдяки декоративним і лікарським властивостям, а також унаслідок слабкої конкурентної здатності та природно-історичної рідкості.

Список літератури

1. *Бурда Р. И.* Антропогенная трансформация флоры / Раиса Ивановна Бурда. – К.: Наук. думка, 1991. – 168 с.
2. *Бурда Р. И.* Анотований список флори промислових міст на південному сході України / Р. І. Бурда. – Донецьк: Б. в., 1997. – 49 с.
3. *Глухов А. З.* Проблемы сохранения фиторазнообразия в Донецком регионе / А. З. Глухов, В. М. Остапко // Збереження біорізноманітності на Південному Сході України: матер. наук.-практ. конф. (Донецьк, 14 вересня 2004 р.). – Донецьк, 2004. – С. 20–22.
4. *Глухов О. З.* Поширення рідкісних судинних рослин у техногенно трансформованих екосистемах Південного Сходу України / О. З. Глухов, Г. І. Хархота, С. І. Прохорова, І. В. Агурова // Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону. – 2011. – № 1 (11). – С. 44–50.
5. Донбас заповідний: науково-інформаційний довідник-атлас / [Під ред. С. С. Куруленка, С. В. Третякова]. – Донецьк: Донецька філія державної установи «Державний екологічний інститут Мінприроди України», 2008. – 168 с.
6. *Заверуха Б. В.* Сосудистые растения / Б. В. Заверуха // Природа Украинской ССР: Растительный мир. – К.: Наук. думка, 1985. – С. 20–46.
7. *Коломійчук В. П.* Конспект флоры судинных растений Приазовського національного природного парку / В. П. Коломійчук, С. О. Яровий. – К.: Альтерпрес, 2011. – 296 с.
8. *Кондратюк Е. Н.* Конспект флоры південного сходу України. Судинні рослини / Е. Н. Кондратюк, Р. І. Бурда, В. М. Остапко. – К.: Наук. думка, 1985. – 272 с.
9. *Муленкова О. Г.* Флористичні принципи і критерії формування регіональної екологічної мережі Донецької області: автореф. дис. ... канд. біол. наук: спец. 03.00.05 «Ботаніка» / О. Г. Муленкова. – К., 2011. – 20 с.
10. *Остапко В. М.* Раритетный флорофонд юго-востока Украины (хорология) / Владимир Михайлович Остапко. – Донецк: ООО «Лебедь», 2001. – 121 с.
11. *Остапко В. М.* Эйдологические, популяционные и ценогические основы фитосозологии на юго-востоке Украины / Владимир Михайлович Остапко. – Донецк: ООО «Лебедь», 2005. – 408 с.
12. *Остапко В. М.* Интродукция раритетных видов флоры юго-востока Украины / В. М. Остапко, Т. В. Зубцова. – Донецк: ООО «Лебедь», 2006. – 320 с.
13. *Остапко В. М.* Созологическое обоснование учреждения ботанического заказника «Грузсколомовский» (Донецкая область) / В. М. Остапко, Л. В. Купрюшина, Е. Г. Муленкова // Промышленная ботаника. – 2007. – Вып. 7. – С. 85–90.
14. *Остапко В. М.* Регіональна екологічна мережа Донецької області: концепція, програма та схема / В. М. Остапко, О. З. Глухов, А. А. Блэкберн, О. Г. Муленкова, А. Я. Ендеберя. – Донецьк: ТОВ «Технопарк», 2008. – 96 с.
15. *Остапко В. М.* Сосудистые растения юго-востока Украины / В. М. Остапко, А. В. Бойко, С. Л. Мосякин. – Донецк: Ноулидж, 2010. – 247 с.

16. Офіційні переліки регіонально рідкісних рослин адміністративних територій України / Укл.: Т. Л. Андрієнко, М. М. Перегрим. – К.: Альтерпрес, 2012. – 148 с.

17. Хархота Г. І. Созофіти в техногенних екосистемах південного сходу України / Г. І. Хархота, С. І. Прохорова, І. В. Агурова // Відновлення порушених природних екосистем: матер. IV міжнар. наук. конф. (Донецьк, 18–21 жовтня 2011 р.). – Донецьк, 2011. – С. 381–383.

18. Хоботкова Л. Н. Антропогенная трансформация флоры урочища «Путиловский лес» зеленой зоны г. Донецка / Л. Н. Хоботкова, А. Н. Сумская // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2002. – № 2. – С. 74–78.

19. Червона книга Донецької області: рослинний світ (рослини, що підлягають охороні в Донецькій області) / Під заг. ред. В. М. Остапка. – Донецьк: Новая печать, 2009. – 432 с.

20. Червона книга України. Рослинний світ / За ред. Я. П. Дідуха. – К.: Глобалконсалтинг, 2009. – 900 с.

Деревянская А. Г. Раритетные виды урбанофлоры мегаполиса Донецк – Макеевка. – В работе приводится перечень раритетных видов сосудистых растений современной урбанофлоры мегаполиса Донецк – Макеевка. Отмечены места распространения раритетных видов на исследуемой территории.

Ключевые слова: урбанофлора, раритетные виды, мегаполис Донецк – Макеевка.

Derevyanska G. G. The rare species of the megalopolis Donetsk – Makeevka urbanflora. – The results of rarity species investigation of the contemporary megalopolis Donetsk – Makeevka urbanflora are presented. The places of distribution of the rare species in investigated area are given.

Key words: urbanflora, rare species, megalopolis Donetsk – Makeevka.

УДК 581.524

© С. П. Жуков

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕЗОННОЙ И СУТОЧНОЙ ДИНАМИКИ ТЕХНОГЕННЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ ДЛЯ ИХ ФИТОРЕКУЛЬТИВАЦИИ

*Донецкий ботанический сад НАН Украины; 83059, г. Донецк, пр. Ильича, 110
e-mail: ser64luk@yandex.ru*

Жуков С. П. Использование сезонной и суточной динамики техногенных биогеоценозов для повышения их устойчивости. – Учет сезонной и суточной динамики воздействия экологических факторов в техногенных биогеоценозах и подбор растений, биоритмы которых дают возможность использовать им для жизнедеятельности наиболее благоприятные периоды, позволяет расширить ассортимент фитомелиорантов, ускорить процессы развития эдафотопов и растительного покрова в условиях местообитаний с критическими значениями физико-химических свойств грунтов и гидротермических условий.

Ключевые слова: техногенный биогеоценоз, фиторекультивация, динамика.

Введение

В последние десятилетия происходила интенсивная техногенная трансформация территорий Украины, особенно в промышленных регионах, где сложилась кризисная ситуация. Так, на юго-востоке Украины наблюдается самый высокий общий коэффициент смертности, равный 17,5-17,8 человек на тысячу населения, при одном из самых низких коэффициентов рождаемости (8,7-9,0/1000), что не случайно соответствует и самому высокому уровню техногенной нагрузки, например, количество выбросов в атмосферу только в Донецкой области (1589,9 тыс. т) превышает такой же параметр в 14-ти западных и центральных регионах Украины вместе взятых (1527,3 тыс. т, без Киевской области) [2]. Последние годы демонстрируют все усиливающиеся проявления глобального потепления, которое уже в ближайшие десятилетия может иметь катастрофические последствия, дестабилизация климатотопы ведет к снижению устойчивости природных ценозов и непредсказуемым флуктуациям всей биоты в целом. Ведущим фактором этого процесса является разрушение природных биогеоценозов и замещение их на техногенные, производные экосистемы, которые эволюционно не развиты и не способны заменить природные и выполнять их роль в глобальных циклах [1, 4-6, 8, 9]. Фиторекультивация и восстановление техногенных территорий на данном этапе развития цивилизации – это необходимость. Но зачастую условия в техногенных биогеоценозах неблагоприятны для многих растений. Поэтому перспективно применение закономерностей функционирования данных экосистем в процессе рекультивации.

Цель нашей работы – выявить возможности ускорения рекультивации и повышения устойчивости техногенных биогеоценозов и фиторекультивантов в них за счет использования их сезонной и суточной динамики.

Материал и методы исследования

В изучение включены различные техногенные биогеоценозы, широко представленные в Донбассе, в том числе отвалы шахт, карьеры и отвалы открытых разработок полезных ископаемых, стройматериалов, огнеупорных глин и т. п. Основная часть исследований выполнена на объектах угольной промышленности в г. Донецк и г. Макеевка, производственного объединения «Свердловантрацит», на Донецком и Макеевском металлургических и Авдеевском коксохимическом заводах, Докучаевском флюсоделомитном комбинате и Комсомольском рудоуправлении. При этом применялись традиционные методы маршрутных исследований и велось наблюдение на постоянных пробных площадях.

Результаты и обсуждение

Влияние сезонной динамики техногенных биогеоценозов отвалов шахт уже упоминалось при обсуждении устойчивости растений к повышенной кислотности этих

эктопов [7]. При этом повышение устойчивости растений к действию неблагоприятных факторов происходит за счет избегания активных процессов жизнедеятельности в периоды максимального проявления этих факторов, то есть летом и в начале осени. Вместе с кислотностью максимальных значений в это время достигают также засоленность почв, их фитотоксичность, обусловленная подвижностью ионов металлов в кислой среде. Это сопровождается обычно и низким уровнем влажности почвы вследствие неравномерного выпадения осадков по сезонам и повышенного испарения влаги в теплый период. В других техногенных экотопах с отсутствием повышенной кислотности, например, на отвалах вскрыши, неблагоприятное воздействие в летнее время обусловлено именно засоленностью. У многих травянистых степных растений как приспособление к переживанию периода засушливых зональных условий и выработалась соответствующая сезонная динамика активности. Древесные растения за счет более глубокой корневой системы обычно лучше переносят такие периодические ухудшения экотопа, хотя длительные засухи в последние годы неблагоприятно сказывались и на древесных насаждениях городов, например, в 2010-2011 гг. выпала большая часть березы по пр. Ильича г. Донецка в районе дворца спорта «Дружба». Впрочем, в условиях некоторых техногенных экотопов, например, на отвале шахты № 5-6, находящейся в том же районе, или на отвале шахты «Ганзовка», находящейся на продолжении пр. Ильича, устойчивость той же березы к длительной засухе оказалась выше и состояние деревьев заметно лучше. Такое явление связано со спецификой формирующихся техногенных почвенных субстратов, в которых преобладает каменистая фракция, вследствие чего не происходило, как в зональных почвах, формирования глубоких трещин толщиной до 2-3 см, способствовавших вентиляции и сильному иссушению глуболежащих слоев почвы. Дополнительным фактором, снижающим проявления летней засухи на отвалах, может служить конденсация влаги в пустотах породы при суточных колебаниях температуры и проникновении воздуха вглубь отвала за счет крупнопористости субстратов.

Имеется и специфическая группа растений эфемеров и эфемероидов, как собственно и других раннецветущих, рановегетирующих и быстро дающих плоды растений, иногда выделяемых в группу гемиэфемероидов [4], адаптировавшихся к сезонным колебаниям климата в нашей зоне. В техногенных условиях весьма часто встречаются растения этой группы, имеющие эксплерентные свойства. Например: *Holosteum umbellatum* L., *Anisantha tectorum* (L.) Nevski, *Capsella bursa-pastoris*, *Senecio vernalis* Waldst. et Kit., *Erophila verna*, *Thlaspi perfoliatum* L., *Arenaria uralensis* Pall. Ex Spreng., *Poa bulbosa* L.

При этом эти виды осваивают разные виды техногенных экотопов: отвалы угольных шахт, промплощадки, пути сообщения, карьеры и отвалы вскрышных пород. Так, типичный эфемер *Holosteum umbellatum* отмечен нами в разных городах и на многих отвалах шахт: «Кучерова», № 1-1, им. Карла Маркса, «Чулковка-8» и др. При этом, в частности, на отвале шахты «Кучерова» в 1990-2010 гг. он играл заметную роль в развитии первичных почв и формировании растительного покрова в верхней части отвала, вдоль хребта, образованного по линии движения вагонеток с породой по отвалу. Густота растений этого вида достигала 165 особей на квадратный дециметр при высоте 5-17 см. Порода в этом месте отвалов характеризуется преобладанием мелких фракций вследствие сегрегации её при отсыпке и соответственно высоким содержанием окисляющихся соединений, что ведет к повышенной засоленности и подкисленности этого участка, формированию длительно действующих очагов горения. Из-за этого большинство видов естественно поселяющихся растений не могут освоить этот экотоп, и требуется длительное время для формирования пионерной растительности. На склонах северной экспозиции тут вместе с *H. umbellatum* пионером стал и мох *Ceratodon purpureus* (Hedv.) Brid., по наблюдениям на скалистых участках отвалов или на спекшихся массивах породы способный за 25-30 лет сформировать слой перегнивших остатков толщиной до 2 см и более. Исходя из соотношения биомасс эфемера и мха, эфемер должен был бы вносить даже больший вклад в первичное почвообразование, но на склоновых участках, возможно, большая часть продуцируемой наземной фитомассы после

ее отмирания сносились ветровыми и водными потоками, а подземная часть имеет сравнительно небольшую по сравнению с надземной фитомассу. Тем не менее за двадцатилетний период наблюдений граница явного почвообразования и постоянного растительного покрова отвала поднялась на 35 м вдоль хребтовой части отвала. При этом, видимо, значительную роль сыграло и продолжающееся физическое выветривание пород и вымывание солей.

Некоторые виды с рассматриваемым типом адаптации, например, *Anisantha tectorum* и *Senecio vernalis* встречаются практически во всех техногенных экотопах сначала массово в составе пионерных сообществ, а потом локально или рассеянно по всей территории. При этом *A. tectorum* образует после отмирания и засыхания стерню, длительно удерживающуюся на поверхности отвала и накапливающую отмирающие части других растений. Биомасса у этого вида намного больше, чем у *H. umbellatum*, соответственно и вклад в почвообразование и развитие биогеоценозов выше.

Близки к эфемерам и ранневегетирующим видам по адаптации к сезонной динамике условий техногенных экотопов и некоторые другие растения, использующие влажный осенне-зимний период, но плодоносящие уже в июле–августе. Часто это озимые двулетники, например, недавно занесенный в Донецк вид *Phalacrolooma annuum* (L.) Dumort., впервые отмеченный нами на отвалах шахт в конце 1990-х гг. и в настоящее время широко распространившийся на породных отвалах, в других техногенных экотопах, прошедший там адаптацию к местным климатическим условиям при низкой конкуренции. При этом, видимо, происходили и процессы генетического изменения популяционных структур данного вида, в результате чего в 2011 г. на отвалах Буденовского района г. Донецка наблюдалось появление двух форм, различающихся по времени цветения на 2-3 недели, возможно, вследствие формирования относительно раннецветущей формы. Если в предыдущие годы часто отмечалось массовое усыхание растений в начале плодоношения (что могло в форме отбора ранее созревших особей сыграть и направляющую роль), то ускорение этого процесса повышает количество сформированных семян на растении и дает соответствующее преимущество новой форме. Также в последние несколько лет этот вид появился уже на территории города в условиях зональных экотопов. Вследствие некоторой декоративности, ромашковидности соцветий в урбаноэкотопах он приобретает дополнительное конкурентное преимущество. Часто при выкашивании территорий распространения амброзии оставляют целыми участки одновидовых зарослей этого вида или отдельных особей в палисадниках среди цветов, что наблюдалось, например, на ул. Лабутенко, Интернациональной в г. Донецке. В условиях же породных отвалов он встречается преимущественно в составе пионерных сообществ или на длительно не зарастающих участках. При этом часто вместе с амброзией, с которой успешно конкурирует несмотря на большую мезофильность, именно за счет развития в осенне-зимний период, благодаря чему к началу прорастания амброзии имеет развитые растения. В перспективе возможно использование *Phalacrolooma annuum* для борьбы с этим аллергенным видом в техногенных экотопах после оценки возможной биологической и эволюционной опасности внедрения этого вида в местные сообщества.

В техногенных биогеоценозах у некоторых видов наблюдается трансформация последовательности или протяженности некоторых фаз развития, видимо, вследствие реакции на техногенно измененные условия местообитаний. Наблюдается возникновение так называемых неотенических форм, например, у *Persicaria maculata* или у однолетних видов рода *Senecio* на вершинах породных отвалов или на участках с последствиями воздействия очагов горения могут образовываться особи высотой в 5-7 см с формированием всего нескольких цветков (отвалы шахт им. Ленина, № 5-6, «Ганзовка», «Заперевальная» и многие другие). При этом обычно имеется и ускорение прохождения фаз жизненного цикла. Ряд видов уже сейчас характеризуются высоким полиморфизмом, например, *Senecio vernalis*, *Arenaria uralensis*, *Geum urbanum*, что позволяет использовать их для выявления индикаторных морфомаркеров техногенного загрязнения среды [3]. Такие неотенические формы могут иметь эволюционное значение, хотя учитывая наличие значительных

популяцій цих видів в менше трансформованих екотопах регіону, оточуючих отвали вугільних шахт, вероятно растворение цих форм при розмноженні внаслідок дії стабілізуючого відбору [10]. При виникненні механізмів репродуктивної ізоляції або при подальшому зростанні і змиканні техногенних територій, то єсть розповсюдженні непрямо через техногенні екотопи, а не за допомогою обміну з оточуючими популяціями, можлива стабілізація даних форм і подальше їх участь в процесах філогенезу і філоценогенезу в умовах техногенних біогеоценозів.

Друга форма динаміки, що має значення при проведенні рекультивування техногенних екотопів, – суточна, в основному пов'язана з вибором перспективних фітомеліоруючих рослин, що мають САМ-метаболізм, з родини Толстянкових (Crassulaceae). Саме, САМ-метаболізм є як раз пристосуванням до умов недостатнього зволоження, що дуже характерно для техногенних біогеоценозів, особливо різних відвалів, на схилах яких накопичуються жорсткі гідротермічні умови вже внаслідок самої їх форми. Найбільш напружені умови при цьому характерні для схилів південних експозицій, за «правилом попередження» Аліхіна відповідних більш південній зоні. Днем температура приземного шару повітря тут може досягати 60°C. Тому види толстянкових з рознесеним в часі суттєвими процесами дихання і фотосинтезу і зменшеною внаслідок цього транспірацією в денне час володіють підвищеною стійкістю до таких умов. До теперішнього часу з місцевих флор техногенних екотопів відзначалися *Sempervivum ruthenicum* Schnittsp. et C. B. Lehm., *Sedum ruprechtii* (Jalas) Omelcz. і *Sedum acre* L., останній більш або менше масово зустрічається в кар'єрах і на отвалах з легкими піщаними і супіщаними субстратами, наприклад, в Артемовському районі Донецької області. Зустрічаються також види, одичавілі з культури, наприклад, єдиничні екземпляри *Sempervivum tectorum* L. в техногенних екотопах міст. Інші ж два види, поширюючись в техногенні біогеоценози з культури, – *Sedum spurium* Vieb. і *S. reflexum* L., зустрічені на отвалах вугільних шахт в значительному кількості. *S. spurium* сформував численну популяцію на західному схилі відвала шахти Петровська, там же зустрічається і *S. reflexum*, обидва види утворюють на схилі плями з одного або з обох видів поперечником до 4-5 м. Відзначений в 1990-х гг. тут же в невеликій кількості екземплярів *S. ruprechtii* в теперішній час, видимо, вийшов з спільнот відвалів. Можливо, вторичне заселення відвала сільськогосподарськими рослинами відбулося після формування терраси з породи поруч з південно-східним схилом внаслідок потрапляння на схил з побутовим мусором.

Також тривале час спостерігається популяція *S. reflexum* на відвалі шахти «Ленінградка» на межі г. Донецька і г. Макіївка, куди цей вид потрапив, видимо, з сусіднього кладовища. Тут в 1997 г. було виявлено розповсюдження цього виду на основі північного схилу на площі близько 35 м². В порівнянні з відвалом шахти «Петровська», де плями рослин представлені звичайно майже чистими їх заростями, тут спостерігається більш рідке вирощування *S. reflexum*, при якому він поєднується з іншими трав'янистими рослинами. Через десять років, в 2007 г. популяція цього виду розповсюдилася в обидва боки по схилах (північному і східному) і піднялася вище середини схилу. А в теперішній час *S. reflexum* розповсюдився вже і на верхівку відвала шахти «Ленінградка» (Пограничний), то єсть на висоту близько 10 м, займаючи площу більш 180 м². В популяціях рослин на обох отвалах відзначено їх регулярне цвітіння і плодоношення.

Очевидно, що розповсюдження цих видів зумовлено особливостями їх розмноження і розповсюдження насіння і інших діаспор. В теперішній час проходить випробування *S. reflexum* і *Sedum spurium* на інших породних отвалах в різних умовах едафотопу. Дані види можна вважати володіючими високим фітомеліоративним потенціалом в умовах техногенних біогеоценозів, стійкістю до вирощування в екотопах з недостатнім зволоженням і до перенесенню тривалих засушливих періодів, що спостерігаються в останній час. Їх застосування при фітомеліорації і введення в уже

сформированные сообщества техногенных экотопов позволит смягчить условия и для других видов растений, а также ускорить процессы развития эдафотопы.

Выводы

Учет сезонной и суточной динамики воздействия экологических факторов в техногенных биогеоценозах и подбор растений, эффективно использующих для жизнедеятельности наиболее благоприятные периоды, позволяет расширить ассортимент фитомелиорирующих растений, ускорить процессы развития эдафотопов и растительного покрова в условиях местообитаний с критическими значениями физико-химических свойств почвенных субстратов и гидротермических условий.

Список литературы

1. Амосов М. Світ на порозі ХХІ століття / М. Амосов // Вісн. НАН України. – 1999. – № 10. – С. 3–14.
2. Где в Украине самые здоровые люди // Комментарии. – 2011. – № 30-31. – С. 4–5.
3. Глухов А. З. Экоморфологический анализ раннецветущих видов растений в техногенных экотопах юго-востока Украины / А. З. Глухов, А. И. Хархота, С. И. Прохорова, И. В. Агурова, С. П. Жуков // Экология и ноосферология. – 2011. – Т. 22, № 3–4. – С. 48–57.
4. Лескова О. А. Эколого-биологические особенности раннецветущих растений Восточного Забайкалья: автореф. дис. ... канд. биол. наук: спец. 03.00.05 «Ботаника», 03.00.16 «Экология» / О. А. Лескова. – Чита, 2006. – 20 с.
5. Деревянская А. Г. Эфемеры и эфемероиды во флоре техногенного мегаполиса Донецк–Макеевка / А. Г. Деревянская // Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів: матер. VIII Міжнар. наук. конф. аспірантів та студентів (Донецьк, 14–16 квітня 2009 р.). – Донецьк, 2009. – Т. 1. – С. 33–34.
6. Дідух Я. П. Екологічні аспекти глобальних змін клімату: причини, наслідки, дії / Я. П. Дідух // Вісн. НАН України. – 2009. – № 2. – С. 35–44.
7. Жуков С. П. Растения, устойчивые к повышенной кислотности почв в фитоценозах отвалов Донбасса / С. П. Жуков // Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону. – 2011. – № 1 (11). – С. 230–234.
8. Кондратьев К. Я. Глобальный круговорот углерода: состояние, проблемы и перспективы / К. Я. Кондратьев, В. Ф. Крапивин // Исследования Земли из космоса. – 2004. – № 3. – С. 1–10.
9. Makarieva A. M. How valid are the biological and ecological principles underpinning Global Change science? / A. M. Makarieva, V. G. Gorshkov, B. Mackey, V. V. Gorshkov // Energy & Environment. – 2002. – № 13 (3). – P. 299–310.
10. Шмальгаузен И. И. Факторы эволюции (теория стабилизирующего отбора) / И. И. Шмальгаузен. – М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1946. – 396 с.

Жуков С. П. Використання сезонної та добової динаміки техногенних біогеоценозів для їх фіторекультивуації. – Облік сезонної й добової динаміки впливу екологічних факторів у техногенних біогеоценозах і добір рослин, біоритми яких дають можливість використати їм для життєдіяльності найбільш сприятливі періоди, дозволяє розширити асортимент фітомеліорантів, прискорити процеси розвитку едафотопів і рослинного покриву в умовах місцезростань із критичними значеннями фізико-хімічних властивостей ґрунтів і гідротермічних умов.

Ключові слова: техногенні біогеоценози, фіторекультивуація, динаміка.

Zhukov S. P. Using of seasonal and daily dynamics of technogenic biogeocenoses to increase their phytorecultivation. – Accounting of seasonal and daily effects of environmental factors in man-made biogeocenoses and selection of plants with biorhythms which give them the possibility to use the most favorable periods for their life allow specialists to expand the range of plants for phytomelioration, accelerate the processes of ecotopes development and vegetation in habitats with critical physical and chemical properties of soils and hydrothermal conditions.

Key words: technogenic biogeocenosis, plant amelioration, dynamic.

УДК 574.583 : 556.55 (477.62)

© В. Н. Климюк

РАЗМЕРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФИТОПЛАНКТОНА СЛАВЯНСКИХ СОЛЕННЫХ ОЗЕР

Донецкий национальный университет; 83050, г. Донецк, ул. Щорса, 46
e-mail: valentina_k@i.ua

Климюк В. Н. Размерные характеристики фитопланктона Славянских соленых озер. – В фитопланктоне Славянских озер выявлено 248 видов и внутривидовых таксонов семи отделов (Cyanoprocyota, Euglenophyta, Chrysophyta, Dinophyta, Xanthophyta, Bacillariophyta, Chlorophyta), 32 порядков, 56 семейств и 106 родов. Морфометрические параметры данных водорослей отличались от таковых, приводимых в определителях, а также отличались у особей одного вида, обитавших в разных озерах. Это связано со специфическими условиями существования водорослей в различных по степени загрязнения и минерализации водах.

Ключевые слова: фитопланктон, Славянские озера, морфометрические параметры.

Введение

Непересыхающие соленые озера Славянского бальнеологического курорта (Репное, Вейсовое, Горячее и Слепное), расположенные на территории г. Славянска, подлежат охране, поскольку содержат уникальные лечебные грязи. В озере Репное производится их регулярный отбор для санаториев Украины и ближайшего зарубежья, поэтому изучение альгофлоры озер (и фитопланктона в частности как наиболее представленной его части) имеет важное значение. Озера Репное и Слепное являются памятниками природы государственного значения [12]. По данным Славянской гидро-геологической режимно-эксплуатационной станции, средняя минерализация озер за период 2007-2008 гг. составляла: в озере Репное – $20997,70 \pm 123,17$ мг/дм³, Вейсовое – $57016,00 \pm 98,23$ мг/дм³, Горячее – $17450,00 \pm 678,06$ мг/дм³, Слепное – $5999,30 \pm 290,12$ мг/дм³ [16]. Изучение данных водоемов проводилось различными исследователями со второй половины XVII века [1, 5, 6, 8, 17, 19, 20, 22, 23]. Однако все эти исследования были направлены на определение видового состава фито- и зоопланктона отдельных систематических групп. Современные данные о составе и особенностях доминирования видов водорослей планктона представлены в статье «Фитопланктон Славянских соленых озер (Украина)» [13]. В литературе не затронут вопрос особенностей морфометрических параметров водорослей Славянских озер.

На размеры клеток водорослей влияют различные факторы. С одной стороны, разными авторами [3, 10, 28] отмечено измельчание клеток водорослей под действием загрязняющих веществ. С другой стороны, наличие мелкоклеточных форм может свидетельствовать о процессах интенсивного размножения. Диатомовые водоросли характеризуются преобладанием в жизненном цикле вегетативного размножения, в ходе которого происходит общее измельчание популяции ввиду достраивания каждой дочерней особью меньшей створки (гипотеки). При этом уменьшение происходит неравномерно (у центральных диатомей уменьшается диаметр клетки, а у пеннатных – длина и отчасти ширина) [4]. Основным механизмом преодоления измельчания – образования ауксоспор при половом размножении. Однако вопрос периодичности и причин их появления до конца не изучен [4]. При воздействии неблагоприятных факторов среды вероятно асимметричное изменение размеров клеток зеленых водорослей [11]. Интересна работа А. И. Фазлутдиновой [26] о прямой зависимости между размером клетки диатомовой водоросли *Hantzschia amphioxys* (Ehr.) Grun. и степенью солености воды. Е. С. Соломонова [21] отмечает увеличение размеров отдельных диатомовых водорослей при повышении интенсивности света. Таким образом, вопрос об изменении линейных размеров водорослей под действием факторов среды является интересным и недостаточно изученным.

Материал и методы исследования

Материалом для исследования послужили 93 альгологические пробы, собранные в озерах Репное, Вейсовое, Горячее и Слепное в 2007-2012 гг. в разные сезоны года (весна,

лето, осень). Сбор материала проводили по общепринятым методикам [25]. Объем проб составлял не менее 2 дм³ воды (для проб, концентрируемых методом сгущения на мембранных фильтрах «Владипор» № 7) либо 10-20 дм³ воды (для проб, концентрируемых с помощью планктонной сети № 77). Пробы обрабатывали в живом и фиксированном (4% раствор формальдегида) состоянии на световых микроскопах МБИ-3 и Micros MC 50 (Австрия). Для анализа состава диатомовых водорослей изготавливали постоянные препараты [30]. Идентификацию видовой принадлежности проводили с использованием определителей водорослей [7, 9, 15, 24, 27] с уточнениями по «Разнообразие водорослей...» [18] и «Algae of Ukraine» [31, 32]. Определение размерных характеристик проводили счётно-объемным методом (не менее чем у 20 особей вида) [25]. Полученные данные обрабатывали методами статистики в программе Excel.

Результаты и обсуждение

На основании оригинальных данных и литературных сведений [31, 32] в фитопланктоне озер было выявлено 230 видов водорослей (248 видов и внутривидовых таксонов) – из них 192 вида (206 видов и внутривидовых таксонов) представляют собой авторские данные – семи отделов (Cyanoprocarota, Euglenophyta, Chrysophyta, Dinophyta, Xanthophyta, Bacillariophyta, Chlorophyta), 32 порядков, 56 семейств и 106 родов (табл. 1).

Таблица 1

Систематическая структура фитопланктона славянских озер на уровне отделов

Отделы	Классов	Порядков	Семейств	Родов	Видов (внутривидовых таксонов)
Сyanoprocarota	2	3	7	16	49 (57)
Euglenophyta	1	1	1	2	11 (15)
Chrysophyta	1	2	4	5	5 (5)
Dinophyta	1	2	2	4	4 (4)
Xanthophyta	1	2	3	5	6 (6)
Bacillariophyta	2	12	23	49	110 (116)
Chlorophyta	5	10	16	25	45 (45)
Итого	13	32	56	106	230 (248)

Для каждого вида были определены морфометрические параметры – длина и ширина клетки и проведено сравнение оригинальных данных с литературными.

Несколько укрупнились по сравнению с данными литературы [7, 9, 15, 24, 27] 20,7% от общего числа зарегистрированных видов. Ширина *Sellaphora pupula* (Kütz.) Mereschk., 1902 var. *rostrata* (Hust.) P. Tsarenko comb. nova в 1,12 раз, *Fragilaria capucina* Desm., 1825 var. *capucina* в 1,76 раз, а *Nitzschia paleacea* (Grunow in Cleve et Grunow) Grunow in Van Heurck, 1881 в 2,51 раза была больше, чем указано в данных литературы [24]. *Caloneis molaris* (Grunow) Krammer in Krammer et Lange-Bert, 1985 характеризовался увеличением как длины, так и ширины по сравнению с данными литературы [24]. Однако увеличение этих параметров было асимметричным: длина увеличивалась в 1,5 раза, а ширина – в 1,7 раза.

Для отдельных видов отмечено усиление асимметрии тела (длина увеличивалась, а ширина уменьшалась или наоборот). Так, у *Fragilaria tenera* (W. Sm.) Lange-Bert., 1981 длина увеличивалась в 1,2 раза, а ширина уменьшалась в 1,16 раз. Для *Navicula angusta* Grunow, 1860 характерно отклонение ширины от данных, указанных в литературе [24], в сторону как уменьшения (озеро Репное), так и увеличения (озеро Горячее).

Для озера Репное характерно преобладание видов, один или оба морфометрических параметра которых выходили за нижние границы, указанные в определителях (45,5%), а также есть виды, выходящие за верхние границы (15,9%). К видам, у которых уменьшалась и длина, и ширина, относятся *Achnanthes longipes* C. Agardh, 1824, *Cocconeis placentula* Ehrenb.,

1838 var. *placentula*, *Nitzschia hantzschiana* Rabenh., 1860, *Campylodiscus clypeus* Ehrenb., 1838, *Acutodesmus pectinatus* (Meyen) P. Tsarenko in Tsarenko et Petlovany, 2001. У *Oocystis lacustris* Chodat, 1897, *Amphora coffeaeformis* (C. Agardh) Kütz., 1844 var. *coffeaeformis*, *Encyonopsis microcephala* (Grunow in Van Heurck) Krammer, 1997 уменьшалась только длина, а у *Adlafia minuscula* (Grunow in Van Heurck) Lange-Bert. in Lange-Bert. et Genkal, 1999 var. *minuscula*, *Amphora commutata* Grunow in Van Heurck, 1881, *Entomoneis paludosa* (W. Sm.) Reimer in Patrick et Reimer, 1975 var. *paludosa*, *Nitzschia pusilla* (Kütz.) Grunow emend. Lange-Bert., 1976 – только ширина. За верхние границы обоих параметров выходили характеристики *Navicula lanceolata* (C. Agardh) Ehrenb., 1838 var. *lanceolata*, *Caloneis molaris*; только длина увеличивалась у *Navicula subtilissima* Cleve, 1891; только ширина – у *Nitzschia paleacea*.

В озере Вейсовое также большую часть составляли виды, морфометрические характеристики которых несколько ниже, чем указано в литературе (36,4%). К ним можно отнести виды с уменьшенной длиной и шириной: *Chroococcus minimus* (Keissl.) Lemmerm., 1904, *Amphora commutata*, *Achnanthes brevipes* C. Agardh, 1824 var. *brevipes*, *Cocconeis pediculus* Ehrenb., 1838, *Pseudoschroederia robusta* (Korschikov) E. Hegew. et Schnepf, 1986, *Dictyosphaerium pulchellum* Wood, 1872; с уменьшенной длиной: *Diatoma anceps* (Ehrenb.) Kirchn., 1878, *Achnanthes longipes*, *Desmodesmus communis* (E. Hegew.) E. Hegew., 2000 var. *communis*; с уменьшенной шириной: *Navicula salinarum* Grunow in Cleve et Grunow, 1880 f. *salinarum*, *Rhopalodia musculus* (Kütz.) O. Müll., 1899, *Cylindrotheca closterium* (Ehrenb.) Reimer et F.W. Lewis, 1964. Присутствовали виды, одна или обе размерные характеристики которых были больше данных литературы (21,8%). Более крупными по обоим параметрам были: *Caloneis molaris*; с увеличенной длиной – *Monoraphidium contortum* (Thur.) Komárk.-Legn., 1969; а шириной – *Spirulina tenuissima* Kütz., 1836, *Navicula veneta* Kütz., 1844, *Adlafia bryophila* (J. B. Petersen) Lange-Bert. in Moser et al., 1998, *Karayevia clevei* (Grunow in Van Heurck) Bukht., 1996 var. *clevei* и другие. Для 5,5% видов характерно уменьшение одного параметра и увеличение другого. Например, у *Fragilaria tenera* длина выходит за верхние границы, а ширина – за нижние; для *Navicula subtilissima* и *Cymbella tumidula* Grunow in A. W. F. Schmidt et al., 1875 характерно уменьшение ширины клетки, а параметр длины выходит и за верхние, и за нижние границы, то есть отмечено увеличение асимметрии клеток.

В озере Горячее также преобладали виды, измельчающиеся, по сравнению с данными литературы (42%). К ним можно отнести виды с уменьшением обоих параметров: *Diatoma anceps*, *Amphora commutata*, *Cymbella tumidula*, *Pseudoschroederia robusta*, *Achnanthes brevipes* var. *brevipes*; только длины: *Cymbella pusilla* Grunow in A. W. F. Schmidt et al., 1875, *Encyonopsis microcephala*; только ширины: *Oscillatoria limosa* J. Agardh ex Gomont, 1892 f. *limosa*, *Entomoneis paludosa* var. *paludosa*, *Cylindrotheca closterium*, *Achnanthes brevipes* C. Agardh, 1824. var. *intermedia* (Kütz.) Cleve, 1895. Также в озере незначительно представлены виды, морфометрические параметры которых больше, чем характеристики, отраженные в литературе: *Tabularia fasciculata* (C. Agardh) D. M. Williams et Round, 1986, (увеличивается ширина), *Caloneis molaris* (увеличивается длина и ширина). Особую группу составляли виды, отдельные морфометрические параметры которых выходят как за нижние, так и за верхние границы (4,4%): *Navicula angusta* (ширина), *N. protracta* Grunow in Cleve, 1894 (длина).

Для озера Слепное характерно наличие видов, размеры которых по сравнению с данными определителя мельчали (25,6%), укрупнялись (18,6%) и асимметрично изменялись, увеличивая один параметр и уменьшая при этом другой (2,3%). Мельчали по обоим параметрам: *Chroococcus minimus*, *Entomoneis paludosa* var. *paludosa*, *Tetraedron minimum* (A. Braun) Hansg., 1888, *Acutodesmus pectinatus*, *Nitzschia vitrea* G. Norman, 1861; по длине: *Desmodesmus communis* var. *communis*; по ширине: *Navicula protracta*. Укрупнялись по обоим параметрам: *Caloneis molaris*; по длине: *Monoraphidium contortum*; по ширине: *Fragilaria capucina* var. *capucina*, *Nitzschia paleacea*. Для *Nitzschia pusilla* было характерно увеличение длины и уменьшение ширины по сравнению с данными литературы [24].

Состав видов фитопланктона озер значительно отличался, поэтому были выделены общие для всех озер виды и проведено сравнение морфометрических параметров особей одного вида, обитающих в разных озерах, между собой и с данными литературы (табл. 2).

Таблица 2

Морфометрические параметры некоторых водорослей планктона Славянских солёных озер

Вид	Показатель	Озеро Репное		Озеро Вейсовое		Озеро Горячее		Озеро Слепное		Данные литературы [7, 24, 27]	
		<i>l</i>	<i>a</i>	<i>l</i>	<i>a</i>	<i>l</i>	<i>a</i>	<i>l</i>	<i>a</i>	<i>l</i>	<i>a</i>
<i>Chroococcus minimus</i>	min	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,8	1,8
	max	2,5	2,5	2,0	2,0	2,0	2,0	2,5	2,5	3,0	3,0
	x_{cp}	1,9	1,9	1,5	1,5	1,9	1,9	2,0	2,0		
	s	0,3	0,3	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3		
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz., 1844	min	12,5	12,5	12,0	12,0	12,0	12,0	12,5	12,5	10,0	10,0
	max	22,5	22,5	13,5	13,5	20,0	20,0	17,5	17,5	30,0	30,0
	x_{cp}	15,4	15,4	13,0	13,0	14,3	14,3	13,6	13,6		
	s	3,0	3,0	0,4	0,4	2,6	2,6	2,0	2,0		
<i>Diatoma anceps</i>	min	15,0	4,0	12,5	4,0	12,0	3,0	17,0	4,0	15,0	4,0
	max	21,5	8,0	31,0	6,0	27,5	4,0	26,0	7,5	100,0	8,0
	x_{cp}	8,1	5,8	17,4	4,6	17,6	3,6	22,3	5,4		
	s	2,3	1,3	4,7	0,6	4,6	0,4	3,7	1,5		
<i>Tabularia fasciculata</i>	min	32,5	2,0	40,0	2,0	35,0	3,0	29,0	2,0	20,0	2,0
	max	127,5	6,0	152,5	5,5	100,0	7,5	55,0	4,5	200,0	7,0
	x_{cp}	54,4	3,8	84,5	3,3	59,1	4,1	46,3	3,7		
	s	18,5	1,0	21,4	0,8	13,9	0,9	11,9	1,5		
<i>Craticula halophila</i> (Grunow in Van Heurck) D. G. Mann in Round, Crawford, Mann, 1990	min	32,5	7,0	45,0	12,5	45,0	12,0	30,0	8,5	25,0	8,0
	max	45,0	13,0	48,5	15,0	52,5	12,5	50,0	15,0	140,0	16,0
	x_{cp}	37,5	9,6	47,3	14,2	48,4	12,4	43,3	12,1		
	s	3,6	1,6	1,1	0,9	3,3	0,2	3,1	1,4		
<i>Sellaphora pupula</i> var. <i>rostrata</i>	min	22,5	9,0	23,0	8,0	26,0	9,0	25,0	8,0	20,0	7,0
	max	30,0	11,0	40,0	11,5	30,0	10,0	30,0	11,0	40,0	10,0
	x_{cp}	25,1	10,0	27,3	9,4	28,7	9,6	28,3	9,3		
	s	2,1	0,5	3,7	0,9	1,7	0,5	2,5	1,3		
<i>Adlafia minuscula</i> var. <i>minuscula</i>	min	12,0	2,5	10,0	3,5	10,0	3,0	10,0	4,0	10,0	3,0
	max	15,5	5,0	12,5	5,0	17,5	6,0	20,0	6,0	20,0	5,0
	x_{cp}	13,4	3,5	10,6	3,9	14,0	4,8	5,1	4,9		
	s	1,3	0,7	0,1	0,7	2,6	0,8	3,7	0,7		
<i>Navicula gregaria</i> Donkin, 1861	min	32,5	7,0	30,0	7,0	22,5	6,0	28,0	7,0	20,0	5,0
	max	38,0	8,0	38,0	8,0	25,0	7,0	37,5	8,5	40,0	8,5
	x_{cp}	36,9	7,5	35,2	7,5	23,7	6,5	32,3	7,5		
	s	1,3	0,3	2,0	0,3	1,1	0,4	2,1	0,3		
<i>N. capitatoradiata</i> H. Germ., 1981	min	21,0	5,0	27,5	7,0	20,0	5,5	30,0	7,0	20,0	5,0
	max	37,5	7,5	40,0	8,5	32,5	7,5	35,0	8,5	40,0	8,5
	x_{cp}	32,4	6,6	34,3	7,5	28,7	7,2	32,5	7,6		
	s	4,2	1,0	2,7	0,4	3,4	0,6	1,6	0,4		
<i>N. lanceolata</i> var. <i>lanceolata</i>	min	32,5	7,0	20,0	6,5	26,0	7,0	30,0	7,0	30,0	6,0
	max	67,5	12,5	57,5	9,0	37,5	7,5	37,5	7,5	60,0	12,0
	x_{cp}	47,1	9,6	34,5	7,7	30,3	7,3	32,4	7,3		
	s	10,0	1,7	5,7	0,5	3,6	0,2	2,4	0,3		

Вид	Показатель	Озеро Репное		Озеро Вейсовое		Озеро Горячее		Озеро Слепное		Данные литературы [7, 24, 27]	
		<i>l</i>	<i>a</i>	<i>l</i>	<i>a</i>	<i>l</i>	<i>a</i>	<i>l</i>	<i>a</i>	<i>l</i>	<i>a</i>
<i>Caloneis molaris</i>	min	50,0	10,0	47,5	11,5	52,5	12,5	42,5	10	25,0	5,0
	max	62,5	15,0	53,0	13,5	70,0	15,0	75,0	15	50,0	10,0
	x_{cp}	55,3	12,5	50,3	12,6	61,1	13,5	51,9	12,1		
	s	3,3	1,0	2,1	0,7	6,5	0,9	6,6	0,8		
<i>Encyonopsis microcephala</i>	min	10,0	3,0	9,0	3,0	12,0	3,0	15,0	3,0	13,0	3,0
	max	13,5	3,5	11,5	3,5	20,0	3,5	16,5	4,0	25,0	4,0
	x_{cp}	12,1	3,3	10,1	3,2	16,4	3,2	15,8	3,5		
	s	0,9	0,3	0,9	0,3	2,5	0,3	0,6	0,4		
<i>Cymbella tumidula</i>	min	18,0	4,0	15,0	3,0	12,5	3,5	25,0	6	25,0	6,0
	max	30,0	7,5	37,5	8,0	35,0	8,0	27,5	7	35,0	9,0
	x_{cp}	24,1	6,1	25,3	6,3	24,8	6,4	25,7	6,5		
	s	3,4	1,0	4,1	1,0	5,1	1,0	1,0	0,5		
<i>Amphora commutata</i>	min	40,0	17,0	35,0	15,0	20,0	10,0	35,0	12,5	40,0	20,0
	max	60,0	30,0	50,0	22,5	60,0	25,0	57,5	30,0	85,0	30,0
	x_{cp}	47,1	20,6	40,4	18,6	40,6	17,6	46,3	20,0		
	s	5,8	3,0	3,7	1,9	15,2	5,5	6,7	4,0		
<i>A. coffeaeformis</i> var. <i>coffeaeformis</i>	min	17,5	3,0	17,5	4,0	20,0	3,5	22,5	4,0	20,0	10,0
	max	30,0	4,0	36,0	10,0	37,5	7,5	26,0	4,5	50,0	18,0
	x_{cp}	23,8	3,5	28,2	7,6	31,6	5,9	24,4	4,2		
	s	4,1	0,4	5,5	2,0	6,1	1,3	1,5	0,2		
<i>Cocconeis pediculus</i>	min	15,0	9,0	14,0	9,0	17,0	10,0	9,0	7,0	15,0	10,0
	max	17,5	10,0	16,5	11,0	18,0	11,5	11,0	8,0	56,0	37,0
	x_{cp}	16,2	9,7	15,0	10,0	17,5	10,9	10,1	7,5		
	s	0,9	0,5	0,9	0,7	0,3	0,5	0,8	0,4		
<i>C. placentula</i> var. <i>placentula</i>	min	10,0	6,0	11,0	7,5	10,0	7,0	15,0	8,0	11,0	8,0
	max	15,0	10,0	12,5	8,5	13,0	8,0	17,5	11,5	70,0	40,0
	x_{cp}	11,6	8,1	11,9	7,9	12,4	7,5	16,0	9,8		
	s	1,6	1,1	0,6	0,4	0,7	0,3	1,3	1,2		
<i>Nitzschia paleacea</i>	min	25,0	3,5	32,5	4,5	43	4,5	23	3,5	20,0	1,5
	max	55,0	5,5	37,5	5,5	50	5,0	26	4,0	55,0	2,0
	x_{cp}	42,2	4,2	35,0	5,0	45,3	4,7	24,6	3,7		
	s	8,3	0,7	1,4	0,4	3,3	0,2	1,3	0,2		
<i>Cylindrotheca closterium</i>	min	52,5	2,0	45,0	1,5	37,5	1,5	32,5	2,0	32,0	2,0
	max	87,5	2,5	112,5	3,0	67,5	3,0	37,5	2,5	260,0	6,0
	x_{cp}	71,6	2,3	80,0	2,1	49,2	2,3	35,1	2,3		
	s	10,5	0,2	11,1	0,2	8,1	0,5	2,1	0,2		
<i>Campylodiscus clypeus</i>	min	75,0	75,0	85,0	85,0	92,5	92,5	80,0	80,0	80,0	80,0
	max	170,0	170,0	125,0	125,0	158,0	158,0	110,0	110,0	200,0	200,0
	x_{cp}	114,1	114,1	103,8	103,8	117,8	117,8	99,4	99,4		
	s	20,1	20,1	16,3	16,3	17,2	17,2	12,1	12,1		
<i>Tetraedron minimum</i>	min	5,0	5,0	5,0	5,0	7,5	7,5	4,0	4,0	5,0	5,0
	max	6,0	6,0	6,0	6,0	8,5	8,5	9,0	9,0	25,0	25,0
	x_{cp}	5,4	5,4	5,4	5,4	8,0	8,0	7,1	7,1		
	s	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	0,3	1,5	1,5		

Вид	Показатель	Озеро Репное		Озеро Вейсовое		Озеро Горячее		Озеро Слепное		Данные литературы [7, 24, 27]	
		<i>l</i>	<i>a</i>	<i>l</i>	<i>a</i>	<i>l</i>	<i>a</i>	<i>l</i>	<i>a</i>	<i>l</i>	<i>a</i>
<i>Monoraphidium minutum</i> (Nägeli) Komárk.-Legn., 1969	min	6,0	1,5	5,0	1,0	6,0	1,5	5,0	1,0	5,0	1,0
	max	10,0	2,0	7,5	2,0	7,5	2,0	10,0	2,0	19,5	7,2
	x_{cp}	8,3	1,6	6,2	1,5	6,6	1,6	7,8	1,6		
	s	1,2	0,1	0,9	0,3	0,6	0,2	1,8	0,3		
<i>Desmodesmus communis</i> var. <i>communis</i>	min	10,0	4,5	7,0	2,0	6,0	2,5	7,0	2,5	8,0	2,1
	max	12,5	5,5	7,5	2,5	10,0	3,5	12,0	6,5	36,0	12,0
	x_{cp}	11,5	5,0	7,1	2,2	8,0	3,0	8,7	3,6		
	s	0,7	0,3	0,2	0,3	1,5	0,4	1,5	1,0		

Примечание. *l* – длина клетки (мкм), *a* – ширина клетки (мкм), min – минимальное значение показателя, max – максимальное значение показателя, x_{cp} – усредненное значение показателя, s – стандартное отклонение.

В целом среди общих для озер видов морфометрические параметры 44,8% видов выходили за нижние пределы, обозначенные в источниках литературы [7, 9, 15, 24, 27]. При этом для некоторых видов уменьшалась только длина (*Encyonopsis microcephala*, *Amphora coffeaeformis* var. *coffeaeformis*) или только ширина (*Oscillatoria limosa* f. *limosa*, *Rhopalodia musculus*). Для ряда видов отмечали уменьшение длины и ширины одновременно (*Chroococcus minimus*, *Amphora commutata*, *Achnanthes brevipes* var. *brevipes*), то есть установлено общее измельчение планктонных водорослей. Степень отклонения оригинальных данных от данных литературы в отдельных случаях сильно отличалась (от 1,2 раза (длина и ширина *Cymbella tumidula*) до 4,07 раз (длина *Pseudoschroederia robusta*)).

В ходе работы было проведено сравнение морфометрических параметров водорослей, обитающих в различных озерах. Анализ имеющихся данных показал, что размерные характеристики для особей одного вида, обитающих в различных озерах, отличались, и данные отличия были, по-видимому, связаны со степенью солености и загрязнения вод.

По авторским данным, согласно системе Кольквитца-Марссона в модификации Зеленки и Марвана [14] наиболее загрязненным среди озер было Репное. Изменение размерных характеристик отдельных видов было, по-видимому, связано именно со степенью загрязнения. Так, для видов *Craticula halophila*, *Sellaphora pupula* var. *rostrata*, *Gomphonema acuminatum* Ehrenb., 1832 var. *acuminatum*, *Achnanthes brevipes* var. *brevipes*, *Ach. longipes* были характерны наименьшие средние размеры у особей, обитавших в озере Репное. Для видов *Navicula subtilissima*, *N. kotschyi* Grunow, 1860 var. *kotschyi*, *N. lanceolata*, *Nitzschia vitrea*, *Dictyosphaerium pulchellum*, *Desmodesmus communis* var. *communis*, наоборот, в данном озере были зарегистрированы самые крупные особи по сравнению с особями, обитавшими в других озерах. Однако, поскольку для большинства из указанных видов не установлены индексы сапробности [2], нельзя достоверно говорить об индикации степени загрязнения данными видами. Существует вероятность, что выявленные морфометрические особенности связаны со скоростью размножения водорослей, что описано в литературе [4].

Для других видов прослеживалось изменение размерных характеристик в зависимости от степени солености воды. Так, виды *Tabularia fasciculata*, *Navicula angusta*, *N. protracta*, *Cylindrotheca closterium*, *Oocystis lacustris* имели самые крупные особи в озере Вейсовое (наиболее соленое), а самые мелкие – в озере Слепное (практически пресное). Данные виды по системе С. С. Бариновой [2] относятся к олигогалобам-галофилам и мезогалобам, таким образом, подтверждена их приуроченность к более соленым водам. Для видов *Diatoma anceps*, *Fragilaria tenera*, *F. capucina* var. *capucina*, *Adlafia minuscula*, *Navicula veneta*, *Encyonopsis microcephala*, *Cocconeis placentula* var. *placentula*, *Rhoicosphenia abbreviata* (С. Agardh) Lange-Bert., 1980, *Nitzschia pusilla*, наоборот, самые крупные особи были

встречены в озере Слепное, а самые мелкие – в озере Вейсовое. По С. С. Бариновой [2], большинство данных видов относится к олигогалабам-индифферентам, часть – к олигогалабам-галофилам или олигогалабам-галофобам, что подтверждает их приуроченность к более пресным водам.

Следует отметить широкую экологическую амплитуду всех рассмотренных видов, поскольку они встречались в различных условиях.

Выводы

На основании оригинальных данных и литературных сведений [31, 32] в фитопланктоне озер было выявлено 230 видов водорослей (248 видов и внутривидовых таксонов) семи отделов (Cyanoprocarota, Euglenophyta, Chrysophyta, Dinophyta, Xanthophyta, Bacillariophyta, Chlorophyta), 32 порядков, 56 семейств и 106 родов. Морфометрические параметры водорослей планктона Славянских озер отличались от параметров, приводимых в определителях, а также отличались у особей одного вида, обитавших в разных озерах. Отмечено общее измельчение планктонных водорослей (44,8% видов). Для некоторых видов характерно укрупнение (20,7%) или усиление асимметрии клетки. Отличие морфометрических параметров особей одного вида, обитающих в различных озерах, возможно, связано с различиями в степени загрязнения и минерализации вод, а также скоростью размножения.

Благодарности

Выражаю искреннюю благодарность научному руководителю, к.б.н. Лялюк Наталье Михайловне за неоценимую помощь и поддержку в проведении исследований и написании статьи.

Список литературы

1. Анисимова Н. В. К биологии Славянских соляных водоемов (по наблюдениям 1926-1927 гг.) / Н. В. Анисимова. // Изв. ин-та физ.-хим. анализа. – 1930. – 4, № 2. – С. 404–405.
2. Баринова С. С. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды / С. С. Баринова, Л. А. Медведева, О. В. Анисимова. – Тель-Авив, 2006. – 498 с.
3. Береховских В. Ф. Современное экологическое состояние оз. Селигер / В. Ф. Береховских, З. В. Волкова, Н. С. Золотарева // Водные ресурсы. – М., 1997. – Т. 24, вып. 3. – С. 344–351.
4. Вассер С. П. Водоросли. Справочник / С. П. Вассер, Н. В. Кондратьева, Н. П. Масюк и др. – К.: Наук. думка, 1989. – 608 с.
5. Водно-солевой баланс Славянских озер (Гидролого-гидрохимические работы 1972 года) / А. Тимченко, О. Ривман, В. Фомичева и др. – М., 1973. – Т. 1. – 256 с.
6. Высоцкий А. И. Mastigophora и Rhizopoda, найденные в Вейсовом и Репном озёрах / А. И. Высоцкий // Тр. об-ва испыт. природы при Харьк. ун-те. – 1888. – 21. – С. 119–141.
7. Голлербах М. М. Синезелёные водоросли / М. М. Голлербах, Е. К. Косинская, В. И. Полянский. – М.: Совет. наука, 1953. – 650 с. [Опред. пресновод. водор. СССР. Вып. 2].
8. Горленко В. М. Микробиология / В. М. Горленко, Е. Н. Чеботарев, В. Н. Качалкин. – М.: Наука, 1973. – 2. – С. 57–68.
9. Диатомовый анализ / Под общей ред. А. Н. Криштофовича. – Л.: Госгеолиздат, 1950. – 398 с. + 117 табл., рис. [Опред. ископ. и соврем. диатом. водор. Кн. 3. Порядок Pennales].
10. Исидоров В. А. Введение в химическую экотоксикологию / В. А. Исидоров. – СПб.: Химиздат, 1999. – 144 с.
11. Исмаилходжаев Б. Ш. Влияние экологических факторов на рост, продуктивность и биохимические особенности некоторых видов *Chlorella* Beyer., *Scenedesmus* Meyen, *Ankistrodesmus corda*, *Chlamydomonas* Ehr. в культуре: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.05 / Б. Ш. Исмаилходжаев. – Ташкент, 1984. – 21 с.

12. Лещенко Г. Региональный ландшафтный парк «Славянский курорт» / Г. Лещенко // Экологическая газета «Наш край». – 2007. – № 19 (261). – С. 3.
13. Лялюк Н. М. Фитопланктон славянских соленых озер (Украина) / Н. М. Лялюк, В. Н. Климюк // Альгология. – 2011. – 21, № 3. – С. 321–328.
14. Макрушин А. В. Биологический анализ качества вод / А. В. Макрушин. – Л.: Мысль, 1974. – 53 с.
15. Мошкова Н. О. Улотриксові й Кладофорові водорості / Н. О. Мошкова. – К.: Наук. думка, 1979. – 500 с. [Визн. прісновод. водор. УРСР. Вип. VI].
16. Отчеты Славянской гидрогеологической режимно-эксплуатационной станции, 2007–2008 гг.
17. Прошкина-Лавренко А. И. Водоросли соленого Вейсова озера в Славянске / А. И. Прошкина-Лавренко // Изв. ин-та физ.-хим. анализа. – 1930. – 4, № 2. – С. 401–404.
18. Разнообразие водорослей Украины / Под ред. С. П. Вассера, П. М. Царенко // Альгология. – 2000. – 10, № 4. – 309 с.
19. Рубенчик Л. И. К микробиологии биоанізотропных солёных водоёмов. Исследования Славянских озёр. Ч. 1 / Л. И. Рубенчик, Д. Г. Гейхерман // Микробиология. – М.-Л., 1939. – VIII. – Вып. 5. – С. 213–234. – Ч. 2 // Микробиология. – М.-Л., 1940. – IX. – Вып. 1. – С. 289–295.
20. Рубенчик Л. И. Микроорганизмы и микробиальные процессы в солёных водоёмах УССР / Л. И. Рубенчик. – К., 1948. – 156 с.
21. Соломонова Е. С. Вариабельность размеров у некоторых видов черноморских диатомей / Е. С. Соломонова // Экология моря. – 2009. – Вып. 78. – С. 81–86.
22. Степанов П. Материалы к изучению фауны Славянских соленых озёр / П. Степанов // Bull. Soc. natur. Moscou. – 1889. – 62, № 2. – С. 184–199.
23. Степанов П. Т. Фауна Вейсового озера / П. Т. Степанов // Тр. об-ва испытателей природы при Харьк. ун-те. – 1885. – 19. – С. 87–93.
24. Топачевський О. В. Визначник прісноводних водоростей Української РСР. Діатомові водорості – Bacillariophyta (Diatomeae) / О. В. Топачевський, О. П. Оксінок. – К.: Вид-во Академії наук УРСР, 1960. – 412 с.
25. Топачевский А. В. Пресноводные водоросли Украинской ССР / А. В. Топачевский, Н. П. Масюк. – К.: Вища шк., 1984. – 336 с.
26. Фазлутдинова А. И. Морфологическая изменчивость почвенной водоросли *Hantzschia amphioxys* (Ehr.) Grun. (Bacillariophyta) в условиях засоления / А. И. Фазлутдинова // Актуальные проблемы современной альгологии: тез. докл. II междунар. конф. – К., 1999. – С. 145.
27. Царенко П. М. Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР / П. М. Царенко. – К.: Наук. думка, 1990. – 208 с.
28. Щур Л. А. Структура и функциональные характеристики бактерио- и фитопланктона в экосистемах водоемов разного типа: автореф. дис. ... докт. биол. наук: 03.00.16 / Л. А. Щур. – Красноярск, 2006. – 30 с.
29. Эйхвальд Э. И. О минеральных водах России в естественно-историческом отношении / Э. И. Эйхвальд // Военно-мед. журнал. – 1860. – XXVII.
30. Эльяшев К. О простом способе приготовления высокопреломляемой среды для диатомового анализа / К. Эльяшев // Тр. НИИ геол. Арктики. – 1957. – № 4. – С. 74–75.
31. Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography. Vol. 1. Cyanoprocaryota, Euglenophyta, Chrysophyta, Xanthophyta, Raphidophyta, Phaeophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Glaucocystophyta and Rhodophyta / Eds.: P. M. Tsarenko, S. P. Vasser & Eviatar Nevo. – Ruggell: A. R. G. Gantner Verlag, 2006. – 713 p.
32. Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography. Vol. 2. Bacillariophyta / Eds.: P. M. Tsarenko, S. P. Vasser & Eviatar Nevo. – Ruggell: A. R. G. Gantner Verlag, 2009. – 413 p.

Климюк В. М. Розмірні характеристики фітопланктону Слов'янських солоних озер. – У фітопланктоні Слов'янських озер виявлено 248 видів і внутрішньовидових таксонів семи відділів (Cyanoprocarota, Euglenophyta, Chrysophyta, Dinophyta, Xanthophyta, Bacillariophyta, Chlorophyta), 32 порядків, 56 родин і 106 родів. Морфометричні параметри даних водоростей відрізнялися від таких що наводяться у визначниках, а також відрізнялись в особин одного виду, які мешкали в різних озерах. Це пов'язано зі специфічними умовами існування водоростей у несхожих за ступенем забруднення і мінералізації водах.

Ключові слова: фітопланктон, Слов'янські озера, морфометричні параметри.

Klimyuk V. N. Dimensional characteristics of Slavyansk salt lakes phytoplankton. – 248 species and intraspecific taxas of phytoplankton from seven divisions (Cyanoprocarota, Euglenophyta, Chrysophyta, Dinophyta, Xanthophyta, Bacillariophyta, Chlorophyta), 32 orders, 56 families and 106 genera were identified in lakes of Slavyansk. Morphometric parameters of these algae are differ from those given in determinants, as well as in different individuals of the same species living in different lakes. This is due to the specific conditions of existence of algae in different degree of pollution and salinity waters.

Key words: phytoplankton, lakes of Slavyansk, morphometric parameters.

УДК 582.32 : 581.52 (477.61)

© А. В. Машталер, Е. А. Макарьова

ВИДОВОЙ СОСТАВ И ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗРАСТАНИЯ МОХООБРАЗНЫХ НА СЕЛИТЕБНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ ЛУГАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Донецкий национальный университет; 83050, г. Донецк, ул. Щорса, 46

e-mail: mashtaler_alex@mail.ru

Машталер А. В., Макарьова Е. А. Видовой состав и особенности произрастания мохообразных на селитебных территориях Луганской области. – Исследован видовой состав и особенности произрастания мхов на селитебных территориях Луганской области (на примере г. Лисичанск, г. Северодонецк и пгт. Боровское). Определено, что на обследованных территориях на период исследования произрастало 26 видов мхов. Среди обнаруженных видов представлены мхи различных субстратов. Значительное количество видов мохообразных является самыми частыми компонентами исследованных селитебных территорий – космополитными антропопотолерантными видами.

Ключевые слова: мохообразные, Луганская область, видовой состав.

Введение

Исследования процессов антропогенной трансформации растительности селитебных территорий в последние годы приобретают всё большую актуальность. Селитебные территории (от *селится, селитьба*) – территории, занятые жилыми кварталами и лежащими между ними улицами, площадями, бульварами, приусадебными участками (если последние не вынесены за городскую или сельскую среду) [3]. Характерной особенностью селитебных территорий является высокая степень изменения ландшафтов. Загрязнение почв, водных ресурсов и атмосферного воздуха промышленными и транспортными отходами и выбросами, большое распространение свалок бытового и рудерального мусора на территориях городов юго-востока Украины уже имеют критическое значение [7]. Разнообразие экологических условий селитебных ландшафтов делает возможным существование на этих территориях мохообразных с различными требованиями к произрастанию и богатству субстрата.

Исследования многих бриологов [1, 4, 6-9] доказали, что видовой состав и структура мохообразных изменяются вместе с трансформацией природной среды, в первую очередь городской агломерацией, то есть бриофлора отражает урбанизацию как комплексное явление.

Поскольку изучение мохообразных Луганской области является перспективным, а территория г. Лисичанск, г. Северодонецк и пгт. Боровское в настоящее время еще не изучены в полной мере, возникла необходимость исследования видовой состава, особенностей распространения в антропогенных комплексах, а именно на селитебных территориях.

Исходя из вышесказанного, целью настоящей работы являлось изучение видовой состава и особенностей произрастания, распространения и строения мохообразных селитебных территорий Луганской области (на примере г. Лисичанск, г. Северодонецк и пгт. Боровское).

Материалы и методика исследования

Камеральную обработку и экспериментальные исследования проводили в лаборатории кафедры ботаники и экологии биологического факультета Донецкого национального университета на протяжении 2009-2011 гг. Объектами исследований были выбраны мохообразные селитебных территорий г. Лисичанска, г. Северодонецка и пгт. Боровское Луганской области. Сбор и изучение мохообразных проводили методами маршрутных исследований и полевых сборов.

Гербарные образцы мохообразных определяли стандартным сравнительно-морфологическим методом по определителям, флорам, а также по отдельным монографическим обработкам [2, 5, 8]. Систематический анализ бриофитов проводили по системе, принятой в работе М. О. Hill и др. с дополнениями М. Ф. Бойко [10]. Идентификацию

мохообразных и анатомо-морфологические исследования проводили с помощью бинокулярных микроскопов МБИ-3, а также стереоскопического микроскопа МБС-1 по общепринятой методике. Использовали окуляры с увеличением 15× и объективы с увеличением 8× и 20× с апертурой 0,20 и 0,65. Измерение длины и ширины листовых пластинок видов мха *Bryum argenteum* Hedw., *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid. и *Leskea polycarpa* Hedw. проводили под микроскопом МБИ-3 с использованием винтового окулярного микрометра (МОВ – 1-15×) и объект-микрометра ОМП.

Полученные данные математически обрабатывались при помощи пакета прикладных программ Statistica 6.0, Excel 2002, уровень достоверности 0,95% (P<0,05).

Результаты и обсуждение

На исследованных селитебных территориях Луганской области, за период с 2009 по 2011 гг. было собрано и загербаризировано 150 пакетов мхов, из которых определено за время исследования 26 видов. Найденные виды мхов принадлежат к отделу Bryophyta, классам Polytrichopsida и Bryopsida, 13 семействам и 17 родам. Самыми большими по количеству видов являются 2 семейства – Dicranales, Bryaceae (пять видов), следующие по числу видов семейства – Polytrichaceae, Ditrichaceae, Pottiaceae, Leskeaceae и Amblystegiaceae (два вида). Остальные семейства представлены одним видом каждое: Trichostomaceae, Funariaceae, Orthotrichaceae, Fabroniaceae, Brachytheciaceae, Hypnaceae (табл. 1).

Таблица 1

Спектр семейств бриофлоры на территории Луганской области

№	Семейство	Количество видов	%	Количество родов	%
1	Polytrichaceae	2	7,6	1	5,8
2	Dicranaceae	5	19,2	2	11,7
3	Trichostomaceae	1	3,8	1	5,8
4	Funariaceae	1	3,8	1	5,8
5	Ditrichaceae	2	7,6	2	11,7
6	Pottiaceae	2	7,6	2	11,7
7	Bryaceae	5	19,2	1	5,8
8	Orthotrichaceae	1	3,8	1	5,8
9	Fabroniaceae	1	3,8	1	5,8
10	Leskeaceae	2	7,6	2	11,7
11	Amblystegiaceae	2	7,6	1	5,8
12	Brachytheciaceae	1	3,8	1	5,8
13	Hypnaceae	1	3,8	1	5,8
Всего		26	100	17	100

Разнообразие экологических условий селитебных ландшафтов делает возможным существование на этих территориях мохообразных с различными условиями произрастания и богатством субстрата.

В антропогенной бриофлоре исследованных территорий Луганской области отмечены эпифиты, эпилиты, эпигейные и эпиксильные виды, которые произрастали на рудеральных местопроизрастаниях и свалках бытового мусора (табл. 2).

Эпилиты обычно произрастают на камне, расположенном возле дорог, краев тротуаров, щебне, на горизонтальных (крыши домов, балконы) и вертикальных (стены домов) поверхностях. Это *Polytrichum formosum* Hedw., *Polytrichum piliferum* Hedw., *Weisia brachycarpa* Jur., *Bryum argenteum* Hedw., *B. dichotomum* Hedw., *Campylium sommerfeltii* (Myrin) Hedenas, *Campylium chrysophyllum* (Brid.) R. S. Chopra., *Camptothecium lutescens* (Hedw.) Bryol. eur., *Hypnum cupressiforme* Hedw. Наиболее многочисленными в бриофлоре селитебных территорий эпилитные виды. Именно мохообразные тротуаров, дорог, ям и канав являются самыми частыми компонентами селитебных территорий. Значительное

количество видов, которые растут на этих территориях, – космополиты. Достаточно интересный переход на каменистые сооружения видов, которые вообще встречаются как эпифиты или растут возле основы стволов деревьев. Явление перехода эпифитов на каменистый субстрат в жестких климатических условиях общеизвестно [1, 6, 7].

Таблица 2

Мохообразные селитебных территорий Луганской области

Виды МХОВ	Местопрорастания							
	Ямы, канавы	Тропы	Тротуары	Дороги	Стены домов, крыши	Свалки пром. мусора	Рудеральные место- обитания	Деревья, мертвая древесина
<i>Polytrichum formosum</i> Hedw.	-	+	-	+	-	-	-	-
<i>P. piliferum</i> Hedw.	-	+	-	+	-	-	-	-
<i>Dicranella heteromalla</i> (Hedw.) Schimp.	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>D. subulata</i> (Hedw.) Schimp.	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Dicranum fragilifolium</i> Lindb. Bot. Not.	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>D. scoparium</i> Hedw.	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>D. bonjeanii</i> De Not.	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Weisia brachycarpa</i> Jur.	-	+	-	+	-	-	-	-
<i>Funaria hygrometrica</i> Hedw.	+	+	-	+	-	-	+	-
<i>Ceratodon purpureus</i> (Hedw.) Brid.	-	-	-	+	+	-	+	-
<i>Ditrichum subulatum</i> (Bruch) Hampe	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Phascum piliferum</i> (Hedw.)	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tortula muralis</i> (Hedw.)	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Bryum turbinatum</i> (Hedw.) Turn.	+	-	-	-	-	+	-	-
<i>B. argenteum</i> Hedw.	-	-	+	-	+	-	-	-
<i>B. capillare</i> Hedw.	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>B. dichotomum</i> Hedw.	-	-	+	-	+	-	-	-
<i>B. caespiticium</i> Hedw.	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Orthotrichum obtusifolium</i> Brid.	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Myrinia pulvinata</i> (Wahlenb.) Schimp.	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Lescuraea mutabilis</i> (Brid.) Lindb	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Leskea polycarpa</i> Hedw.	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Campylium sommerfeltii</i> (Myrin) Hedenas	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>C. chrysophyllum</i> (Brid.) R. S. Chopra	-	-	+	-	-	-	+	-
<i>Camptothecium lutescens</i> (Hedw.) Bryol. eur.	-	+	-	-	+	-	-	-
<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw.	-	-	-	-	-	-	-	+

Примечание. «+» – встречаемость вида, «-» – отсутствие вида.

Физические признаки коры деревьев и камня подобны: нехватка элементов питания, чередование достаточно сухих и влажных периодов. Кора деревьев характеризуется меньшей теплопроводностью и узкой амплитудой колебания дневных и ночных температур, затеняется от солнечных лучей своей и соседними кронами. И несмотря на неблагоприятные условия, мхи поселяются на деревьях. Это *Dicranella heteromalla*, *Myrinia pulvinata* и *Hypnum cupressiforme*. При исследовании свалок бытового мусора и рудеральных местопрорастаний выбранных территорий были найдены: *Bryum turbinatum*, *Funaria hygrometrica*, *Campylium chrysophyllum*. В ходе наших исследований было замечено, что

наибольшее количество видов мхов (10 видов) являются эпифитами.

Вторыми по количеству видов (6 видов) были мхи троп и дорог. Данные мхи являются космополитными токсикотолерантными видами для селитебных территорий. Несмотря на постоянную антропогенную нагрузку, мхи имеют обширные площади покрытия и устойчивы к вытаптыванию и выхлопным газам автотранспорта. Третьими по количественному критерию (5 видов) представлены мхи тротуаров. Данные мхи являются широко распространенными на данном субстрате селитебных территорий.

Также нами были обнаружены мхи на стенах домов, крыше и на рудеральных местопроизрастаниях – 4 вида, 3 вида было найдено в ямах и канавах, 1 – на свалке. Несмотря на специфичность данных субстратов, мохообразные довольно обширно на них разрастаются, что свидетельствует об их неприхотливости и оптимальном режиме увлажнения.

Видовое разнообразие мохообразных на территориях исследуемых городов имело свои различия (табл. 3).

Таблица 3

Видовое разнообразие мохообразных на исследованных территориях Луганской области

Виды мхов	Территория исследования		
	г. Лисичанск	г. Северодонецк	пгт. Боровское
<i>Polytrichum formosum</i>	-	-	+
<i>P. piliferum</i>	-	-	+
<i>Dicranella heteromalla</i>	-	-	+
<i>D. subulata</i>	-	-	+
<i>Dicranum fragilifolium</i>	-	-	+
<i>D. scoparium</i>	-	-	+
<i>D. bonjeanii</i>	-	-	+
<i>Weissia brachycarpa</i>	-	-	+
<i>Funaria hygrometrica</i>	-	-	+
<i>Ceratodon purpureus</i>	+	+	+
<i>Ditrichum subulatum</i>	-	-	+
<i>Phascum piliferum</i>	-	-	+
<i>Tortula muralis</i>	-	-	+
<i>Bryum turbinatum</i>	-	+	+
<i>B. argenteum</i>	+	+	+
<i>B. capillare</i>	-	-	+
<i>B. dichotomum</i>	-	-	+
<i>B. caespiticium</i>	-	-	+
<i>Orthotrichum obtusifolium</i>	-	-	+
<i>Myrurgia pulvinata</i>	-	-	+
<i>Lescuraea mutabilis</i>	-	-	+
<i>Leskea polycarpa</i>	+	+	+
<i>Campylium sommerfeltii</i>	-	-	+
<i>C. chrysophyllum</i>	-	-	+
<i>Camptothecium lutescens</i>	-	-	+
<i>Hypnum cupressiforme</i>	-	-	+
Всего видов	3	4	26

Примечание. «+» – присутствие вида, «-» – отсутствие вида.

Видовой состав мхов территорий г. Лисичанск и г. Северодонецк на исследованных территориях был незначителен – найдено всего лишь 3 и 4 вида соответственно: *Bryum turbinatum*, *B. argenteum*, *Ceratodon purpureus*, *Leskea polycarpa*. Предполагаем, что это связано с деятельностью предприятий городов и выпускаемой ими продукцией. На территории пгт. Боровское были отмечены все 26 видов мхов. Среди обнаруженных видов представлены мхи различных субстратов (эпифиты, эпилиты, эпигейные и эпиксильные виды), что указывает на более благоприятные, чем в г. Лисичанск и г. Северодонецк условия произрастания.

Выводы

Видовой состав мохообразных селитебных территорий Луганской области (на примере г. Лисичанска, г. Северодонецка и пгт. Боровское) насчитывает 26 видов, принадлежащих к 1 отделу Bryophyta, 2 классам Polytrichopsida и Bryopsida, 8 порядкам, 13 семействам, 17 родам. В антропогенной бриофлоре исследованных территорий Луганской области отмечены эпифиты, эпилиты, эпигейные и эпиксильные виды, которые произрастали на рудеральных местопроизрастаниях и свалках бытового мусора. Значительное количество видов мохообразных являются самыми частыми компонентами исследованных селитебных территорий – космополитными антропоотолерантными видами.

Список литературы

1. Белкина О. А. Листостебельные мхи антропогенных местообитаний Мурманской области / О. А. Белкина // Ботан. журн. – 2001. – № 11. – С. 21–37.
2. Бойко М. Ф. Чекліст мохоподібних України / М. Ф. Бойко. – Херсон: Айлант, 2008. – С. 23–45.
3. Глухов О. З. Бріоіндикація техногенного забруднення навколишнього середовища південного сходу України / О. З. Глухов, О. В. Машталер. – Донецьк: Вебер, 2007. – С. 17–24.
4. Изотова Н. В. Мохоподібні парків м. Києва / Н. В. Изотова, Л. Я. Партика // Укр. ботан. журн. – 1988. – № 6. – С. 42–46.
5. Лазаренко А. С. Определитель листовых мхов Украины / А. С. Лазаренко. – К: Изд-во АН УССР, 1971. – 141 с.
6. Мамчур З. І. Епіфітні мохоподібні м. Львова та його околиць / З. І. Мамчур // Укр. ботан. журн. – 1998. – № 4. – С. 279–299.
7. Машталер О. В. Мохоподібні антропогенних комплексів південного сходу України / О. В. Машталер // Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону: міжвідомчий зб. наук. праць. – Донецьк: ДонНУ, 2005. – Вип. 5. – С. 41–49.
8. Мельничук Т. В. Определитель листовых мхов средней полосы и юга европейской части СССР / Т. В. Мельничук. – К., 1970. – 432 с.
9. Слука З. А. Видовой состав и эколого-фитоценотический анализ мхов зеленых массивов г. Москвы / З. А. Слука, Л. И. Абрамова // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 16. Биология. – 2000. – С. 45–54.
10. Hill M. O. An annotated checklist of the mosses of Europe / M. O. Hill, N. Bell, M. A. Bruggeman-Nannenge et al. // Macaronesian journal of Bryology – 2006. – Vol. 28. – P. 198–267.

Машталер О. В., Макаркова О. А. Видовий склад та особливості зростання мохоподібних на селітебних територіях Луганської області. – Досліджено видовий склад та особливості зростання мохоподібних на селітебних територіях Луганської області (на прикладі м. Лисичанськ, м. Северодонецьк, смт. Боровське). Визначено, що на обстежуваних територіях на період дослідження зросло 26 видів мохів. Серед знайдених видів представлені мохи різноманітних субстратів (епіфіти, епіліти, епігейні та епіксільні види). Значна кількість видів мохоподібних є найчастішими компонентами досліджених селітебних територій – космополітними антропоотолерантними видами.

Ключові слова: мохоподібні, Луганська область, видовий склад.

Mashtaler A. V., Makartsova E. A. Species composition and features of growth of mosses in selitebial territories of the Lugansk region. – The specific structure and features of growth of mosses in selitebial territories of the Lugansk region (on the example of Lisichansk, Severodonetsk and urban village Borovskoe) was researched. It is defined that on the studied territories for research grew 26 species of mosses. Among the found species mosses of various substrates are presented. A significant amount of mosses species are the most frequent components of the studied selitebial territories – cosmopolitan anthropotolerant species.

Key words: mosses, the Lugansk region, specific composition.

УДК 581. 522. 46 635. 932 (477. 60)

© М. А. Павлова¹, Л. Ю. Качур²

**ИТОГИ ИНТРОДУКЦИИ ВИДОВ РОДА *CROCUS* L.
В ДОНЕЦКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ НАН УКРАИНЫ**

¹Донецкий ботанический сад НАН Украины; 83059, г. Донецк, пр. Ильича, 110
e-mail: donetsk-sad@mail.ru

²Донецкий национальный университет; 83050, г. Донецк, ул. Щорса, 46

Павлова М. А., Качур Л. Ю. Итоги интродукции видов рода *Crocus* L. в Донецком ботаническом саду НАН Украины. – Представлены результаты многолетнего интродукционного эксперимента по культивированию 6 видов рода *Crocus* L. в Донецком ботаническом саду НАН Украины. Изучены морфология вегетативных и генеративных органов, сезонный ритм развития, способность к вегетативному и семенному размножению, онтогенез. Установлена перспективность представителей рода в качестве декоративных растений на юго-востоке Украины, определены пути их использования в зеленом строительстве региона.

Ключевые слова: интродукция, *Crocus* L., морфология, сезонный ритм развития, онтогенез, успешность интродукции.

Введение

Одной из важнейших задач ботанических садов является интродукция растений мировой флоры. Последующее использование декоративных интродуцентов в озеленении позволяет разнообразить цветочно-декоративные экспозиции в озеленении современных городов. Значительный интерес в этом плане представляет род *Crocus* L. (шафран), являющийся ценным источником декоративных растений. В озеленении населенных пунктов юго-востока Украины шафраны практически не встречаются, несмотря на их огромную популярность в любительском цветоводстве. Эти растения незаменимы для создания весеннего или осеннего аспекта в цветниках ландшафтного типа, отличаясь декоративностью, ранними (реже поздними) сроками цветения, разнообразием окраски цветков и неприхотливостью. Род *Crocus* (Iridaceae Juss.) [7] насчитывает около 80 видов многолетних клубнелуковичных растений, распространенных в Средней и Восточной Европе, Северной Африке, на Кавказе, в Азии [3, 8]. В результате разрушения местообитаний, а также вследствие выкопки клубнелуковиц в период цветения для пересадки численность популяций шафранов в природе и их площадь постоянно сокращаются. *C. angustifolius*, *C. reticulatus*, *C. speciosus* занесены в Красную книгу Украины [9]. Поэтому необходимость сохранения разнообразия флоры в сочетании с необходимостью расширения ассортимента красивоцветущих растений делает актуальной проблему интродукции дикорастущих шафранов с последующим их внедрением в практику зеленого строительства [6].

Целью нашей работы была интродукция дикорастущих видов рода *Crocus* на юго-восток Украины, оценка их адаптационных возможностей и определение перспективности использования в озеленении региона.

Шафраны, или крокусы, – клубнелуковичные эфемероидные розеточные геофиты. Клубнелуковица однолетняя, т. е. ежегодно формируется заново, покрыта оболочками, структура которых определяется таксономической принадлежностью растения. Надземный стебель не развивается, а потому листья и цветки выходят непосредственно из клубнелуковицы. Среди шафранов встречаются виды как весенних, так и осенних сроков цветения.

Материал и методы исследования

В лаборатории цветоводства Донецкого ботанического сада (ДБС) с 1967 г. прошли интродукционные испытания более 12 видов рода *Crocus*. В результате исследований выделены 6 видов, наиболее устойчивых в условиях юго-востока Украины: *C. angustifolius* Weston (1968 г.), *C. flavus* Weston (1997 г.), *C. kotschyanus* Boiss. K. Koch (1991 г.), *C. reticulatus* Stev. ex Adams (1967 г.), *C. speciosus* Bieb. (1968 г.), *C. tomasinianus* Herb.

(1986 г.). В табл. 1 представлены данные по распространению этих видов в природе и интродукционная оценка в условиях ДБС.

Таблица 1

**Происхождение и успешность интродукции видов рода *Crocus* L.
в условиях Донецкого ботанического сада**

Вид	Ареал	Места произрастания	Интродукционная оценка, баллы
<i>Crocus angustifolius</i> Weston	Крым, Балканы, Малая Азия	открытые степные склоны предгорий, высокогорные плато, среди кустарников в можжевельниковых лесах	7
<i>C. flavus</i> Weston	Балканы и Малая Азия	степные склоны предгорий, опушки, среди кустарников	6
<i>C. kotschyanus</i> Boiss. K. Koch	Малая и Передняя Азия	степные склоны, опушки, среди кустарников	6
<i>C. reticulatus</i> Stev. ex Adams	Средняя и Южная Европа, Кавказ, Малая Азия	степи, опушки дубовых лесов	6
<i>C. speciosus</i> Vieb.	Юго-Восточная Европа, Кавказ, Малая Азия, Иран	опушки горных лесов, высокогорные плато	7
<i>C. tomasinianus</i> Herb.	Балканы, Венгрия	лиственные леса, тенистые склоны холмов	6

Исследования проводили согласно общепринятым методикам: изучение морфологических особенностей и сезонного ритма развития осуществляли визуальным методом с учетом основных этапов вегетации [2, 5], онтогенетическое развитие изучали с использованием методики И. И. Игнатьевой [4], для оценки успешности интродукции использовали 7-балльную шкалу для декоративных многолетников [1].

Результаты и обсуждение

В условиях интродукционного пункта изученные представители рода *Crocus* характеризуются следующими биоморфологическими показателями.

C. angustifolius – шафран узколистый. Синоним *C. susianus* Ker-Gawl. Цветет весной. Клубнелуковица округлая, слегка сплюснутая, 1,5-2,2 см в диаметре, 1,2-1,8 см высотой, оболочки ее грубо сетчато-волокнистые. 5-7 узколинейных листьев развиваются во время цветения, достигая к концу вегетации 15-20 см длины и 0,15-0,20 см ширины. Цветки в количестве 1-2, реже – 3, воронковидные, 4-6 см высотой, 3,5-4,0 см в диаметре, золотисто-желтые, к концу цветения желто-оранжевые, наружные доли околоцветника с продольными буро-фиолетовыми полосками, трубка фиолетово-бурая. Завязь нижняя, трехгнездная, плод – трехгранная коробочка, семена угловатые, красно-коричневые.

C. flavus Weston – шафран желтый. Цветет весной. Клубнелуковица шаровидная, слегка сплюснутая, 1,7-2,0 см в диаметре, 1,2-1,5 см высотой, оболочки довольно жесткие, из продольных волокон. Цветки в количестве 1-3, околоцветник яркий, оранжево-желтый, доли его иногда в основании снаружи с серовато-пурпурными полосками. Пыльники желтые, рыльца желто-оранжевые, слегка надрезанные. Листья 3-4 мм шириной, с узким килем, по краям коротко реснитчатые, во время цветения 4-6 см длиной, после цветения удлиняются до 12-15 см.

C. kotschyanus Boiss. K. Koch – шафран Кочи. Синоним *C. zonatus* J. Gay. Цветет осенью. Клубнелуковица небольшая, округлая, сплюснутая, 1,0-1,2 см в диаметре, до 1,1 см

высотой. Листья развиваются весной, одновременно с плодами, достигая 10-14 см. Цветки одиночные, светло-сиреневые с более темными жилками и золотисто-желтым зевом. Высота цветка около 6 см, диаметр – 2,8-3,3 см.

C. reticulatus Stev. ex Adams – шафран сетчатый. Синоним *C. variegatus* Horre et Hornsoh. Цветет весной. Клубнелуковица округлая, 1,4-2,2 см в диаметре, 1,5-2,0 см высотой. Оболочка из жестких волокон, сетчато переплетающихся и вытянутых на верхушке. Цветки в количестве 1-2, реже – 3. Околоцветник светло-сиреневый, реже белый, наружные доли с внешней стороны с темно-фиолетовыми полосками. Пыльники ярко-желтые, рыльца ярко-оранжевые. Листья узколинейные, зеленые с белой полоской, развиваются во время цветения, достигая после отцветания 17-20 см.

C. speciosus Vieb. – шафран прекрасный. Цветет осенью. Один из наиболее красивых и крупных среди осеннецветущих шафранов. Клубнелуковица сплюснуто-шаровидная, 1,2-2,0 см в диаметре, 1,0-1,4 см высотой, в тонких пленчатых оболочках, которые легко распадаются кольцами. Листья в количестве 3 узколинейные, с белой продольной полосой, окружены пленчатыми влагалищными листьями, развиваются весной, достигая 15-20 см длины и 0,4-0,5 см ширины. Цветки одиночные, крупные, доли околоцветника заостренные, ярко-сиреневые, наружные доли с продольными фиолетовыми жилками, рыльце рассеченное, ярко-оранжевое. Высота цветка 8-13 см, диаметр – 3,5-5,5 см.

C. tomasinianus Herb. – шафран Томазини. Цветет весной. Клубнелуковица шаровидно-сплюснутая, 1,2-1,5 см в диаметре. Высота растения во время цветения 3,5-4,0 см, цветки одиночные, ярко-сиреневые с беловатым зевом, рыльце ярко-оранжевое. Высота цветка 6,0-6,5 см, диаметр – 3,0-3,5 см. Длина листьев во время цветения не превышает 5 см, после отцветания увеличивается до 10-12 см.

Все эти виды в условиях интродукционного пункта кроме окраски цветков различаются главным образом сроками цветения: в одну группу можно объединить *C. speciosus* и *C. kotschyanus*, цветущие осенью, во вторую – остальные виды, цветущие ранней весной (табл. 2). Продолжительность цветения составляет от 8 до 24 дней у весеннецветущих видов и от 19 до 27 – у осеннецветущих. Определяется она главным образом количеством цветков (поскольку они раскрываются последовательно), т. е. возрастным состоянием растений: молодые генеративные особи с меньшим количеством цветков заканчивают цветение раньше, чем зрелые генеративные. Кроме того, одним из главных лимитирующих факторов для цветения крокусов в весенний период является нестабильный режим температуры воздуха и почвы с мозаичностью температурных условий на одном и том же участке, обусловленной различной степенью освещенности в течение дня. Цветки шафранов раскрываются только в солнечную погоду, поэтому при совпадении периода пасмурных и дождливых дней с периодом цветения цветки могут раскрываться всего на 3-5 дней. Таким образом, продолжительность фенофазы цветения весеннецветущих крокусов сильно варьирует по годам и определяются температурным режимом и режимом освещенности (главным образом количеством солнечных дней).

Сроки цветения осеннецветущих видов определяются в основном режимом увлажнения: они зацветают, как правило, в сентябре, сразу после первых дождей, увлажнивших верхние слои почвы на глубину 5-7 см. Температурный режим в сентябре-октябре более стабилен, чем в марте-апреле, поэтому продолжительность цветения этих видов варьирует значительно меньше, чем весеннецветущих (амплитуды составляют до 8 и 20 дней соответственно). Но осеннецветущие шафраны отличаются растянутыми сроками фенофазы начала цветения: когда часть растений одного вида цветение уже заканчивают, у других только появляются бутоны. Возможно, причиной этого является различная мощность клубнелуковиц и глубина их залегания. Как правило, более молодые и мелкие клубнелуковицы ежегодно образуют контрактивные корни, а потому оказываются на большей глубине и зацветают позже.

**Сроки наступления основных фенологических фаз представителей рода *Crocus* L.
в Донецком ботаническом саду (1995-2011 гг.)**

Вид	Начало вегетации		Начало бутонизации		Начало цветения		Конец цветения		Созревание семян		Конец вегетации	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
<i>C. angustifolius</i> Weston	5.02	2.04	12.02	4.04	14.03	5.04	9.04	11.04	6.06	14.06	15.05	10.06
<i>C. flavus</i> Weston	7.02	28.03	15.02	1.04	16.03	3.04	8.04	16.04	8.06	15.06	18.05	10.06
<i>C. reticulatus</i> Stev. ex Adams	14.03	8.04	5.03	10.04	12.03	9.04	25.03	19.04	10.06	15.06	1.06	12.06
<i>C. tomasinianus</i> Herb.	12.02	1.04	13.03	3.04	24.03	5.04	27.03	18.04	10.06	12.06	20.05	28.05
<i>C. kotschyanus</i> Boiss. K. Koch	2.02	26.03	20.09	29.09	23.09	3.10	10.10	28.10	28.05	1.06	20.05	1.06
<i>C. speciosus</i> Bieb.	23.02	30.03	12.09	27.09	16.09	1.10	5.10	28.10	20.05	24.05	13.05	26.05

Продолжительность вегетационного периода шафранов обеих групп в условиях юго-востока Украины определяется как сроками наступления устойчивых положительных температур воздуха и почвы ранней весной, так и сроками прихода летней засухи и составляет в разные годы от 57 до 100 дней. Листья развиваются весной – у весеннецветущих одновременно с цветками, у осеннецветущих – с плодами. Поскольку в природных местообитаниях все эти виды растут на опушках и среди кустарников, в условиях степной зоны юго-востока Украины лучшим вариантом будет высадка этих растений и высев семян в тени деревьев. В этом случае весной, во время вегетации шафранов, до полного распускания листвы, света на участке достаточно. В летний период, когда на открытых участках почва нагревается до +50°C и более, клубнелуковицы находятся в более благоприятных условиях благодаря густой тени.

Все интродуцированные виды шафранов вегетативно малоподвижны, размножаются дочерними клубнелуковицами и деткой, образуя через 5-7 лет компактные клоны. Наибольшее количество дочерних клубнелуковиц генеративного возрастного состояния образует *C. angustifolius* – до 5-7 шт. в течение 5 лет. *C. speciosus* в условиях ДБС ежегодно образует до 5-8 дочерних клубнелуковичек-деток, способных к формированию генеративных органов через 3-4 года. Реальная семенная продуктивность шафранов определяется погодными условиями в период цветения и составляет в разные годы у разных видов от 7-10 семян в плоде до 27-32. *C. angustifolius*, *C. speciosus*, *C. reticulatus*, *C. tomasinianus* дают жизнеспособный единичный самосев. В ДБС все виды шафранов, за исключением *C. reticulatus*, поступили в виде семян, полученных по делектусному обмену. Кроме того, *C. angustifolius*, *C. flavus*, *C. reticulatus*, *C. tomasinianus* размножали семенами нашей репродукции. В ходе наблюдений за их развитием нами определены основные возрастные состояния малого жизненного цикла (рис. 1).

Установлено, что морфология особей различных возрастных состояний и основные этапы онтогенеза прегенеративного периода у разных видов рода *Crocus* практически идентичны и различаются только продолжительностью. Проросток состоит из семядоли, представленной влагалищем, связника, соединенного с семенем, первого настоящего листа узколинейной формы длиной 3-4 см и главного корня. В течение вегетации в основании листа формируется клубнелуковица диаметром около 1-2 мм, лист засыхает, и растение переходит в состояние покоя.

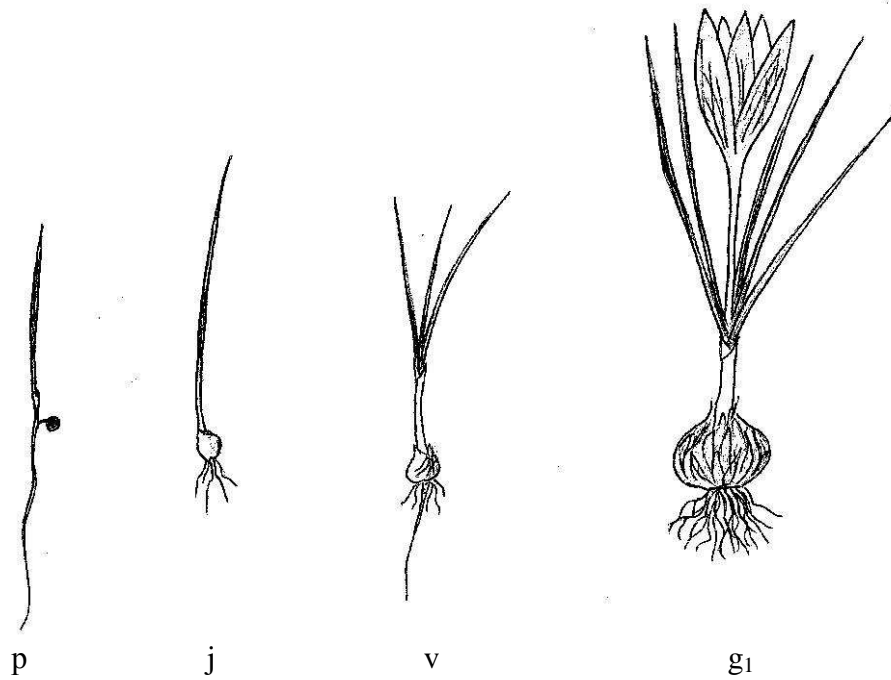


Рис. 1. Схема онтогенеза *Crocus angustifolius* Weston: p – проросток, j – ювенильная, v – виргинильная, g₁ – молодая генеративная особь.

Ювенильные растения развиваются на следующий год и состоят из одного низового и одного ассимилирующего листа, а также 2-4 придаточных корней длиной до 1 см. Образовавшаяся к концу вегетации клубнелуковица немного крупнее (2-3 мм). В последующие 2-3 года растения пребывают в виргинильном возрастном состоянии, отличаясь количеством ассимилирующих листьев (3-5) и их длиной, а также размерами ежегодно формирующейся клубнелуковицы (0,5-1,0 см в диаметре) и возрастающим количеством придаточных корней. У некоторых ювенильных и виргинильных растений образуется контрактильный корень, способствующий углублению клубнелуковицы.

Нами замечено, что у одних и тех же видов, семена которых были получены из разных интродукционных пунктов и высеваны в разные годы, продолжительность прегенеративного периода существенно различалась и составила от 3-4 до 7 лет у разных образцов *C. tomasinianus*, *C. flavus*, *C. angustifolius* и *C. kotschyanus*. При этом у растений, выращенных из семян собственной репродукции, прегенеративный период в большинстве случаев был наибольшим (5-7 лет). Можно предположить, что причиной ускорения онтогенетического развития шафранов является резкая смена условий существования при интродукции в новые условия. На 4-6-й год растения достигают генеративной стадии развития, а в последующие годы увеличиваются размеры клубнелуковицы, возрастает количество цветков, стабилизируется семенная продуктивность. Сенильных и субсенильных особей за годы исследования интродуцентов не выявлено, вероятно, по причине ежегодного обновления клубнелуковицы, вследствие которого происходит регулярное омоложение растения. По этой причине общая продолжительность онтогенеза не определена, и постгенеративный период нами не изучен.

Исследованные виды шафранов зимостойки, засухоустойчивы, не поражаются болезнями и вредителями. Исключение составляет слепыш, распространенный в степной зоне, уничтожающий сравнительно крупные клубнелуковицы взрослых растений. Поэтому на участках, не защищенных от прихода этого вредителя, высаживать шафраны лучше в специальные пластмассовые корзинки, пересаживая через 5-7 лет, по мере образования достаточно крупных «гнезд».

Шафрани рекомендуються для посадок возле деревьев и кустарников, пятнами среди газонов, в рокариях, гравийных садах, на рабатках, клумбах, в миксбордерах – группами из 10-25 растений в сочетании с весенними многолетниками или однолетниками. В последнем случае рассаду однолетников высаживают в промежутках между шафранами, и она, разрастаясь, закрывает желтеющие и засыхающие листья. Устойчивы и эффективны совместные посадки шафранов с почвопокровными многолетниками, например, с невысокими очитками (белый, едкий, ложный и пр.). Преимущество весеннецветущих видовых шафранов в том, что они зацветают на 2 недели раньше, чем сортовые. Эти виды можно использовать для выгонки к Новому году и другим зимним праздникам [10].

Выводы

В результате исследования дикорастущих представителей рода *Crocus* в условиях культуры в степной зоне юго-востока Украины установлено, что их интродукция здесь является перспективной как с точки зрения расширения ассортимента декоративных весеннецветущих многолетников, так и с точки зрения сохранения биоразнообразия в природе.

Список литературы

1. Баканова В. В. Цветочно-декоративные многолетники открытого грунта / Валентина Васильевна Баканова. – К.: Наук. думка, 1984. – 155 с.
2. Бейдеман И. Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ / Ирина Николаевна Бейдеман. – Новосибирск: Наука, 1974. – 155 с.
3. Декоративные травянистые растения для открытого грунта СССР: В 2 т. – Л.: Наука, 1977. – Т. 1. – С. 274–290.
4. Игнатъева И. П. Методика изучения морфогенеза вегетативных органов травянистых поликарпиков / И. П. Игнатъева // Докл. ТСХА. – 1964. – № 98. – С. 47–57.
5. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. – М.: Б. и., 1975. – 42 с.
6. Сикура И. И. Научные основы сохранения *ex situ* разнообразия растительного мира / И. И. Сикура, В. В. Капустян. – К.: Фитосоциоцентр, 2001. – 192 с.
7. Тахтаджян А. Л. Система магнолиофитов / А. Л. Тахтаджян. – Л.: Наука, 1987. – 440 с.
8. Флора СССР. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1935. – Т. 4. – С. 499–511.
9. Червона книга України: Рослинний світ. – К.: Українська енциклопедія ім. М.П. Бажана, 1996. – 608 с. Режим доступу: <http://www.plantarium.ru/page/redbook/id/18.html>
10. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://posadisam.ru/42-chtoby-v-prazdnik-zacveli-krokusy.html>

Павлова М. О., Качур Л. Ю. Підсумки інтродукції видів роду *Crocus* L. у Донецькому ботанічному саду НАН України. – Представлено результати багаторічного інтродукційного експерименту щодо культивування 6 видів роду *Crocus* L. у Донецькому ботанічному саду НАН України. Вивчено морфологію вегетативних і генеративних органів, сезонний ритм розвитку, здатність до вегетативного та насінневого розмноження, онтогенез. Встановлено перспективність представників роду як декоративних рослин на південному сході України, визначено напрямки їх використання в зеленому будівництві регіону.

Ключові слова: інтродукція, *Crocus* L., морфологія, сезонний ритм розвитку, онтогенез, успішність інтродукції.

Pavlova M. A., Kachur L. Yu. Outcomes of species from *Crocus* L. genus introduction in the Donetsk Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine. – Results of long-term introduction experiments on cultivation of 6 species from *Crocus* L. genus in the Donetsk Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine are presented. Morphology of vegetative and generative organs, seasonal rhythm of development, ability to vegetative and seed reproduction, and ontogenesis are researched. Potential of the genus representatives as decorative plants in the south-east of Ukraine have been identified, the ways of its use in the landscape planting of the region have been defined.

Key words: introduction, *Crocus* L., morphology, seasonal development rhythm, ontogenesis, introduction successfulness.

UDC 581.5 : 574.21 : 581.15 (477.60)

© A. I. Safonov

APPROBATION OF ECOSYSTEM STANDARDIZATION CRITERIA ACCORDING TO PHYTOINDICATION COMPONENT

Donetsk National University; Schorsa st., 46, Donetsk, Ukraine, 83050

e-mail: andrej_safonov@mail.ru

Safonov A. I. Approbation of ecosystem standardization criteria according to phytoindication component. –

The criteria for establishing the degree of normality are indices of indicational botanical expertise: informative transformation of plant indicators' structure, the scope of their ecological range and implementation of strategies for new types of adaptive scenarios.

Key words: indicational botanical expertise, transformation of plant indicators' structure.

Introduction

Ecosystem standardization is part of applied direction in ecology – standardization of level of anthropogenic pressure on the environment.

Introducing ecosystem standardization is based on complex integral indices of harmfulness. These indices individually or in combination reflect the degree of resistance or equilibrium of ecosystems of different scales.

According to any parameter reflecting reproductive biology or relationships between a plant and environment, the species form continuum that is reduced to the discrete types because of pragmatic reasons. Continuum of species strategy (behavior) reflects their relationships to the level of resource supply, biotic factors and disturbances [1, 4, 5]. The last index is basic for analysis of disturbed habitats on the territory of Donbass [11].

Different species adapts to the same environmental factor using different sets of physiological and structural modes. The greater number of such modes, the more successfully species can get over environment resistance [3, 10]. When monitoring landscape changes, the visual landscape should also be considered. This pertains to the information function of ecosystems and landscapes that refers to environmental structure and its function for satisfying needs [6, 12].

The program is ambitious. Essential elements are: to consider temporal and spatial interactions, to involve an adapted management of all ecosystems, an integrative monitoring of changes in ecosystem structures and functions, the interdisciplinary research with a broad perspective and a close cooperation with stakeholders and decision makers, cooperative decision-making including scientists, landscape planners, politicians and the local and regional population, to include integrative ecological perspectives in the spatial and temporal planning procedures, the attempt to carry out appropriate decentralized decision-making and, last not least, to implement all regions with various population densities into a sustainable ecosystem management [7, 8, 10].

The working hypothesis of the article is as follows: transformation of ecosystem in the direction of imbalance results in visible disorders on the structural levels of the organization of plant organisms.

The aim of the work is to prove correlation between the level of transformation of ecosystems and the extent of phytoindication informativity in monitoring research in industrial region.

Material and methods

When justifying the quantitative estimates of ecosystem stability resistance of separate components of natural and technogenic systems were considered. While studying the qualitative state of plant landscape elements the principle of threshold actions were used [5, 6, 9].

The definition of stability of natural ecosystems is closely connected with phytoindication indices. We considered indices of weed plants structure as informative criteria of ecosystems resistance towards anthropogenic pressure. The research was conducted in the Donetsk region (Ukraine). The materials were being collected from 2001 till 2012. The test sites were laid in node localization of the monitoring network. To obtain stationary data we chose 30 points where the level of industrial pollution is the highest in the region, 10 points that were the most affected by human

influence (landscape transformation, agricultural use) and 5 control points – the sites corresponding to the background environmental monitoring – areas of natural reserve fund of Ukraine. Principles of laying the monitoring grid were in conformance with the literature [8, 12], the regional environmental terrain, topography, soil horizon and the type of plant communities being taken in consideration. Phytoindication experiment was organized on out-ecological level. In accordance with the procedures accepted in scientific literature, the structural changes in plant organisms under high human pressure and toxic pollution were taken into account [9, 11].

The material is structurally presented by the following scheme:

- peculiarities of the environment state in industrial regions (edaphotopes and superficial pollution of biogeocenosis);
- ways of determining of plants' reaction to the action of factors of technogenic stress;
- indication trends: asymmetry of plants texture, structural transformations, abnormalities, functional criteria;
- strategies of species' survival under conditions of industrial pollution, ways of realization of vital positions of species of plants and signs of functional adaptation in the anthropogenically transformed environment.

Berteroa incana (L.) DC., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., *Echium vulgare* L., *Polygonum aviculare* L., *Euphorbia seguieriana* Neck., *Kochia laniflora* (S. G. Gmel.) Borb., *Agrostis stolonifera* L., *Elytrigia repens* (L.) Nevski), *Artemisia absinthium* L., *Anthoxanthum odoratum* L., *Artemisia vulgaris* L., *Convolvulus arvensis* L., *Digitalis purpurea* L., *Eupatorium cannabinum* L., *Chenopodium album* L., *Cirsium arvense* (L.) Scop., *Daucus carota* L., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Lactuca tatarica* (L.) C. A. Mey., *Amaranthus retroflexus* L., *Dactylis glomerata* L., *Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen., *Deschampsia caespitosa* (L.) Beauv., *Galium mollugo* L., *Cynoglossum officinale* L., *Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC., *Arrhenaterum elatius* (L.) J. et C. Presl., *Swida alba* Opiz, *Gnaphalium uliginosum* L., *Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen, *Grindelia squarrosa* (Purch) Dunal, *Xanthium albinum* (Widd.) H. Scholz, *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, *Stenactis annua* Nees, *Reseda lutea* L., *Fallopia convolvulus* (L.) A. Löve, *Rumex crispus* L., *Erucastrum armoracioides* (Czern. ex Turcz.), *Amaranthus albus* L., *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop., *Persicaria maculata* (Rafin.) A. & D. Löve, *Oberna behen* (L.) Ikonn., *Salsola australis* R. Br., *Ambrosia artemisiifolia* L. were used as plant-indicators. Most of them are species with wide ecological amplitude and valence, found with equal probability both in experimental and control areas.

This work is implemented in the complex and in the continuation of the previous publication [11].

Results and conclusions

Management decisions taken while organizing proper environmental control of the environment in the Donetsk region requires adequate information on the current state of the natural environment. Plants are a key element in the structure of natural ecosystems, and therefore reflect to a large extent the dynamics and specifics of pollution in different points of observation.

Among classical sciences used in ecological programs botany stands out very well and not without reason. Informative character of the data on the state of plants has been underlined repeatedly in many scientific works [3, 5, 6, 7, 10, 12], but against the background of numerous digital, spatial and neo-analytical methods, elaborations of botanists-ecologists are presented quite superficially or are being ignored undeservedly in manuals and specialized scientific reviews.

In conditions of estimation of monitoring systems in the Donetsk region there are only State Administration of ecoresources and the department of computer systems of monitoring in the Donetsk National Technical University mentioned. Most often the botanical component is not used in investigating ecological state of the region. In such cases they operate only with the amount of omissions, thousands of tons a year, but this information can by no means help to reflect the real picture of ecosystems state and the extent of misbalance in natural systems, especially for such anthropogenically transformed region as the Donetsk region. The purpose of the work is

conducting, parallel to the existing technical, an additional botanical and ecological monitoring which is based on the methods of structural phytoindication of metallic pressure in anthropogenically transformed environment. Total indices of paratypical variability of phytoindicators have been obtained, where values from 41 to 60 correspond to inadmissible level of pollution.

In conditions of anthropogenically transformed environment and raised toxic pressure onto natural systems the top priority task was finding out the possibilities and reality of practical introduction of phytoindication methods with the aim of total summary estimation of ecological misbalance in an industrialized region [11].

On preliminary research we have elaborated a project of the method of «The integral phytoindication index of combinative influence of non-specific stress factors». After approbation of this method and for adaptation of scale formation we suggest to increase maximum diapason of the scale from 60 to 100, so that the maximum index (100) corresponded to maximal possible diapasons of steadiness of plants under given ecological conditions. There can be several approaches, directions and criteria of phytoindicational estimation of metallic pressure in anthropogenically transformed environment. The most important is obtaining objective and adapted to a given locality results as well as the possibility of conducting permanent monitoring for replenishment of the database and checking out the obtained conclusions.

It's stated that there are certain reactions of plants to pollution of anthropogenically transformed environment with heavy metals, besides, a complex of methodological modes of structural phytoindication of south-eastern industrial centers of the Donetsk region had been worked out. The most successful and therefore perspective with extrapolation of phytoindication methods turned out to be *Cichorium intybus* L., *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip., *Plantago major* L. and *Tanacetum vulgare* L. These species are indicator not due to frequency in natural and transformed ecotopes, but due to their morphological plasticity, which is informative under conditions of metallic pressure, mostly of anthropogenical origin.

For providing a 100-mark summary scale by the most informative indices (over 90% probability) we've chosen the following (table):

- the level of pollen defectness;
- indices of trichome diversity, that is complexity of the form and texture of trichomes;
- indices (2) of matrical heterocarpy and heterospermy (for various-seeded forms);
- indices (2) of teratological synchotily and schisochotily;
- index of deformation of terminal floema of leaf of phytoindicators;
- index of abnormality of anastomose net of the leaf of apex formation;
- index of total variability of pollen form (according to determined pollen types);
- index of frequency of deformed or under formed embryo of phytoindicators.

For each of the indices there's an individual additive estimation scale of 10 marks maximum value in regional standards, established experimentally for Donetsk region. The whole diapason of structural ecological changeability of plants has been taken into account.

Provided the use of 10 mentioned parameters, summary index of plants reaction to the action of non-specific stress will be totally equal an integral level and power of stress factors on ecological systems of the territory under analysis. The maximum number of marks with the help of these indices equals 100, the minimum – 10. According to approved methodologies for different research objects we recommend the following conventional scale of estimation of the level of toxic pressure to natural systems (table 1): 10-25 – normal state of ecosystem; 26-35 – admissible, 36-75 – level exceeding normal one, 76-100 – inadmissible level of misbalance in natural systems under analysis.

The inevitable though frequently informal use of expert opinion in modeling, the increasing number of models that incorporate formally expert opinion from a diverse range of experience and stakeholders, arguments for participatory modeling and analytic-deliberative-adaptive approaches to managing complex environmental problems, and an expanding but uneven literature prompt this critical review and analysis [8].

Table 1

Results of phytoindicational monitoring (for 1-2 km zone of each of enterprises)

Enterprise	2001 yr	2005 yr	2006 yr	2007 yr	2012 yr
OJSC «Ilyich Iron and Steel Works of Mariupol»	98,1	98,3	97,2	95,4	95,3
OJSC «Iron and Steel Works of Mariupol 'Azovstal'»	97,3	97,2	96,8	95,3	95,5
Starobeshevo TEPS OJSC «Donbassenergo»	60,0	60,3	60,1	60,6	60,5
Kurakhovo TEPS OJSC «Skhidenergo»	30,5	30,4	30,9	30,2	30,0
Vuglegirsk TEPS OJSC «The State energy generating company «Centrenergo»	28,4	28,4	28,8	29,0	27,5
OJSC «The Zasiadko coal mine»	70,0	70,0	72,5	72,3	71,8
Zooevka TEPS-2 «Skhidenergo»	25,9	24,2	18,4	19,3	18,8
Slovyansk TEPS OJSC «Donbassenergo»	26,7	26,5	25,1	25,1	25,0
OJSC «Iron and Steel Works of Makiyivka»	88,4	88,3	86,0	84,5	80,6
OJSC «Iron and Steel Works of Yenakiyevo»	98,6	98,6	95,1	96,2	94,4
OJSC «Coke and Chemical Works of Avdiyivka»	25,5	25,0	20,6	21,0	21,0
OJSC «Markokhim»	35,5	35,7	39,0	40,1	40,1
OJSC Coalmine «Pivdenodonbaska №1»	32,6	40,0	43,2	43,0	41,1
OJSC «Donetskstal», OJSC Iron and Steel Works of Donetsk»	98,8	98,1	92,1	94,7	92,6
OJSC «Coke and Chemical Works of Yasynuvata»	10,5	10,0	10,3	10,1	10,2
OJSC «Coke and Chemical Works of Yenakiyevo»	79,0	77,0	74,2	75,3	73,9
OJSC «Coke and Chemical Works of Makiyivka», CJSC «Makiyivkoks»	75,6	74,1	73,0	72,2	73,7
OJSC «Donetskkoks»	34,0	33,4	33,5	32,9	32,5

Aims are to propose common definitions, identify and categories existing concepts and practice, and provide a frame of reference and guidance for future environmental modeling. The inevitable though frequently informal use of expert opinion in modeling, the increasing number of models that incorporate formally expert opinion from a diverse range of experience and stakeholders, arguments for participatory modeling and analytic-deliberative-adaptive approaches to managing complex environmental problems, and an expanding but uneven literature prompt this critical review and analysis [8]. Aims are to propose common definitions, identify and categories existing concepts and practice, and provide a frame of reference and guidance for future environmental modeling. The extensive literature review and classification conducted demonstrate that a broad and inclusive definition of experts and expert opinion is both required and part of current practice. Thus an expert can be anyone with relevant and extensive or in-depth experience in relation to a topic of interest. The literature review also exposes informal model assumptions and modelers subjectivity, examines in detail the formal uses of expert opinion and expert systems, and critically analyses the main concepts of, and issues arising in, expert elicitation and the modeling of associated uncertainty. It is noted that model scrutiny and use of expert opinion in modeling will benefit from formal, systematic and transparent procedures that include as wide a range of stakeholders as possible. Enhanced awareness and utilisation of expert opinion is required for modeling that meets the informational needs of deliberative fora. These conclusions in no way diminish the importance of conventional science and scientific opinion but recognise the need for a paradigmatic shift from traditional ideals of unbiased and impartial experts towards unbiased processes of expert contestation and a plurality of expertise and eventually models. Priority must be given to the quality of the enquiry for those responsible for environmental management and policy formulation, and this review emphasises the role for science to maintain and enhance the rigour and formality of the information that informs decision making.

The criteria for establishing the degree of normality are indices of indicational botanical expertise: informative transformation of plant indicators' structure, the scope of their ecological range and implementation of strategies for new types of adaptive scenarios.

If you break up the structure of plants into informative blocks, the most informative species of plants in these groups are as follows:

- appearance of the structure of plants, the life form (*Berteroa incana* (L.) DC., *Echium vulgare* L., *Reseda lutea* L.);
- architectonic features of the underground organs (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., *Polygonum aviculare* L., *Reseda lutea* L., *Echium vulgare* L.);
- transformation in the root tip terminals (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., *Reseda lutea* L., *Echium vulgare* L.);
- variability in shoot formation, inflorescence formation (*Berteroa incana* (L.) DC., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., *Reseda lutea* L., *Echium vulgare* L.);
- variability of the conduction system in the stem of plants (*Fallopia convolvulus* (L.) A. Löve, *Rumex crispus* L., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.);
- foliage system formation in different formations (*Berteroa incana* (L.) DC., *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop., *Persicaria maculata* (Rafin.) A. & D. Löve, *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Reseda lutea* L., *Echium vulgare* L.);
- variation in leaf surface structures (*Berteroa incana* (L.) DC., *Erucastrum armoracioides* (Czern. ex Turcz.), *Amaranthus albus* L., *Reseda lutea* L., *Echium vulgare* L.);
- conformational variability of the internal tissues of the leaf (*Berteroa incana* (L.) DC., *Euphorbia seguieriana* Neck., *Reseda lutea* L., *Eupatorium cannabinum* L., *Chenopodium album* L., *Kochia laniflora* (S. G. Gmel.) Borb.);
- teratological manifestations in the flower (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., *Echium vulgare* L., *Convolvulus arvensis* L., *Oberna behen* (L.) Ikonn., *Reseda lutea* L.);
- variability in the male generative sphere – defective pollen (*Dactylis glomerata* L., *Berteroa incana* (L.) DC., *Digitalis purpurea* L., *Polygonum aviculare* L., *Reseda lutea* L.);
- variability in the female generative sphere – defective ovules (*Polygonum aviculare* L., *Echium vulgare* L., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., *Salsola australis* R. Br., *Dactylis glomerata* L., *Reseda lutea* L.);
- genetic heterogeneity of seeds (*Ambrosia artemisiifolia* L., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., *Reseda lutea* L., *Echium vulgare* L., *Polygonum aviculare* L.);
- morphological heterogeneity of fruit (*Berteroa incana* (L.) DC., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., *Echium vulgare* L., *Amaranthus retroflexus* L., *Artemisia absinthium* L., *Anthoxanthum odoratum* L., *Cynoglossum officinale* L., *Diploaxis tenuifolia* (L.) DC., *Artemisia vulgaris* L., *Reseda lutea* L.);
- histochemical heterogeneity of fruit (*Berteroa incana* (L.) DC., *Echium vulgare* L., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., *Cirsium arvense* (L.) Scop., *Daucus carota* L., *Artemisia absinthium* L., *Stenactis annua* Nees, *Anthoxanthum odoratum* L., *Xanthium albinum* (Widd.) H. Scholz, *Artemisia vulgaris* L., *Reseda lutea* L.);
- detection of deviations during seed germination (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., *Lactuca tatarica* (L.) C. A. Mey., *Amaranthus retroflexus* L., *Polygonum aviculare* L., *Echium vulgare* L., *Agrostis stolonifera* L., *Oberna behen* (L.) Ikonn., *Salsola australis* R. Br., *Reseda lutea* L.);
- general generative transformation subpopulations (*Berteroa incana* (L.) DC., *Kochia laniflora* (S. G. Gmel.) Borb., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., *Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen., *Echium vulgare* L., *Deschampsia caespitosa* (L.) Beauv., *Galium mollugo* L., *Reseda lutea* L.);
- disorientation in life strategy (*Berteroa incana* (L.) DC., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., *Arrhenaterum elatius* (L.) J. et C. Presl., *Swida alba* Opiz, *Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen., *Reseda lutea* L., *Echium vulgare* L.).

Bioassessment programs are often required to make do with available tools to fulfill regulatory mandates, yet they lack resources to evaluate the tools for applications in all habitats of concern. Although all sampling methods in this study suffered from poor efficiency in collecting organisms, the margin – center – margin modification of reach-wide method greatly improved efficacy and reduced the frequency of rejected samples. Furthermore, the lack of significant disagreements and inconsistencies suggests that the MCM method produced results that were comparable to the other methods already in use in California [9], which may facilitate integration of historical data sets. Therefore, we recommend the use of margin–center–margin modification of reach-wide method in low-gradient streams in California as a substitute for the currently preferred method. In conclusion, bioassessment programs can improve data quality and avoid unnecessary expenses by explicitly evaluating assessment tools when assessing novel habitat types.

There are, however, drawbacks to relational databases. They are more complex than simple data tables or collections of files; they can require proprietary software that must be maintained, upgraded, and paid for annually; and they require more information technology expertise to set up and maintain. The advantages of constraint checking have been mentioned, but constraints require expertise to define and implement, and they come with a «hassle factor». For example, constraints may need to be temporarily removed to unload and replace records if corrections are needed. Accommodating new data that require changes to the structure of the database can also present challenges. Some redesign of the database may be needed to accommodate the new data and this may have consequences for how existing data is represented and stored in the database.

Finally, ensuring long-term permanence of data in relational databases, after the project and its funding end, requires more planning and documentation than for data in simple file-based systems. It is worth considering different approaches than the relational database model. Simpler approaches may be more appropriate, depending on the scope of the programs and the volume and types of data to be collected. For example, flat files, such as spreadsheets or comma-separated-values files, can hold data and much metadata in an intuitive layout (e.g., NARSTO Quality Systems Science Center) that is easier for subject matter experts to understand and analyze. They may more easily accommodate changed data structures; if the changes are too great, an entirely new layout can easily be devised for the changed data.

Flat files may be easier to place in a permanent data archive. Challenges in designing and working with flat files include the difficulty of performing integrated analyses on data in differently structured files; safely changing or correcting the same element of basic information when it is contained in many records, and the issue of documenting the associated information (site location and type, sampling and analysis methods, etc.). The emergence of metadata standards and tools, previously discussed, helps immensely with this last issue.

Whatever the type of data management system, funding for central data management is vital for long-term multiinvestigator projects. Funding must be commensurate with the volume and complexity of the data. It should commence very early in the project to permit sufficient time to understand the data that will be generated and the needs of the users. It should last beyond the traditional end of the project, to support acquiring the final data into the database, assembling or creating the needed permanent documentation, and providing the data to a permanent data archive.

A permanent archive should be selected well before the end of the project, and perhaps even at the beginning. Possibilities include EPA's STORET system (EPA 2008) [2], although using this requires that the data be in a particular structure, which is obviously easiest if this was adopted at the project outset. Other possibilities include a NASA Data Active Archive Center, which is particularly suitable for data in flat files.

Finally, the importance of good data management practices in the environmental sciences is becoming increasingly recognized and supported. The National Science Foundation has recently initiated a multi-year, multiinstitution project known as DataONE (Data Observation Network for Earth [2]). This project will develop, provide, and foster a variety of cyberinfrastructure resources to support scientific data management. Educational institutions are also expected to include more data management concepts in science curricula. The Long Term Ecological Research (LTER)

community has, over the last decade or two, recognized, confronted, and studied these issues. Effective data management tools should become increasingly available. Long-term biomonitoring programs should therefore find it increasingly easier to meet the challenge of documenting and preserving their valuable data for use by future generations of scientists.

An important element in the valuation of natural ecosystems is the establishment of signal indicators – the so called indication criteria that allow to judge with a certain probability the level of transformation and ecosystem depletion, to determine the real and energy balances in local geosystems.

The theoretical importance of this publication is to identify the information links between the actually existing flows of matter and energy in the development of ecosystems with intensive exploitation of their resources.

References

1. *Charles P.* Urban Ecology and the Restoration of Urban Ecosystems / P. Charles, G. Eric, M. Toffler. – New York: New York Times A1, 2002. – 640 p.
2. *Christensen S. W.* Importance of data management in a long-term biological monitoring program / S. W. Christensen, C. C. Brandt // *Environmental Management*. – 2011. – № 47. – P. 1112–1124.
3. *Damgaard C.* The probability of germination and establishment in discrete density-dependent plant populations with a seed bank: a correction formula / C. Damgaard // *Popul. Ecol.* – 2005. – № 47. – P. 277–289.
4. *Devlaeminck R.* Inflow of seeds through the forest edge: evidence from seed bank and vegetation patterns / R. Devlaeminck, B. Bossuyt, M. Hermy // *Plant Ecology*. – 2005. – № 176. – P. 1–17.
5. *Dierssen K.* Indicating botanical diversity – structural and functional aspects based on case studies from Northern Germany / K. Dierssen // *Ecological Indicators*. – 2006. – № 6. – P. 94–103.
6. *Gibson D. J.* Grasses and Grassland Ecology / D. J. Gibson. – Oxford, New York: Oxford University Press, 2009. – 306 p.
7. *Klimkowska A.* Species trait shifts in vegetation and soil seed bank during fen degradation / A. Klimkowska, R. Bekker // *Plant Ecology*. – 2010. – № 206. – P. 59–82.
8. *Krueger T.* The role of expert opinion in environmental modelling / T. Krueger, T. Page, K. Hubacek // *Environmental Modelling & Software*. – 2012. – № 36. – P. 4–18.
9. *Mazor R. D.* Bioassessment tools in novel habitats: an evaluation of indices and sampling methods in low-gradient streams in California / R. D. Mazor, K. Schiff, K. Ritter, A. Rehn, P. Ode // *Environ. Monit. Assess.* – 2010. – № 167. – P. 91–104.
10. *Reinl' R.* Spatial patterns in seed bank and vegetation of semi-natural mountain meadows / R. Reinl', C. Chocarro, F. Fillat // *Plant Ecology*. – 2006. – № 186. – P. 151–160.
11. *Safonov A. I.* New diagnostic criteria of complex phytoindication for approbation in Donbass / A. I. Safonov // *Problems of ecology and nature protection of technogenic region*. – Donetsk: DonNU, 2008. – Iss. 8. – P. 91–95.
12. *Yoccoz N. G.* Monitoring of biological diversity in space and time / N. G. Yoccoz, J. D. Nichols, T. U. Boulinier // *Trends Ecol. Evol.* – 2001. – № 16 (8). – P. 446–453.

Сафонов А. І. Апробація критеріїв екосистемного нормування за фітоіндикаційною складовою. – Критеріями для встановлення ступеню нормальності екосистеми є показники індикаційної ботаничної експертизи: інформативні трансформації структур рослин-індикаторів, розмах їх екологічної амплітуди та реалізація стратегій видів за новими адаптивними сценаріями.

Ключові слова: індикаційна ботанична експертиза, трансформації структур рослин-індикаторів.

Сафонов А. И. Апробация критериев экосистемного нормирования по фитоиндикационной составляющей. – Критериями для установления степени нормальности экосистемы являются показатели индикационной ботанической экспертизы: информативные трансформации структур растений-индикаторов, размах их экологической амплитуды и реализация стратегий видов по новым адаптивным сценариям.

Ключевые слова: индикационная ботаническая экспертиза, трансформации структур растений-индикаторов.

УДК 635.93 (477.60)

© Н. В. Усманова¹, Т. В. Демьяненко²

ИТОГИ ИНТРОДУКЦИИ ВИДОВ РОДА *SAPONARIA* L. (CARYOPHYLLACEAE JUSS.) В ДОНЕЦКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ НАН УКРАИНЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИХ В ОЗЕЛЕНЕНИИ НА ЮГО-ВОСТОКЕ УКРАИНЫ

¹*Донецкий ботанический сад НАН Украины; 83059, г. Донецк, пр. Ильича, 110
e-mail: usmanova_n@mail.ru*

²*Донецкий национальный университет; 83050, г. Донецк, ул. Щорса, 46*

*Усманова Н. В., Демьяненко Т. В. Итоги интродукции видов рода *Saponaria* L. в Донецком ботаническом саду НАН Украины и перспективы использования их в озеленении на юго-востоке Украины.* – Изложены результаты изучения биоморфологических особенностей четырех видов рода *Saponaria* L., интродуцированных в Донецком ботаническом саду НАН Украины. Установлено, что при интродукции растения исследованных видов полностью проходят весь цикл роста и развития, что свидетельствует о достаточной степени адаптации их к условиям региона. Дана оценка успешности интродукции и перспективности использования видов в озеленении на юго-востоке Украины.

Ключевые слова: интродукция, *Saponaria* L., цикл развития, адаптация, юго-восток Украины.

Введение

В условиях современной экологии интродукция помогает решить многие проблемы, связанные с охраной окружающей среды. Интродукция дикорастущих декоративных растений позволяет также решить вопросы современного озеленения. Большой интерес в этом плане представляют виды рода *Saponaria* L. (мыльнянка), являющиеся для условий юго-востока Украины перспективной декоративной культурой. Виды рода *Saponaria* могут применяться как декоративнолиственные и красивоцветущие растения для использования в различных типах ландшафтных композиций.

Мыльнянка относится к семейству Caryophyllaceae Juss., включающему 80 родов и около 2000 видов, из которых широко используются в цветоводстве не более 20 видов. Род *Saponaria* насчитывает около 30 видов, произрастающих в Европе и Азии, преимущественно в Средиземноморье. На территории Украины, России и стран бывшего СССР встречается 8 из них. До настоящего времени мыльнянки в озеленении применялись незначительно. В иностранной литературе, посвященной вопросам озеленения, описывается не более 1-3 видов этого рода. В отечественной литературе также практически не встречается сообщений о возможности использования видов рода *Saponaria* в декоративном садоводстве. В то же время введение мыльнянок в число декоративных культурных растений представляет значительный интерес, так как многие многолетние виды этого рода являются высокодекоративными растениями. К тому же некоторые мыльнянки – эндемичные виды, и их интродукция и внедрение в озеленение является одним из методов сохранения их в природе.

Материал и методы исследования

Объектами изучения послужили 4 вида рода *Saponaria*: *S. caespitosa* DC., *S. ocymoides* L., *S. pumilio* (L.) Fenzl и *S. sicula* Rafin., находящиеся на интродукционном испытании в ДБС с 2003 г.

Цель данной работы – на основе комплексного изучения интродуцированных видов рода *Saponaria* L. дать оценку перспективности введения их в культуру на юго-востоке Украины. В задачи исследования входило изучение ритмики сезонного развития; биоморфологии; особенностей семенного и вегетативного размножения видов в Донецком ботаническом саду НАН Украины (ДБС).

Исследования проводили согласно общепринятым методикам [4, 6]. В основу биоморфологического анализа интродуцентов положены система жизненных форм К. Раункиера [9] и классификация основных жизненных форм травянистых растений И. Г. Серебрякова [7]. Морфологическая терминология приводится по П. Ю. Жмылеву,

Ю. Е. Алексееву [5]. Оценку успешности интродукции проводили по В. В. Бакановой [1]. При оценке декоративности и перспективности для введения в культуру использована авторская 100-балльная шкала [8].

Результаты и обсуждение

Saponaria caespitosa DC. – мыльнянка дернистая (рис. 1). В естественных условиях произрастает на скалах в горах Испании и Франции. Эндем Центральных Пиренеев. Зимнезеленый многолетник – подушковидный хамефит. Стебли прямые или восходящие, неразветвленные, в период цветения достигают 8,0-12,0 см высоты, в верхней части с 2-4 парами маленьких линейно-ланцетных листьев, в основании с многочисленными укороченными густо облиственными вегетативными побегами. Листья зеленые, линейно-ланцетные, длиной 2,5-3,5 см, шириной 3,0-3,5 мм. Цветки ярко-розовые 2,0-2,5 см в диаметре, собраны на верхушке стебля в рыхлое головчатое соцветие. Зацветает в начале июня и цветет в течение 30-45 дней.



Рис. 1. Внешний вид *Saponaria caespitosa* DC.

Saponaria ocymoides L. – мыльнянка базиликовидная (рис. 2). Растет на скалах, осыпях, каменистых склонах, преимущественно на известняковом субстрате в горах Южной Европы (Пиренеи, Альпы, Апеннины, в Сардинии и на Корсике). Эндем. Зимнезеленый многолетник – хамефит, образующий рыхлую подушку. Стебли многочисленные, приподнимающиеся, разветвленные, во время цветения достигают высоты 12,0-15,0 см. Листья мелкие, нижние на коротких черешках, обратнойцевидные, закругленные, 2,5-3,5 см длиной, 0,5-1,0 см шириной; стеблевые – почти сидячие, обратнотанцетные, закругленные, до 3 см длиной, 0,8-1,0 см шириной; верхние – узкие, заостренные, 1,0-1,2 см длиной, 2-3 мм шириной. Цветки розово-малиновые, 1,2-1,6 см в диаметре, собраны на конце стебля в рыхлые щитковидно-метельчатые соцветия. Цветет в течение 22-34 дней, начиная со второй декады мая.



Рис. 2. Внешний вид *Saponaria ocymoides* L.

Saponaria pumilio (L.) Fenzl – мыльнянка малая. В естественных условиях встречается на горных пастбищах Восточных Альп и Юго-Восточных Карпат. Эндем. Сизо-зеленое многолетнее растение, формирующее рыхлую подушку. Хамефит. Стебли приподнимающиеся или прямые, многочисленные, высотой 40,0-50,0 см. Листья сизовато-зеленые, широко-ланцетные или ланцетно-лопатчатые, с выраженной средней жилкой, супротивные, длиной 4,7-5,2 см и 0,4-0,7 см шириной. Цветки темно-розовые, диаметром около 3,0 см, собраны на конце стебля в рыхлые многоцветковые щитовидные соцветия. Начало цветения – третья декада июня. Цветет 90-105 дней.

Saponaria sicula Rafin. – мыльнянка странджанская (рис. 3). Произрастает на Балканах по каменистым местам, горным трещинам. Эндем. Зимнезеленый многолетник – хамефит, образующий рыхлую подушку. Стебли многочисленные, высотой до 50,0 см, прямые или приподнимающиеся. Листья сизо-зеленые, супротивные, широко-ланцетные или ланцетно-лопатчатые, с выраженной центральной жилкой, длиной 4,5-5,5 см, шириной 0,5-0,9 см. Цветки темно-розовые, 2,7-3,1 см в диаметре, собраны на конце стебля в рыхлые многоцветковые щитовидные соцветия. В фазу цветения вступает в начале июля. Период цветения составляет 89-101 день.



Рис. 3. Внешний вид *Saponaria sicula* Rafin.

В результате анализа данных фенологических наблюдений установлено, что все изученные нами виды в условиях юго-востока Украины проходят полный цикл сезонного роста и развития. В табл. 1 приведены сроки наступления основных фенофаз исследованных видов.

Таблица 1

Сроки наступления фенофаз видов рода *Saponaria* L. при интродукции в Донецком ботаническом саду (2004-2010 гг.)

Фенофаза \ Вид		<i>Saponaria caespitosa</i> DC.	<i>S. ocymoides</i> L.	<i>S. pumilio</i> (L.) Fenzl	<i>S. sicula</i> Rafin.
Начало вегетации	M±m	24.03 ± 8,24	24.03 ± 8,24	24.03 ± 8,24	24.03 ± 8,24
	A	30	30	30	30
Бутонизация	M±m	21.05 ± 3,04	8.05 ± 5,14	15.06 ± 1,22	14.06 ± 1,33
	A	9	12	5	4
Начало цветения	M±m	29.05 ± 3,52	15.05 ± 2,96	23.06 ± 1,35	22.06 ± 2,33
	A	10	11	4	3
Конец цветения	M±m	26.06 ± 2,40	14.06 ± 4,69	12.09 ± 1,80	16.09 ± 1,50
	A	10	15	5	4
Плодоношение	M±m	11.07 ± 1,44	28.06 ± 4,00	27.09 ± 1,79	1.10 ± 1,67
	A	9	14	5	4
Конец вегетации	M±m	4.11 ± 2,56	4.11 ± 2,56	4.11 ± 2,56	4.11 ± 2,56
	A	8	8	8	8

Примечания:

1. $M \pm m$ – среднее арифметическое значение \pm ошибка средней арифметической;
2. A – амплитуда колебаний фенодат.

Отрастание наблюдалось от второй декады марта до второй декады апреля. Амплитуда колебаний сроков отрастания в зависимости от погодных условий конкретного года достигала 30 дней. Отмечено, что вегетация у видов начинается после перехода среднесуточной температуры воздуха через $+5^{\circ}\text{C}$. По срокам начала цветения исследуемые виды объединены в две группы: поздневесеннецветущие с началом цветения во второй половине мая (*S. caespitosa* и *S. ocymoides*) и позднелетнецветущие с началом цветения в третьей декаде июня (*S. pumilio* и *S. sicula*). Амплитуда фенофазы начала цветения у *S. caespitosa* и *S. ocymoides* достигает 11 дней, а у *S. pumilio* и *S. sicula* колебание не превышает четырех дней. В условиях ДБС у всех исследованных видов отмечено регулярное плодоношение. После полного созревания семян у интродуцентов наблюдается активный рост и развитие вегетативных побегов, продолжающийся до конца октября – начала ноября. Заканчивается вегетация после устойчивого перехода среднесуточных температур через 0°C . Таким образом, период вегетации изученных видов составляет в среднем 225 дней.

По результатам проведенных фенологических наблюдений нами был составлен феноспектр изученных видов, где графически отображены особенности ритма их развития (рис. 4).

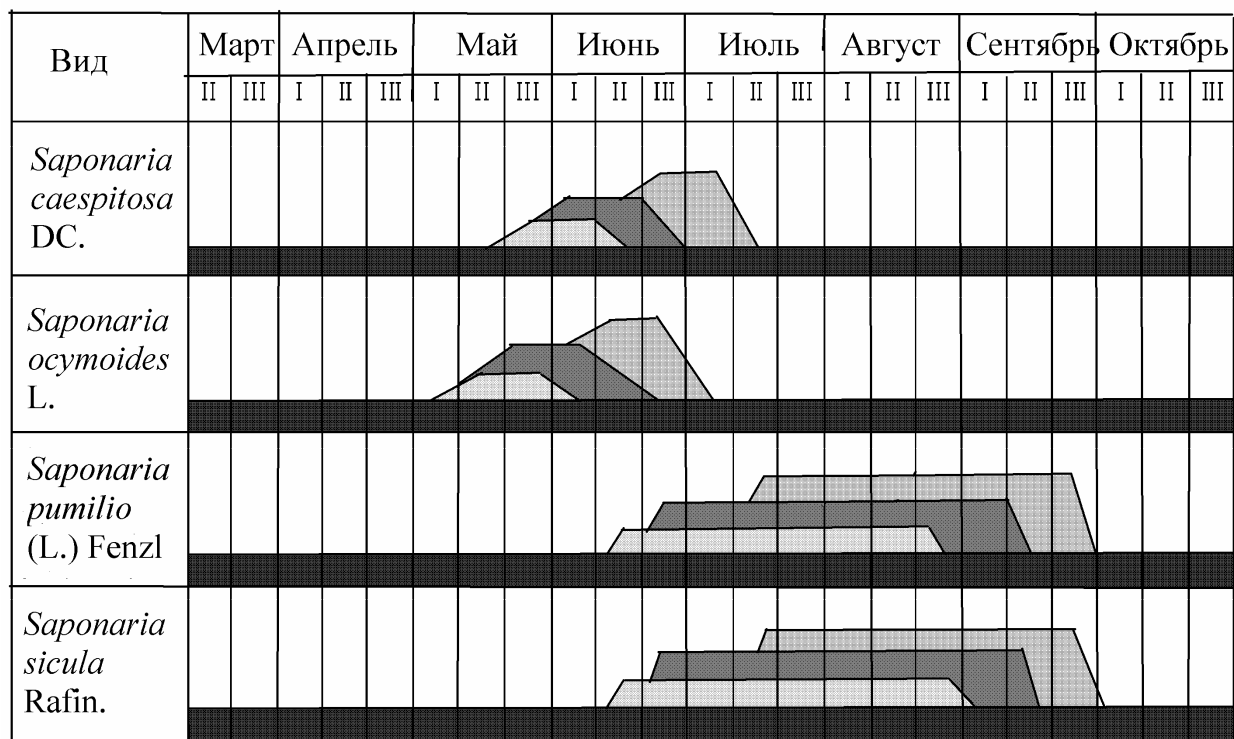



Рис. 4. Феноспектры интродуцированных видов рода *Saponaria* L. (2004-2010 гг.).

Примечание.  – вегетация,  – бутонизация,  – цветение,  – созревание семян.

Согласно классификации И. В. Борисовой [2, 3], все изученные нами виды относятся к длительно вегетирующим весенне-летне-осенне-зимнезеленым растениям. Учитывая сроки начала и продолжительность цветения, данные виды были отнесены нами к двум феноритмотипам: весенне-летне-осенне-зимнезеленые виды поздневесеннего цветения (*S. caespitosa* и *S. ocymoides*) и весенне-летне-осенне-зимнезеленые виды позднелетнего цветения (*S. pumilio* и *S. sicula*).

Таким образом, установлено, что ритм сезонного развития изученных видов в условиях юго-востока Украины устойчивый, независимо от колебаний погодных условий растения цветут и плодоносят ежегодно.

Необходимым условием при интродукции и культивировании растений является изучение особенностей их размножения. Исследование способности интродуцированных видов к семенному и вегетативному размножению показало невысокую реальную семенную продуктивность (5-7 семян на плод и до 2000 семян на растение). Также наблюдается невысокая лабораторная (до 60%) и полевая (не более 30%) всхожесть. Тем не менее семенной способ размножения этих видов мы считаем наиболее перспективным для данных видов на юго-востоке Украины.

В результате исследования способности видов к вегетативному размножению установлено, что образуются придаточные корни и происходит укоренение только у растений *S. caespitosa*, но и они не могут самостоятельно размножаться вегетативно, а только искусственно, путем деления куста. Коэффициент вегетативного размножения вида невысокий и колеблется от 4 до 7 п.ед. на трехлетнее растение, у четырехлетних растений этот показатель увеличивается на 2-3 п.ед. Такой путь не дает возможности быстро получить большое количество посадочного материала.

В результате изучения возможности размножения стеблевыми черенками исследованных видов высокая регенерационная способность выявлена у растений *S. caespitosa* и *S. ocymoides*: укореняемость черенков достигала 87-91% (табл. 2). Виды

S. pumilio и *S. sicula* обладают относительно низкой регенерационной способностью: укореняемость черенков у них не превышала 40%. Также установлено, что для растений исследованных видов оптимальным является весеннее и осеннее черенкование, а лучшим субстратом (за исключением *S. ocyroides*) – перлит. Кроме того, для интродуцентов характерна достаточно высокая продуктивность черенкования: за период вегетации с одного трехлетнего растения можно снять от 50 (*S. pumilio* и *S. sicula*) до 160 черенков (*S. ocyroides*).

Таблица 2

Укореняемость стеблевых черенков интродуцированных видов рода *Saponaria* L. в зависимости от субстрата и сроков черенкования.

Вид	Укореняемость, %					
	Сроки укоренения			Субстрат		
	весеннее (2-я декада апреля)	летнее (2-я декада июля)	осеннее (2-я декада сентября)	перлит	песок	почвосмесь
	M ± m					
<i>Saponaria caespitosa</i> DC.	86,9 ± 2,5	36,7 ± 2,4	82,3 ± 2,5	86,9 ± 2,5	71,5 ± 1,4	71,1 ± 1,2
<i>S. ocyroides</i> L.	21,7 ± 1,1	0	17,6 ± 1,3	21,7 ± 1,1	19,8 ± 1,1	91,6 ± 1,4
<i>S. pumilio</i> (L.) Fenzl	40,3 ± 1,1	0	36,2 ± 1,4	40,3 ± 1,1	38,5 ± 1,7	35,3 ± 1,5
<i>S. sicula</i> Rafin.	37,2 ± 1,6	0	35,3 ± 1,8	37,2 ± 1,6	36,1 ± 1,9	35,7 ± 1,7

Примечание. M ± m – среднее арифметическое значение ± ошибка средней арифметической.

Таким образом, для исследованных видов рода *Saponaria* L. в условиях культуры на юго-востоке Украины приемлемыми являются как семенное размножение, так и черенкование.

При подведении итогов интродукции выявляется видовой состав растений, устойчивых в новых условиях произрастания. При этом возникает необходимость анализа множества факторов, определяющих нормальное развитие интродуцентов. В нашей работе мы руководствовались 7-балльной рабочей шкалой для оценки успешности интродукции многолетних травянистых растений в условиях юго-востока Украины [1]. Показателями служат устойчивость к неблагоприятным климатическим факторам, наличие регулярного цветения и плодоношения, способность к самосеву, саморасселению. Отмечено, что исследованные виды зимостойки и засухоустойчивы, регулярно цветут и плодоносят, формируют полноценные семена. А виды *S. ocyroides*, *S. pumilio* и *S. sicula* к тому же дают немногочисленный самосев. Как видно из табл. 3, оценка успешности интродукции исследованных видов составила 5 и 6 баллов, что свидетельствует о высокой степени приспособленности интродуцентов к новым условиям существования и перспективности культивирования их на юго-востоке Украины.

Кроме оценки устойчивости видов к новым условиям обитания, была проведена их оценка по декоративным и хозяйственно-биологическим признакам. Суммарная оценка совокупности этих признаков и является критерием для внедрения видов в озеленение. Как видно из табл. 3, суммарная оценка данных видов по совокупности признаков составляет 80-88 баллов по 100-балльной шкале, что позволяет нам говорить о том, что данные виды являются перспективными (П) и очень перспективными (ОП) для озеленения населенных пунктов степной зоны Украины.

Оценка перспективности интродуцентов для внедрения в озеленение

Вид	Оценка успешности интродукции	Оценка по 100-балльной шкале			Перспективность
		декоративные признаки	хозяйственно-биологические признаки	суммарная	
<i>Saponaria caespitosa</i> DC.	5	46	34	80	П
<i>S. ocymoides</i> L.	6	48	38	86	ОП
<i>S. pumilio</i> (L.) Fenzl	6	53	35	88	ОП
<i>S. sicula</i> Rafin.	6	53	35	88	ОП

Выводы

В результате интродукционного испытания видов рода *Saponaria* в условиях юго-востока Украины можно сделать следующие выводы: 1) все изученные виды – красивоцветущие и декоративнолиственные длительновегетирующие растения; 2) декоративны с марта по октябрь, причем наиболее эффектны в период цветения; 3) имеют хорошую приспособляемость к засушливым условиям; 4) отличаются обильным цветением; 5) устойчивы к вредителям и болезням; 6) морозоустойчивы и не требуют укрытия на зиму; 7) виды *S. ocymoides*, *S. pumilio* и *S. sicula* дают немногочисленный самосев; 8) все виды успешно адаптировались в условиях степной зоны Украины.

Таким образом, проведенная работа и полученные результаты позволяют нам рекомендовать данные виды рода *Saponaria* для введения в озеленение на юго-востоке Украины, а именно использовать их в рокариях, каменистых горках и миксбордерах.

Список литературы

1. Баканова В. В. Цветочно-декоративные многолетники открытого грунта / В. В. Баканова. – К.: Наук. думка, 1984. – 155 с.
2. Борисова И. В. Ритмы сезонного развития степных растений и зональных типов степной растительности Центрального Казахстана / И. В. Борисова // Тр. Ботан. ин-та АН СССР, сер. 3 (геоб.). – 1965. – Вып. 17. – С. 64–96.
3. Борисова И. В. Сезонная динамика растительных сообществ / И. В. Борисова // Полевая геоботаника. – Л.: Изд-во АН СССР, 1972. – С. 5–94.
4. Былов В. Н. Принципы создания и изучения коллекции малораспространенных декоративных многолетников / В. Н. Былов, Р. А. Карпиусова // Бюл. Гл. ботан. сада АН СССР. – 1978. – Вып. 107. – С. 77–82.
5. Жмылев П. Ю. Биоморфология растений: иллюстрированный словарь / П. Ю. Жмылев, Ю. Е. Алексеев, Е. А. Карпухина, С. А. Баландин. – М., 2002. – 240 с.
6. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. – М.: Б. и., 1975. – 42 с.
7. Серебряков И. Г. Основные направления эволюции жизненных форм у покрытосеменных растений / И. Г. Серебряков // Бюлл. Моск. общ-ва испыт. природы. Отд. биол. – 1955. – Т. 60, № 3. – С. 71–91.
8. Усманова Н. В. Интродукция декоративных видов семейства Caryophyllaceae Juss. на юго-восток Украины: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Ялта: Б. и., 2010. – 20 с.
9. Raunkier C. Plant rigetes L.: As formen of deres Betydning for Geografien. – Kobenhavn: Nordus K for lag., 1907. – 132 p.

Усманова Н. В., Дем'яненко Т. В. Підсумки інтродукції видів роду *Saponaria* L. в Донецькому ботанічному саду НАН України та перспективи використання їх в озелененні на південному сході України. – Викладено результати вивчення біоморфологічних особливостей чотирьох видів роду *Saponaria* L., інтродукованих у Донецькому ботанічному саду НАН України. Встановлено, що при інтродукції рослини досліджених видів повністю проходять весь цикл росту та розвитку, що свідчить про достатній рівень адаптації їх до умов регіону. Дано оцінку успішності інтродукції та перспективності використання видів в озелененні на південному сході України.

Ключові слова: інтродукція, *Saponaria* L., цикл розвитку, адаптація, південний схід України.

Usmanova N. V., Demiyannenko T. V. Outcomes of genus *Saponaria* L. introduction in the Donetsk Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine and possibilities of its usage in the greenery planting on the south-east of Ukraine. – The paper presents results of researching of biomorphological features of four *Saponaria* L. species, introduced in the Donetsk Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine. It have been proved, that under conditions of introduction the plants have passed a complete cycle of growth and development, which is evident of their adaptation to the regional conditions. The success of introduction and their future usage in greenery plantings have been evaluated.

Key words: introduction, *Saponaria* L., development cycle, adaptation, south-east of Ukraine.

УДК 575 : 581.144.2 : 581.133.8 : 582.683.2

© С. Г. Хаблак¹, Т. Н. Чеченева², Я. А. Абдуллаева¹

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАЗВИТИЯ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ У *ARABIDOPSIS THALIANA* (L.) HEYNH.

¹Луганский национальный аграрный университет; 91008, г. Луганск
e-mail: serhab_211981@rambler.ru

²Институт физиологии растений и генетики НАН Украины
03022, г. Киев, ул. Васильковская, 31/17; e-mail: tchgen@rambler.ru

Хаблак С. Г., Чеченева Т. Н., Абдуллаева Я. А. Генетическая модель развития корневой системы у *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. – Впервые предложена генетическая модель развития корневой системы у *A. thaliana*. Согласно этой модели для образования корневой системы у арабидопсиса необходимы гены 4 классов с А, В, С и D-функциями. Гены класса А контролируют развитие длины корней, гены класса В определяют степень ветвления корней, гены класса С отвечают за характер морфологии корней, а гены класса D определяют особенности строения корневых волосков.

Ключевые слова: *Arabidopsis thaliana*, генетическая модель, корневая система, ген, мутантная линия.

Введение

Arabidopsis thaliana (L.) Heynh. – однолетнее двудольное растение из семейства крестоцветных (2n = 10), которое в последние годы стало приоритетным модельным объектом генетики развития растений.

В 2000 году в рамках многонационального проекта «Arabidopsis Genome Initiative» геном *A. thaliana* расы *Columbia* был полностью секвенирован [1]. В настоящее время в области функциональной генетики арабидопсиса решается амбициозная задача выяснения функций всех его 25000 генов во всем многообразии их проявлений и на всех уровнях организации живого [2]. Познание функций генов *A. thaliana* позволит создать модель развития растительного организма на геномном уровне (модель виртуального растения), которая поможет планировать работу с менее изученными растениями [3].

В последние годы у арабидопсиса созданы первые генетические модели эмбрионального морфогенеза, развития побега, образования листа, индукции цветения, формирования цветка и соцветия. Однако эти модели еще далеко не полны. Поиск и изучение новых генов способствует их дополнению и коррекции.

В то же время далеко не все этапы контроля онтогенеза у растений *A. thaliana* исследованы. К настоящему времени вопросы генетики морфогенеза корневой системы у арабидопсиса практически не изучены. Кроме того, не существует общих моделей, описывающих развитие его корневой системы. Только в последнее время начали обнаруживать, выделять и исследовать конкретные гены, участвующие в процессах морфогенеза корневой системы, детерминации и дифференцировки их клеток.

В этой связи целью данной работы является разработка генетической модели развития корневой системы у *A. thaliana*.

Материал и методы исследования

Материалом для исследований служили растения *A. thaliana* экотипа *Columbia* – Col-0 (дикий тип) и мутантных линий *shr-1*, *scr-1*, *axr3-1/iaa17*, *wol-1*, *shy2-2/iaa3*, *iar2-1/iaa28*, *msg1-2/iaa19*, *axr1-3*, *axr4-1*, *axr2/iaa7*, *tir1-1*, *alf3-1*, *alf4-1*, *aux1-7*, *slr-1/iaa14*, *nph4-1/arf7*, *arf19-1*, *gpa1-3*, *big*, *ctr1-1*, *eto1-1*, *sur1-1*, *sur-2*, *axr2-1/iaa7*, *agb1-2*, *ahk2-5*, *ahk3-7*, *ers1-2*, *ein2-1*, *cob-1*, *lit-1*, *sab1-1*, *rhd1-1*, *rhd2-1*, *rhd3-1*, *rhd4-1*, *rhd6-1*, *axr-1*, *axr2-1/iaa7*, *axr3-1/iaa17*, *keu-1*, *etr1-1*, *eto1-1*, *trh1-1*, *tip1-1*, *kjk3-1*, *shv1-1*, *shv2-1*, *shv3-1*, *bst1-1*, *cow1-1*, *cen1-1*, *cen2-1*, *cen3-1*, *scn1-1*, *aux1-7*, *lrx-1*, *phyA*, *phyB*, *sar-1*, *cpc-1*, *erh1-1*, *erh2-1 (pom-1)*, *erh3-1*, *gl-2*, *rhl1-1*, *rhl2-1*, *rhl3-1*, *tgt-1*, *wer-1*, *ctr1-2*, *ein2-1*, *pfn1-1*, *lrx-1*, *trn1-1* и *trn2-1*.

Семена мутантных линий были получены из Ноттингемского центра образцов арабидопсиса (Nottingham Arabidopsis Stock Centre (NASC), UK). Растения выращивали в

лаборатории в асептической пробирочной культуре на агаризованной питательной среде Кнопа, обогащенной микроэлементами [4].

Семена к посеву готовили путем яровизации в течение 5 суток при температуре 4-6°C и последующего односуточного проращивания при комнатной температуре. Пробирки для предохранения от нагревания и попадания света на корни растений обвертывали двумя слоями бумаги. Растения культивировали при температуре 18-20°C, освещенность круглосуточная в пределах 4000-7000 лк.

При проведении наблюдений за растениями руководствовались общепринятыми методиками вегетационных и сравнительно-морфологических исследований [5].

Результаты и обсуждение

Корневая система представляет собой совокупность корней одного растения, образующихся в результате их ветвления [6].

У разных таксономических групп покрытосеменных растений корневые системы отличаются значительным разнообразием по своему строению. По существующей классификации их подразделяют на стержневые, мочковатые и смешанные корневые системы. Кроме типичных корневых систем, у многих видов можно наблюдать различное видоизменение корней. Однако у всех растений, несмотря на значительные различия в структуре подземных органов, общий план строения корневой системы в целом сохраняется в рамках каждой природной группы покрытосеменных.

Все известное разнообразие корневых систем у растений можно свести к многочисленным вариациям одного и того же плана строения исходя из достаточно простой абстрактной модели корневой системы, имеющей главную ось и боковые корни, которые могут быть разветвлены в различной степени. Предложенная нами модель корневой системы внешне напоминает корневую систему у арабидопсиса. При этом любые известные типы корневых систем и видоизменения корней могут быть представлены, как производные этой модели и могут быть получены из нее за счет варьирования определенных признаков: длина осей (корней), степень ветвления корней, особенность строения корней и характер морфологии корневых волосков.

В соответствии с этим гены, принимающие участие в образовании корневой системы, можно условно разделить на 4 класса (A-D). Так, гены класса А контролируют развитие длины корней, гены класса В определяют степень ветвления корней, гены класса С отвечают за видоизменение корней (характер морфологии корней), а гены класса D определяют особенности строения волосков эпиблемы.

У арабидопсиса к генам класса А относят гены: *SHR1*, *SCR1*, *AXR3/IAA17* и *WOL1* [7].

Одной из общих закономерностей корневой системы у *A. thaliana* является рост ее корней в течение всей жизни. Эта особенность обеспечивается работой апикальных меристем, находящихся на верхушках корней под корневыми чехликами. Меристематические клетки конуса нарастания осуществляют морфогенез корней. В процессе развития растения инициали точки роста непрерывно делятся и постепенно дифференцируются в постоянные ткани, которые формируют первичную структуру корня.

Функционирование апикальной меристемы корня у *A. thaliana* регулируется генами *SHR1*, *SCR1*, *AXR3/IAA17* и *WOL1*. Гены *SHR1* и *SCR1* кодируют белки SHR и SCR, относящиеся к *GRAS* семейству транскрипционных факторов, которые контролируют деление клеток точки роста главного корня, обеспечивая неопределенный рост корневой системы. Ген *AXR3/IAA17* контролирует фактор транскрипции, входящий в состав семейства *Aux/IAA* белков, который под действием ауксинов активирует (или блокирует) транскрипцию генов. Ген *WOL1* кодирует рецепторную гистидинкиназу WOL1, расположенную на плазматической мембране, которая после взаимодействия с гормоном меняет свою конформацию и передает сигнал через вторичных посредников внутрь клетки к транскрипционным факторам, способствующим инициации программы повышения или понижения транскрипции генов [8].

Мутации *shr-1*, *scr-1*, *axr3-1/iaa17* и *wol-1* по указанным генам вызывают у растений нарушения меристематической активности инициальных клеток конуса нарастания как в отношении роста и деления, так и в отношении дифференциации, то есть образования разнообразных тканей, что приводит к ограничению роста главного корня. Это является причиной изменения у растений мутантных линий *shr-1*, *scr-1*, *axr3-1/iaa17* и *wol-1* типа корневой системы.

У арабидопсиса, как у типичного представителя двудольных растений, формируется корневая система смешанного типа, объединяющая в себе систему главного корня и систему придаточных корней [9]. Вместе с тем, у мутантных линий *shr-1*, *scr-1*, *axr3-1/iaa17* и *wol-1* образуется мочковатая корневая система, у которой главный корень развит слабо и не выделяется в общей массе придаточных корней. Это связано с тем, что у них первичная апикальная меристема корня проростка не в состоянии иницировать деление клеток и дифференцировать их в постоянные ткани. В результате в корневой системе растений *shr-1*, *scr-1*, *axr3-1/iaa17* и *wol-1* не развивается система главного корня. Это активизирует на гипокотиле корневые зачатки адвентивных корней. Вследствие этого основная масса корней развивается на нижней части стебля. В своей совокупности они формируют систему придаточных корней.

К генам класса В относят такие: *SUR1*, *SUR2*, *ILR1*, *AUX1*, *TIR1*, *BIG*, *AXR1*, *AXR4*, *SHY2/IAA3*, *ARF19*, *NPH4/ARF7*, *SLR1/IAA14*, *AXR2/IAA7*, *MSG1/IAA19*, *ALF3*, *ALF4*, *GPA1*, *AGP1*, *AHK2*, *AHK3*, *CTR1*, *ETO1*, *ERS1* и *EIN2* [10].

Корни у *A. thaliana* способны ветвиться. Ветвление является важной биологической особенностью корней, обеспечивающей сильное увеличение общей их поглощающей поверхности. Оно позволяет растению формировать корневую систему, которая способна эффективно всасывать питательные вещества и воду из почвы. Развитие большой массы боковых корней с волосками эпиблемы играет важную роль в приспособлении растений к различным почвенным условиям.

Обычно растения арабидопсиса образуют корневую систему с многочисленными и сильно разветвленными корнями. В состав корневой системы входят разные по происхождению корни – главный, боковые и придаточные. Главный корень развивается из зародышевого корешка семени. Придаточные корни образуются на гипокотиле. Боковые корни возникают на главном, боковых и придаточных корнях. При их ветвлении различают боковые корни первого, второго и последующих порядков.

При ветвлении главного и придаточных корней формируются боковые корни первого порядка. В случае их ветвления на них образуются боковые корни второго порядка и так далее. Как правило, ветвление корней происходит не более чем до четвертого порядка.

У корней всех типов (главного, бокового и придаточного) выделяют четыре зоны: зону деления, зону роста и растяжения, зону корневых волосков и зону проведения (ветвления). Боковые корни у *A. thaliana* закладываются на некотором расстоянии от апекса обычно в зоне поглощения в перицикле центрального цилиндра. Перицикл в основном состоит из одного слоя клеток, которые характеризуются высокой меристематической активностью. Благодаря деятельности клеток перицикла образуются боковые корни. Заложение бокового корня начинается с ряда делений клеток перицикла и формирования корневого зачатка. Во время роста зачаток будущего бокового корня проталкивается через ткани коры и клетки эпиблемы и появляется снаружи. На корне боковые корни возникают ниже, позади конуса нарастания, ограничиваясь от него зоной роста и зоной корневых волосков.

Рост корней у растений арабидопсиса является генетически обусловленным и экологически регулируемым процессом. Развитие боковых корней, с одной стороны, контролируется структурой, степенью увлажнения, кислотностью, микрофлорой и другими почвенными условиями, а с другой, – потребностью растений в воде и растворах минеральных солей. Контроль над ветвлением корней у *A. thaliana* осуществляется с помощью взаимодействия многокомпонентной гормональной и генетической систем регуляции.

Гены класса В играют ключевую роль в молекулярно-генетических механизмах действия гормонов в образовании боковых корней, начиная с ферментов, контролирующих их метаболизм, заканчивая транскрипционными факторами, регулирующими экспрессию генов и запуск ответных реакций [10]. В зависимости от характера выполняемых функций эти гены на молекулярном уровне могут быть разделены на 4 группы: гены, участвующие в метаболизме гормонов (*SUR1*, *SUR2*, *ETO1*); гены, регулирующие полярный транспорт гормонов (*BIG*, *AUX1*); гены, ответственные за восприятие и передачу гормонального сигнала (*AXR1*, *AXR4*, *TIR1*, *GPA1*, *AGP1*, *AHK2*, *AHK3*, *ERS1*, *CTR1*, *EIN2*); гены раннего ответа на гормоны (*ALF3*, *ALF4*, *SHY2/IAA3*, *ARF19*, *NPH4/ARF7*, *SLR1/IAA14*, *AXR2/IAA7*, *MSG1/IAA19*, *IAR2/IAA28*). Характеристика представленных генов приводится в табл. 1.

Таблица 1

Гены класса В, регулирующие ветвление корней

Локус	Продукт гена	Локус	Продукт гена	Локус	Продукт гена
<i>SUR1</i>	фермент С-S-лиаза	<i>CTR1</i>	белок CTR1, блокирующий этиленовый сигнал	<i>TIR1</i>	рецептор ауксина TIR1
<i>SUR2</i>	фермент цитохром P450	<i>ETO1</i>	белок ETO1, ингибирующий активность фермента биосинтеза этилена	<i>ARF7</i>	транскрипционный фактор NPH4/ARF7
<i>BIG</i>	мембранный белок BIG	<i>ERS1</i>	мембранный рецептор гистидинкиназа ERS1	<i>AHK2</i>	мембранный рецептор гистидинкиназа AHK2
<i>AUX1</i>	транспортный мембранный белок AUX1	<i>EIN2</i>	мембранный ядерный белок EIN2	<i>ARF19</i>	транскрипционный фактор ARF19
<i>AXR1</i>	убиквитин-активирующий фермент E ₁	<i>AGP1</i>	β-субъединица гетеротримерных ГТФ-связывающих белков	<i>GPA1</i>	α-субъединица гетеротримерных ГТФ-связывающих белков (G-белки)
<i>AXR4</i>	белок эндоплазматической сети AXR4	<i>ALF3</i>	транскрипционный фактор ALF3	<i>SHY2</i>	транскрипционный фактор SHY2/IAA3

Мутации по этим генам обуславливают у растений дефекты в метаболизме (мутации *sur1-1*, *sur-2*, *eto1-1*), полярном транспорте гормонов (*big*, *aux1-7*), восприятии и передачи гормональных сигналов (*gpa1-3*, *agb1-2*, *axr4-1*, *tir1-1*, *axr1-3*, *ahk2-5*, *ahk3-7*, *ers1-2*, *ctr1-1*, *ein2-1*), ответах клеток на гормоны (*alf3-1*, *alf4-1*, *shy2-2/iaa3*, *nph4-1/arf7*, *arf19-1*, *slr-1/iaa14*, *axr2-1/iaa7*, *iar2-1/iaa28*, *msg1-2/iaa19*).

Проведенные исследования строения корневых систем у мутантных линий, несущих в своем генотипе данные мутаций, позволили разделить их по характеру влияния на степень разветвления корней на две группы: мутации, уменьшающие порядок ветвления корней, и мутации, повышающие степень ветвления корней. К первой группе относятся мутации *shy2-2/iaa3*, *iar2-1/iaa28*, *msg1-2/iaa19*, *axr1-3*, *axr4-1*, *axr2/iaa7*, *tir1-1*, *alf3-1*, *alf4-1*, *aux1-7*, *slr-1/iaa14*, *nph4-1/arf7*, *arf19-1*, *gpa1-3*, *big*, *ctr1-1*, *eto1-1*. Во вторую группу входят мутации *sur1-1*, *sur-2*, *axr2-1/iaa7*, *agb1-2*, *ahk2-5*, *ahk3-7*, *ers1-2*, *ein2-1*.

Мутации в генах *SLR1/IAA14*, *ALF4*, *ALF3*, *GPA1*, *AXR3/IAA17* приводят к изменению типа корневой системы. Они вызывают у растений формирование только главного корня, который обычно не разветвляется на боковые корни. В этих случаях понятия корень и корневая система совпадают. Серия мутаций *gpa1-1*, *gpa1-2*, *gpa1-3* и *gpa1-4* по гену *GPA1*

обуславливает у растений образование стержневой корневой системы, представленной хорошо развитым главным корнем, от которого отходят боковые корни, способные к ветвлению.

К генам класса С относят гены: *COB1*, *LIT1* и *SAB1*.

Корни растений очень пластичны. У некоторых видов они имеют склонность к видоизменению (метаморфозу). В процессе адаптации растений к условиям существования у них возникли необычные корни с нетипичным строением: запасающие корни (корнеплоды и корневые клубни), контрактильные (сокращающиеся) корни, досковидные, столбовидные (корни-подпорки), ходульные, дыхательные (пневматофоры), воздушные корни и ложные корни-присоски (гаустории). Это сыграло решающую роль в их приспособлении к условиям среды.

Среди разнообразных метаморфозов корня у покрытосеменных растений чаще всего встречаются различные варианты утолщения корней, связанные с функцией накопления в них запасных питательных веществ. Такими видоизменениями корня у растений являются корневые клубни (корневые шишки) и корнеплоды (мясистые корни).

У *A. thaliana* к генам, контролирующим толщину корней, относятся *COB1*, *LIT1* и *SAB1*. Ген *COB1* кодирует белок GPI (glycosyl-phosphatidyl inositol-anchored protein), влияющий на характер расположения микрофибрилл в оболочке клетки. Ген *LIT1* контролирует каталитическую субъединицу мультимерного комплекса ферментов розетки (целлюлозосинтаза), принимающего участие в образовании полисахаридных компонентов клеточной стенки. Продуктом гена *SAB1* является белок, блокирующий действие этилена в процессах роста стенки клеток в поперечном направлении [8].

Мутации *cob-1*, *lit-1* и *sab1-1* по генам *COB1*, *LIT1* и *SAB1* вызывают у растений арабидопсиса утолщение и укорачивание длины боковых и придаточных корней из-за аномального роста их клеток в радиальном направлении. В результате у мутантных линий *cob-1*, *lit-1* и *sab1-1* формируются нетипичные корни в виде корневых шишек, которые образуются вследствие метаморфоза боковых и придаточных корней.

Наконец, к генам класса D относят такие: *WER1*, *TTG1*, *GL2*, *CPC1*, *RHD6*, *AXR2*, *AXR3*, *RHL1*, *RHL2*, *RHL3*, *ERH1*, *ERH2* (*POM1*), *ERH3*, *TRN1*, *TRN2*, *KEU*, *RHD1*, *TIP1*, *TRH1*, *SHV1*, *SHV2*, *SHV3*, *RHD2*, *TRH1*, *KIK1*, *AUX1*, *AXR1*, *LRX1*, *RHD3*, *RHD4*, *CEN1*, *CEN2*, *CEN3*, *SCN1*, *BST1*, *TIP1*, *COW1*, *ETO1*, *CTR1*, *ETR1*, *EIN2*, *PHYA*, *PHYB*, *PFN1*, *SAR1* и *KEU1* (табл. 2).

У арабидопсиса, как и у всех растений, кончик корня снаружи покрыт однослойной эпиблемой (кожицей). Кожица корня всасывает воду, минеральные вещества из почвы и передает их в стебель и листья. Клетки эпиблемы способны образовывать корневые волоски. Они являются настоящими выростами внешних стенок поверхностных клеток корня, которые не ограничиваются от них перегородками.

Волоски эпиблемы возникают в зоне дифференциации и развиваются в области всасывания выше апекса корня в среднем на 1-3 мм. По длине кончика корня они обычно занимают площадь 1,5-2 см².

Корневые волоски недолговечны. Обычно период их жизни составляет 10-20 дней. Во время роста корня на некотором расстоянии от его кончика, там, где заканчивается зона роста, появляются новые выросты клеток эпиблемы. Недавно возникшие корневые волоски короткие. По мере своего роста они удлиняются и приобретают трубчатую форму. У *A. thaliana* длина полностью закончившего рост волоска эпиблемы в среднем составляет около 1000 мкм, а диаметр в средней части равен примерно 10 мкм. Ближе к зоне проведения выросты клеток кожицы корня укорачиваются, теряют свою функцию, отмирают и слизываются.

У *A. thaliana* все клетки поверхностной ткани поглощающей зоны корня потенциально обладают способностью к развитию волосков эпиблемы. Однако у растений арабидопсиса обычно наблюдается морфологическая дифференциация эпиблемы на клетки, образующие выросты, и клетки, которые их не формируют.

Гены класса D, участвующие в образовании корневых волосков

Локус	Продукт гена	Локус	Продукт гена	Локус	Продукт гена
Гены, вызывающие развитие корневых волосков					
<i>AXR2</i>	транскрипционный фактор AXR2	<i>SHV1</i>	неизвестный	<i>RHD6</i>	транскрипционный фактор RHD6
<i>AXR3</i>	транскрипционный фактор AXR3	<i>SHV2</i>	белок лектин	<i>SAR1</i>	белок синаптобrevин
<i>CPC</i>	транскрипционный фактор CPC	<i>SHV3</i>	фермент киназа	<i>RHD4</i>	минорный фосфолипид внутреннего слоя мембран
<i>BST1</i>	минорный фосфолипид внутреннего слоя мембран	<i>SCN1</i>	неизвестный	<i>EIN2</i>	ядерный мембранный белок EIN2
<i>COW1</i>	минорный фосфолипид внутреннего слоя мембран	<i>TRH1</i>	белок-переносчик ионов калия и натрия	<i>RHD3</i>	α -субъединица гетеротримерных ГТФ-связывающих белков (G-белки)
<i>CEN1</i>	неизвестный	<i>TIP1</i>	фермент S-ацилтрансфераза	<i>ETR1</i>	мембранный рецептор гистидинкиназа ETR1
<i>CEN2</i>	неизвестный	<i>RHL1</i>	ДНК топоизомераза типа II	<i>RHD2</i>	ферментный комплекс NADPH-оксидаза
<i>CEN3</i>	неизвестный	<i>RHL2</i>	ДНК топоизомераза типа II	<i>AXR1</i>	убиквитин-активирующий фермент E ₁
<i>KEU1</i>	белок <i>KEU1</i> , регулирующий транспорт везикул	<i>LRX1</i>	белок экстенсин	<i>RHD1</i>	фермент UDP-D-глюкоза-4-эпимераза
<i>KJK</i>	фермент целлюлозосинтаза AtCSLD3	<i>TRN1</i>	белок семейства тетраспанинов	<i>AUX1</i>	белок-переносчик ауксина
Гены, подавляющие формирование волосков эпиблемы					
<i>GL2</i>	транскрипционный фактор GL2	<i>ERH3</i>	белок катанин р60	<i>TTG1</i>	транскрипционный фактор TTG1
<i>CTR1</i>	белок CTR1, блокирующий этиленовый сигнал	<i>WER</i>	транскрипционный фактор WER1	<i>ETO1</i>	белок ETO1, ингибирующий активность фермента биосинтеза этилена
<i>ERH1</i>	инозитолфосфат церамид синтаза	<i>PHYA</i>	фоторецептор (фитохром) PHYA	<i>ERH2</i>	гидролитический фермент хитиназа

В настоящее время у *A. thaliana* известно уже более 50 генов, участвующих в процессе развития корневых волосков. Эти гены в соответствии с их характером влияния на развитие волосков эпиблемы можно разделить на две большие группы: гены, вызывающие формирование корневых волосков, и гены, подавляющие их образование. К первой группе

относятся гены *RHD6*, *AXR2*, *AXR3*, *KEU1*, *CPC1*, *RHL1*, *RHL2*, *RHL3*, *TRN1*, *TRN2*, *SHV1*, *SHV2*, *SHV3*, *RHD2*, *TRH1*, *KIK*, *TIP1*, *AUX1*, *AXR1*, *AXR2*, *ETR1*, *LRX1*, *EIN2*, *RHD1*, *RHD3*, *RHD4*, *BST1*, *COW1*, *CEN1*, *CEN2*, *CEN3*, *SCN1* и *SAR1*. Во вторую группу входят гены *GL2*, *TTG1*, *WER1*, *ERH1*, *ERH2* (*POM1*), *ERH3*, *CTR1*, *ETO1*, *PHYA*, *PHYB* и *PFN1*.

Развитие корневого волоска – сложная цепь событий, зависящая от множества факторов внешней и внутренней среды. Инициирование растяжения клеточной стенки и формирование корневого волоска на дистальной стороне клетки эпиблемы обычно стимулируется фитогормонами – ауксином и этиленом. При помощи рецепторов клетки кожицы корня получают фитогормональный сигнал и передают его внутрь ядра клетки к факторам транскрипции. При этом передатчиками сигнала, как правило, могут служить, например, каскады протеинокиназ, протеинофосфатаз, кальций, перекись водорода и другие соединения. Факторы транскрипции, в свою очередь, изменяют уровень транскрипции соответствующих генов ДНК, участвующих в формировании волоска эпиблемы.

К генам, регулирующим метаболизм и перемещение гормона, относятся *AUX1* и *ETO1*. Генами, контролирующими восприятие и передачу сигнала внутрь клеток поверхностной ткани корня, являются *AXR1*, *ETR1*, *EIN2*, *CTR1*, *PHYA*, *PHYB*, *RHD3*, *BST1*, *SHV3*, *RHD4* и *COW1*.

Генами первичного ответа на гормон считаются *WER1*, *TTG1*, *GL2*, *CPC1*, *RHD6*, *AXR2* и *AXR3*. Они кодируют особые белки-транскрипционные факторы, регулирующие программу формирования выростов клеток кожицы корня.

К генам вторичного ответа на гормон относятся *RHL1*, *RHL2*, *RHL3*, *TRN1*, *TRN2*, *KEU*, *SAR1*, *KJK1*, *RHD1*, *RHD2*, *SHV1*, *SHV2*, *LRX1*, *TRH1*, *ERH1*, *ERH2*, *ERH3*, *PFN1* и *TIP1*. Эти гены активируют механизм подкисления клеточной стенки, вызывают биосинтез гидролитических ферментов, обуславливающих ее разрыхление, приводят к цитоплазматическому синтезу микрофибрилл целлюлозы и компонентов матрикса, переносу этого материала через плазмалемму и включение его в клеточную оболочку.

Выводы

Собственные исследования *A. thaliana* путем генетического анализа мутаций и анализ литературных данных показали, что развитие корневой системы – сложный многоэтапный процесс, за который отвечает, прямо или косвенно, огромное количество генов. Каждый из этапов морфогенеза корневой системы – образования главного корня, формирование боковых корней, их ветвление, развитие корневых волосков – контролируется множеством генов, которые находятся в сложной иерархии. Мы их условно разделили на 4 класса (A-D).

Согласованная регуляция этих генов контролируется генами-регуляторами (переключателями развития), которые изменяют уровень транскрипции соответствующих генов ДНК ядра и управляют генетической программой формирования корневой системы. Они кодируют транскрипционные факторы, обеспечивающие дифференциальную экспрессию генов и осуществляющие непосредственный контроль над развитием корней и их тканей.

В свою очередь экспрессия генов-регуляторов контролируется факторами внешней и внутренней среды. При этом гормональные сигналы являются ключевым связующим звеном координации развития и ответных реакций различных частей корневой системы, обеспечивающих реализацию физиологического действия гормонов. С помощью рецепторов растение получает сигналы из внешней среды и реагирует на них изменением активности генов. Передача воспринятого сигнала обычно осуществляется каскадной системой молекул посредников. Ими могут служить белки и некоторые низкомолекулярные соединения.

Список литературы

1. *Arabidopsis thaliana* – модельный объект генетики растений / [Г. А. Ежова, О. В. Лебедева, О. А. Огаркова и др.]. – М.: МАКС Пресс, 2003. – 220 с.

2. Rhee S. Y. The *Arabidopsis* Information Resource (TAIR): a model organism database providing a centralized, curated gateway to *Arabidopsis* biology, research materials and community / S. Y. Rhee, W. Y. Beavis, T. Z. Bevardini // *Nucleic Acids Res.* – 2003. – Vol. 2, № 1. – P. 224–228.
3. Chory J. National Science Foundation – Sponsored Workshop Report: «The 2010 Project, functional genomics and the virtual plant: a blueprint for understanding how plants are build and how to improve them» / J. Chory, J. R. Ecker, S. Briggs et al. // *Plant Physiol.* – 2000. – Vol. 123. – P. 423–426.
4. Большой практикум по физиологии растений: учебн. пособие для студ. биол. спец. вузов / [Б. А. Рубина, И. А. Чернавина, Н. Г. Потапов и др.]. – М.: Высш. шк., 1978. – 408 с.
5. Доспехов Б. А. Методика (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
6. Сельскохозяйственный энциклопедический словарь / [Гл. ред. В. К. Месяц]. – М.: Сов. энциклопедия, 1989. – 656 с.
7. Хаблак С. Г. Строение корневой системы у мутантной линии *wooden leg-1 (wol-1) Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. / С. Г. Хаблак, Я. А. Абдуллаева // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2011. – № 1 (11). – С. 122–127.
8. Information Hyperlinked over Proteins. – [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.ihop-net.org>
9. Хаблак С. Г. Корневая система *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. дикого типа расы Landsberg / С. Г. Хаблак, Я. А. Абдуллаева // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2010. – Вып. 2 (21). – С. 92–98.
10. Хаблак С. Г. Влияние ауксин-индуцированных генов на ветвление корней в корневой системе у *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. / С. Г. Хаблак, Я. А. Абдуллаева // Вісник Харківського національного аграрного університету. Сер. Біол. – 2012. – Вип. 1 (25). – С. 57–63.

Хаблак С. Г., Чеченева Т. М., Абдуллаева Я. А. Генетична модель розвитку кореневої системи в *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. – Уперше запропонована генетична модель розвитку кореневої системи в *A. thaliana*. Відповідно до цієї моделі для утворення кореневої системи в арабідопсиса необхідні гени 4 класів з А, В, С і D-функціями. Гени класу А контролюють розвиток довжини коріння, гени класу В визначають ступінь розгалуження коріння, гени класу С відповідають за характер морфології коріння, а гени класу D визначають особливості будови корневих волосків.

Ключові слова: *Arabidopsis thaliana*, генетична модель, коренева система, ген, мутантна лінія.

Hablak S. G., Checheneva T. N., Abdullayeva J. A. Genetic model of root development in *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. – For the first time proposed a genetic model of the root system development in *A. thaliana*. According to this model for the formation of the root system in *Arabidopsis* required genes of four classes with A, B, C and D-functions. Class A genes control the development of long roots, class B genes determine the degree of branching of roots, the C genes are responsible for the character of the morphology of the roots, and D class genes determine the features of the structure of root hairs.

Key words: *Arabidopsis thaliana*, genetic model, root system, gene, mutant line.

ФАУНА, ЕКОЛОГІЯ Й ОХОРОНА ТВАРИННОГО СВІТУ
ФАУНА, ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ЖИВОТНОГО МИРА
FAUNA, ECOLOGY AND PROTECTION OF THE ANIMAL KINGDOM

УДК 574.4 : 598.2

© М. В. Вовк

**КОНСОРТИВНИЙ ВПЛИВ КОЛОНІАЛЬНИХ ПОСЕЛЕНЬ ЧАПЕЛЬ
НА ФОРМУВАННЯ РІЗНОМАНІТТЯ УГРУПОВАНЬ ПТАХІВ
НА ТЕРИТОРІЇ ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА «ДНІПРОВСЬКО-ОРІЛЬСЬКИЙ»**

Природний заповідник «Дніпровсько-Орільський»

49054, м. Дніпропетровськ, вул. Полетаєва, 2; e-mail: dopz@ukr.net

Вовк М. В. Консортивний вплив колоніальних поселень чапель на формування різноманіття угруповань птахів на території природного заповідника «Дніпровсько-Орільський». – У роботі наведено характеристику поселення Чаплевих у межах території природного заповідника «Дніпровсько-Орільський» як приклад найчисленнішої змішаної колонії на території Дніпропетровської області. Встановлено, що чаплі є концентром гетеротрофної консорції. Доведено, що колонію сірої чаплі слід розглядати як концентр гетеротрофної консорції, яка суттєво впливає на формування різноманіття орнітокомплексів навколотоводних біогеоценозів. Горизонтальна структура консорції з колонією сірої чаплі як едіфікатора має плямистий характер у зв'язку з особливостями освоєння орнітоценозом архітектоники крон дерев. Гніздова стація колоніального поселення з моменту його утворення зазнала лише кількісних змін. Головною деревною породою, яку використовували чаплі у межах досліджуваної території, є тополя чорна. Різноманіття птахів у колоніальних поселеннях сірої чаплі зумовлене цілковитим пануванням сірої чаплі, що пояснюється закономірностями просторової орієнтації цього виду та особливостями формування орнітоконсорцій.

Ключові слова: колоніальне поселення, змішані колонії, консортивні зв'язки.

Вступ

Дослідження орнітофауни водно-болотних біогеоценозів встановили значне видове різноманіття цих угруповань [1, 11, 16-18]. Важливу функціональну роль у навколотоводних біогеоценозах виконують популяції чапель. Формою існування популяцій чапель як едіфікатора консорцій водно-болотних комплексів є колонія. Колонія чапель є організатором топічних, форічних, трофічних і фабричних зв'язків у межах біогеоценозу, де колонія сформувалась. Функціонального впливу колоніального поселення зазнають усі компоненти біогеоценозу. Орнітоценоз є зосередженням інтенсивних енергетичних потоків, тому є інформаційно-важливим індикатором особливостей функціональної організації біогеоценозу.

Термін *колонія* використовується в достатньо широкому значенні, поряд із поняттями репродуктивних угруповань різного характеру [20]. У визначеннях колоніальності підкреслюється компактний характер об'єднання особин або сімейних груп [19, 21]. Найважливішим критерієм колоніальності, на думку авторів, вважається існування просторових меж між сусідніми угрупованнями, які розташовані в достатньо гомогенному місці гніздування. Це означає, що ділянки місцевості, що заселені із великою щільністю, мають більшу привабливість для птахів, ніж такі самі сусідні ділянки, котрі випадково не привабили перших поселенців [19, 21].

У Дніпропетровській області чисельність сірої чаплі, як і інших видів, почала зростати з початку 50-х років ХХ ст. після стабілізації рівня води в Дніпровських водосховищах [11]. У різні роки були відомі колонії, що нараховували 400-600 гнізд, розташованих на деревах [3, 7, 21]. Орнітоценози заплавної частини заповідника характеризуються великою кількістю птахів, зокрема й гідрофільних. Острови р. Дніпро являють собою місця скупчення багатьох навколотоводних і водно-болотних птахів. За даними Р. А. Онуфрієва та О. Л. Пономаренко [14], на цій території відмічено перебування 184 видів птахів, причому вказується на найбільшу щільність птахів саме в заплавному лісі – 25,8 пар/га.

На основі досліджень, проведених у 1979 р., встановлено існування колонії сірих чапель на території теперішнього природного заповідника «Дніпровсько-Орільський».

Колонію було знайдено на одному з островів р. Дніпро нижче за течією від м. Дніпродзержинськ. Саме тоді колонію було описано як найчисленнішу в області – 412 пар птахів, гнізда яких були розташовані на трьох видах дерев: тополі чорній (*Populus nigra* L.), в'язі гладкому (*Ulmus laevis* Pall) та дубі звичайному (*Quercus robur* L.).

Дослідження в орнітологічному заказнику «Таромський уступ», на базі якого і було створено заповідник, вказують на те, що колоніальне поселення сірої чаплі мало полівидовий склад. Окрім сірої, тут відмічалось гніздування рудої чаплі (*Ardea purpurea* L.), великої (*Egretta alba* L.) та малої чепури (*Egretta garzetta* L.) [9].

Дані 1992 р. Літопису природи заповідника свідчать про те, що колонія існувала на лівому березі Дніпра в заплавному лісі на відстані 300-500 м від річки. Було встановлено, що зростання чисельності колонії сприяв заповідний режим території та відсутність фактору занепокоєння з боку людини. Картування змішаної колонії чапель, облік гнізд і визначення харчових залишків було основними цілями дослідників. Встановлено, що колонія займала приблизно 1 га площі (150×60 м) вздовж тополево-ясенево-дубового лісу й нараховувала 354 гнізда чапель [11].

Облік 1992 р. дозволив встановити, що колоніальне поселення налічувало 8 видів птахів: сіра чапля (*A. cinerea* L.), чепура велика (*E. alba* L.), чепура мала (*E. garzetta* L.), руда чапля (*A. purpurea* L.), квак (*Nycticorax nycticorax* L.), також можливе перебування сірої ворони (*Corvus cornix* L.) та шуліки чорного (*Milvus migrans* Boddaert). Умовно гнізда було поділено на 2 групи: великі та малі. Було враховано 350 великих (сірої, рудої чаплі та чепури великої) та 85 малих гнізд (квака, чепури малої, сірої ворони та шуліки чорного) [12].

Дослідження 1993 р. встановили перебування 350 пар сірої чаплі та 13 пар рудої. Достовірно не вдалося встановити кількісний склад колоніального поселення. Відмічалися також квак у кількості 27 та 14 особин, а також декілька поодиноких особин. Крім того, на території колонії відмічено гніздування орлана-білохвоста (*Haliaeetus albicilla* L.) [12].

Обліки птахів у колоніальному поселенні, що проводилися протягом 1994-1995 рр., встановили майже однаковий кількісний склад поселення: 350-355 пар сірої чаплі та 65 пар квака. На відміну від квака, сіра чапля віддає перевагу більш високим деревам колонії, її гнізда розташовані на висоті 13-15 м, у той час як гнізда квака – на 10-11 м. Екскреторна діяльність колоніальних птахів має безпосередній вплив на склад рослинного покриву під колонією. Так, на території поселення відмічена незначна кількість трав'янистих рослин, в основному перевага за кропивою дводомною (*Urtica dioica* L.) та чередою трироздільною (*Bidens tripartita* L.) [12].

Станом на 1996 р. чисельність колонії була майже не змінною. Підраховано 379 пар птахів, з яких 317 пар – сірої чаплі, а 62 – квака. Як і раніше, гнізда розташовані на трьох видах дерев – тополі, в'язі та дубі [12].

У 1997 р. було встановлено перебування 252 пари сірої чаплі, однак гнізда квака в цьому році вперше не були заселені. Їх кількість 40-50 одиниць [12].

Кількість пар сірої чаплі в 1998-1999 рр. становила приблизно 270. Вказується, що всі гнізда було заселені птахами, але, як і в минулому році, гніздування квака та інших видів чапель не спостерігалось. Вперше вказується на те, що колонія – найстаріша в області – має тенденцію до зниження чисельності, внаслідок випадіння гніздових дерев, а також, можливо, через зміни у гідрологічному режимі заповідника.

Питання функціональної організації водно-болотних орнітокомплексів із позицій концепції консорції залишається не вирішеним.

Мета даної роботи – визначити механізми формування різноманіття птахів під впливом системи консортивних зв'язків, утворених колоніальним поселенням сірої чаплі (*Ardea cinerea* (Linnaeus, 1758)), надати характеристику консортивним зв'язкам серед мешканців колонії та оцінити динаміку консортивних зв'язків у часі.

Матеріал і методика дослідження

Основою роботи стали результати власних польових досліджень кількісного та якісного складу колоніальних поселень птахів (2000-2012 рр.), дані літературних джерел, опублікованих з досліджуваної території в дозаповідний період (1981-1985 рр.), матеріали Літопису природи природного заповідника «Дніпровсько-Орільський» за період 1992-1999 рр.

Відбір власного матеріалу проводився на території природного заповідника «Дніпровсько-Орільський». Обстеження колоніальних поселень птахів відбувалося як безпосередньо на території колонії, так із відстані за допомогою біноклів. Дослідження проводились у трьох напрямках: обстеження деревостану колоніального поселення із встановленням виду гніздових дерев та їх висоти, а також площі, що зайнята під колонією; обстеження трав'янистого покриву в колонії; визначення кількісного (шляхом суцільного підрахунку гнізд) та якісного складу птахів колонії з використанням раніше описаних методик [6].

Результати та обговорення

Одержані власні дані та аналіз відомостей, наведених у Літопису природи природного заповідника «Дніпровсько-Орільський», дозволяють відтворити динаміку чисельності колоніального поселення на цій території. До 1996 року колонія складалась із 350-380 пар сірої чаплі, квака, чаплі рудої, чепури великої та малої, відмічено гніздування орлана-білохвоста та можливе перебування ворони та шуліки чорного. З періоду 1998-1999 рр. почала відзначатися тенденція до зниження чисельності та збіднення різноманіття колонії. Дослідження 2000-2005 рр. вказали на зменшення колонії колоніального поселення з 300 до 226 пар сірої чаплі [12].

Власні дослідження 2006 р. вказали на те, що колонія остаточно набула моновидової структури, значно зменшила свою чисельність й налічувала на той час 65 пар сірої чаплі. Площа колонії сягала приблизно 150 м². Перший ярус гніздових дерев представлено дубом звичайним (*Quercus robur* L.), в'язом гладким (*Ulmus laevis* Pall.) і тополею чорною (*Populus nigra* L.), другий – кленом ясенелистим (*Acer negundo* L.) і бузиною чорною (*Sambucus nigra* L.), а третій – підмареником чіпким (*Galium aparine* L.) і мертвопокровною парцелою. Проективне покриття на території колоніального поселення складало 0-80%. Встановлено, що тип лісу – це в'язова діброва, в'яз чіткої парцелярної структури. Гнізда розміщені лише на чотирьох тополях.

Через те, що об'єктом дослідження виступає колоніальне поселення сірої чаплі, дослідження орнітоценозів відбувалось з точки зору існування птахів, що утворюють колоніальне поселення, й тих, що існують поряд. У ході роботи було встановлено, що сірі чаплі виступають домінантами серед всіх птахів, що поселялися безпосередньо на території колонії та поблизу неї.

У результаті систематичних досліджень, які проводяться нами на території природного заповідника «Дніпровсько-Орільський», встановлено, що станом на 2007 р. гніздова діяльність сірої чаплі в межах колись самої численної в Дніпропетровській області колонії Чаплевих (*Ardeidae*) відсутня.

Горизонтальна структура колонії має плямистий [15] характер у зв'язку з розміщенням дерев у вигляді куртин і характером архітекtonіки їхньої крони. Своєрідними «вузлами» колонії є екземпляри старих тополь [10]. Нами встановлено, що саме ці тополя, які називалися «вузлами» колонії, останніми були полишені птахами у 2007 р.

Протягом усіх років існування колонії сіра чапля завжди виступала домінантом у змішаному колоніальному поселенні. Архітекtonіка крони старих тополь сприяла цьому домінуванню.

Висота розташування та закріплення гнізд визначається архітекtonікою крони дерев. Для підтвердження цього положення нами було проведено дослідження вертикального розподілу гнізд птахів у колонії в межах крон дерев. На рис. 1 показана залежність кількості

гнізд на різних висотах від їхнього розташування відносно землі та видів птахів, що мешкають на цих гніздових деревах.

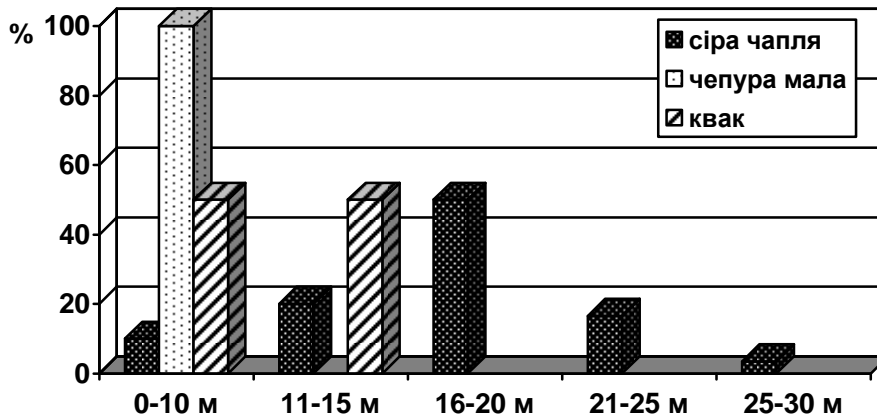


Рис. 1. Розподіл висоти розміщення гнізд птахів у кронах дерев у межах колонії (%).

Примітка. До діаграми включена абсолютна кількість гнізд: 300 пар сірої чаплі, 2 пари чепури малої та 80 пар квака.

Неодноразово вказувалось на те, що сірі чаплі в колоніях змішаного типу завжди намагаються селитися вище інших видів, тому аналіз вертикального розподілу гнізд у межах крон дерев дозволяє встановити такі закономірності. Доцільно сказати, що перший ярус насаджень, який сягає висоти 16-30 м, представлений деревами трьох видів (тополя чорна, дуб звичайний і в'яз гладкий) й заселений переважно гніздами сірої чаплі. Крім цих порід у межах колонії зустрічається ще бузина й клен, а також трав'яниста рослинність, видовий склад якої зумовлений насиченістю ґрунтів колонії сполуками NPK [5].

Таким чином, вертикальна організація змішаної колонії є результатом розподілу ніш видів у екологічному просторі з метою зменшення їх перекривання [15].

Видове різноманіття орнітоценозу після припинення існування колоніального поселення майже зазнало суттєвих змін. Про це свідчать регулярні обліки, які проводились після 2007 року на території колонії.

За нашими даними, на території, яку займала колонія, фіксувалося перебування таких видів птахів: підкоришник звичайний (*Certhia familiaris* L.), синиця блакитна (*Parus caeruleus* L.), соловейко східний (*Luscinia luscinia* L.), зяблик (*Fringilla coelebs* L.), дрізд співочий (*Turdus philomelos* C. L. Brehm.), зозуля звичайна (*Cuculus canorus* L.), вівчарик-ковалик (*Phylloscopus collybita* Vieillot.), кропив'янка сіра (*Sylvia communis* Latham.), горобець польовий (*Passer montanus* L.).

Особливості формування просторової структури популяції птахів у досліджуваній нами змішаній колонії та на території, яка залишилась після припинення її функціонування, підкреслюються загальноприйнятими основами, які закладаються під час визначення консортивних зв'язків птахів. Це підтверджується фактами утворення топічних, трофічних, фабричних, трансбіотичних зв'язків між структурними елементами консортивного угруповання.

Висновки

1. Суттєвий вплив на формування різноманіття орнітокомплексів навколородних біогеоценозів дозволяє розглядати колонію сірої чаплі як концентр гетеротрофної консорції.

2. Встановлено, що горизонтальна структура консорції з колонією сірої чаплі як едификатора має плямистий характер у зв'язку з особливостями освоєння орнітоценозом архітектоники крон дерев.

3. Гніздова стація колоніального поселення з моменту його утворення зазнала лише кількісних змін. Головною деревною породою, яку використовували чаплі в межах досліджуваної території, є тополя чорна.

4. Різноманіття птахів у колоніальних поселеннях сірої чаплі зумовлено цілковитим пануванням сірої чаплі, що пояснюється закономірностями просторової орієнтації цього виду та особливостями формування орнітоконсорцій.

5. Припинення існування полівидового, а з часом й моновидового колоніального поселення сірої чаплі на досліджуваній території значно відбивається на біорізноманітті орнітоценозу. Екологічна пам'ять зберігає наслідки впливу колоніального поселення значний період у вигляді трансформації функціональної (консортивної) структури угруповань птахів.

Список літератури

1. Багрикова Н. А. Биocenотические связи растительности и колониально гнездящихся веслоногих и голенастых птиц на Лебяжьих островах / Н. А. Багрикова, С. Ю. Костин // Бранта: сб. науч. тр. Азово-Черноморской орнитол. станции. – 2005. – Вып. 8. – 232 с.
2. Булахов В. Л. Колониальные поселения цапель Днепродзержинского и Запорожского водохранилищ / В. Л. Булахов, О. М. Мясоедова // Колониальные гнездования околоводных птиц. – М.: Наука, 1975. – С. 27–28.
3. Булахов В. Л. Современное состояние орнитофауны Днепропетровщины / В. Л. Булахов, А. А. Губкин // Праці Укр. орнитол. тов.-ва. – К.: УОТ, 1996. – С. 3–18.
4. Булахов В. Л. Історія розвитку орнітологічних досліджень в степовому Придніпров'ї / В. Л. Булахов, П. Т. Чегорка // Птахи степового Придніпров'я: минуле, сучасне, майбутнє: матер. Перших Вальхівських читань. – Дніпропетровськ, 2007. – С. 26–74.
5. Вовк М. В. Роль колоніальних поселень чапель у формуванні комплексів НРК у ґрунтових покривах Дніпровсько-Орільського природного заповідника / М. В. Вовк // Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону: міжвідомчий зб. наук. праць / Відп. ред. С. В. Беспалова. – Донецьк: ДонНУ, 2004. – Вип. 4. – С. 97–102.
6. Вовк М. В. Аналіз методик дослідження середовищевірної активності птахів / М. В. Вовк // Вісник Дніпропетровського університету. Сер. Біол., Екол. – 2007. – Вип. 3/1. – С. 20–24.
7. Гавриленко В. С. К биологии размещения серой цапли в условиях степного Приднепровья / В. С. Гавриленко, А. А. Губкин // Экология гнездования птиц и методы её изучения: тез. докл. Всесоюз. конф. молодых ученых. – Самарканд: Б. и., 1979. – С. 210–212.
8. Губкин А. А. Колониальные поселения серой цапли на Днепропетровщине / А. А. Губкин, В. Л. Булахов, М. А. Бурцев, В. С. Гавриленко // Размещение и состояние гнездовой околоводных птиц на территории СССР. – М.: Наука, 1981. – С. 63–65.
9. Губкин Ал. А. К характеристике орнитофауны заказника Таромский Уступ / Ал. А. Губкин // Вопросы степного лесоведения и научные основы лесной рекультивации земель. – Д.: ДГУ, 1985. – С. 148–155.
10. Кошелев А. И. Пространственная структура смешанной колонии цапель в пойменном лесу Днепропетровско-Орельского заповедника / А. И. Кошелев, Р. А. Онуфриев, Р. В. Покуса, П. А. Чегорка // Исследование разнообразия животного мира: научн. тр. Зоомузея ОГУ. – Одесса: Астропринт, 1998. – Т. 3. – С. 103–109.
11. Кошелев А. И. Репродуктивные показатели цапель (Ardeidae) в Северо-западном Приазовье / А. И. Кошелев, В. А. Кошелев, Л. В. Пересадько, Р. В. Покуса // Бранта: сб. науч. тр. Азово-Черноморской орнитол. станции. – 2005. – Вып. 8. – 232 с.
12. Літопис природи: Вивчення біорізноманіття, структури і динаміки природних комплексів Дніпровсько-Орільського природного заповідника. – Т. I–XXI.
13. Мацюра А. В. Опыт исследования консортивной структуры островных сообществ птиц / А. В. Мацюра // Грунтознавство. – 2011. – Т. 12, № 1–2. – С. 81–88.
14. Онуфріїв Р. А. Сучасний стан орнітофауни Дніпровсько-Орільського природного заповідника / Р. А. Онуфріїв, О. Л. Пономаренко // Птахи степового Придніпров'я: минуле,

сучасне, майбутнє: матер. Перших Вальхівських читань. – Дніпропетровськ, 2007. – С. 108–113.

15. Пианка Э. Эволюционная экология: Пер. с англ. / Э. Пианка / Под ред. М. С. Гилярова. – М.: Мир, 1981. – 400 с.

16. Фесенко Г. В. Птахи фауни України (польовий визначник) / Г. В. Фесенко, А. А. Бокотей. – К.: Новий друк, 2002. – 414 с.

17. Фесенко Г. В. Анотований список українських наукових назв птахів фауни України / Г. В. Фесенко, А. А. Бокотей. – К.–Львів: УТОП, 2000. – 44 с.

18. Boisteau B. Habitat use by the Grey Heron (*Ardea cinerea*) in eastern France / B. Boisteau, L. Marion // C. R. Biol. – 2007. – Vol. 330 (8). – P. 629–634.

19. Burger J. A model for the evolution of mixed species colonies in Ciconiiformes / J. Burger // Qu. Rev. Biol. – 1981. – 56. – P. 143–167.

20. Fuchs E. Predation and antipredator behaviour in a mixed colony of terns *Sterna sp.* and black-headed gulls *Larus ridibundus* with special reference to the sandwich tern *Sterna sandvicensis* / E. Fuchs // Ornis Scand. – 1977. – 8. – P. 17–32.

21. Veen J. Functional and causal aspects of nest distribution in colonies of the sandwich tern (*Sterna s. sandvicensis* Lath.) / J. Veen // Ornis Scand. – 1977. – 20.

Вовк М. В. Консортивное влияние колониальных поселений цапель на формирование разнообразия сообществ птиц на территории природного заповедника «Днепровсько-Орельский». – В работе представлена характеристика поселения Цапельных в пределах территории природного заповедника «Днепровсько-Орельский» в качестве примера многочисленной смешанной колонии на территории Днепропетровской области. Установлено, что цапли являются консоцентром гетеротрофной консорции. Доказано, что колонию серой цапли следует рассматривать как консоцентр гетеротрофной консорции, которая существенно влияет на формирование разнообразия орнитокомплексов околородных биогеоценозов. Горизонтальная структура консорции с колонией серой цапли в качестве эдификатора имеет пятнистый характер в связи с особенностями освоения орнитоценозом архитектуры крон деревьев. Гнездовая стадия колониального поселения с момента его образования испытала лишь количественные изменения. Основной древесной породой, которую использовали цапли в пределах исследуемой территории, является тополь черный. Разнообразие птиц в колониальных поселениях серой цапли обусловлено полнейшим господством серой цапли, что объясняется закономерностями пространственной ориентации этого вида и особенностями формирования орнитоконсорций.

Ключевые слова: колониальное поселение, смешанные колонии, консортивные связи.

Vovk M. V. The consortive impact of the gray heron settlement on the diversity of bird community on the territory of the natural reserve «Dniprovsko-Orelsky». – The gray heron settlement within territory of the natural reserve «Dniprovsko-Orelsky» has been characterized as most abundant mixed colony on the territory of the Dnipropetrovsk region (Ukraine). The gray herons have been stated as being consocenter of the heterotrophic consortia. The gray heron settlement has been proved to impact on the wetland bird community diversity. The horizon structure of the gray heron consortia as key species is a patch mosaic due to strategy of the bird community usage of the top tree architectonics. The nest places of the settlement have been changed quantitatively only. The *Populus nigra* has been used by gray heron as nest place within studied territory. The dominance of the gray heron is the most important factor affecting on the bird community diversity. This may be explained by the spatial organization of the consortia structure.

Key words: colony settlement, mixes colony, consortia connection.

УДК 616.98 : 579.852.11СБ (477.75)

© И. С. Коваленко, А. Б. Хайтович

ПРЕДПОСЫЛКИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ СИБИРСКОЙ ЯЗВЫ В КРЫМУ

ГУ «Украинская противочумная станция» МЗ Украины

95023, г. Симферополь, ул. Промышленная, 42; e-mail: plaguostat@e-mail.ua

Коваленко И. С., Хайтович А. Б. Предпосылки распространения сибирской язвы в Крыму. – Проведены оценка и анализ влияния природных и антропогенных факторов на активность стационарно-неблагополучных пунктов по сибирской язве на территории Крыма. Выделено 8 периодов динамики количества стационарно-неблагополучных пунктов и количества павших животных от сибирской язвы с 1918 по 2010 гг.

Ключевые слова: стационарно-неблагополучный пункт, природный очаг, сибирская язва, антропогенные факторы, природные факторы.

Введение

Территория Крыма характеризуется разными почвенно-географическими и климатическими зонами, разнообразием хозяйственной деятельности человека, неодинаковой структурой и характером животноводства. Исторически сложившиеся и преобразованные экологические и антропогенные условия могут оказывать влияние на патогенные микроорганизмы, циркулирующие в Крыму. Одним из таких микроорганизмов является возбудитель сибирской язвы [8].

Опасность возникновения вспышек сибирской язвы заключается в том, что споры возбудителя на территории стационарно-неблагополучных пунктов (СНП) могут сохранять патогенные свойства более 100 лет. СНП – это населенный пункт, хозяйство, фермы с помещениями и выгонами, пастбища, водопои, в которых имели место случаи заболеваемости животных сибирской язвой, независимо от количества и срока давности [6]. Вместе с тем, СНП по сибирской язве могут включать места захоронений павших животных, данные о расположении которых не всегда точно известны. Природные катаклизмы, такие как затопление, землетрясения, оползни и т. д., происходящие на территориях, где располагается СНП, могут привести к выносу спор возбудителя сибирской язвы на поверхность, что, в свою очередь, приводит к вспышкам заболеваний на территориях, где долгое время не регистрировался падеж животных и пункт считался относительно благополучным в отношении заболевания.

В возникновении заболеваний сибирской язвой среди людей и животных имеют значение различные антропогенные факторы. При рытье строительных котлованов, прокладке электро-, телефонных и других кабелей, взрывных работах и т. п. вскрываются старые (пятидесятилетней и более давности) скотомогильники: споры выносятся на поверхность.

Учитывая биологию возбудителя сибирской язвы, для определения особенностей циркуляции микроорганизма необходимо использовать комплексный подход, включающий анализ влияния социальных и экологических факторов, который позволяет научно обосновать мероприятия, предупреждающие заражение людей и животных, и проведение перспективного прогноза по землепользованию.

В последние пятьдесят лет территория Крымского полуострова подверглась антропогенному преобразованию в высокой степени со значительным отклонением ландшафтов от естественной нормы экологической регуляции [9]. Интенсивно происходит рост городов и незаконный захват земель для строительства и сельскохозяйственных работ. Скотомогильники и сибирезывенные захоронения, расположенные на территории Крыма, могут явиться опасными источниками распространения инфекционных заболеваний, если своевременно не предупредить активизацию возбудителя сибирской язвы и не ограничить контакт человека с загрязненной почвой. Одним из важных факторов при выносе спор сибирской язвы на поверхность является нерациональное использование земельных ресурсов без предварительного изучения территории, что широко распространено на полуострове [10].

В связи с этим важным является выявление, учет, регистрация мест захоронения животных и определение динамики активизации проявлений заболеваний сибирской язвой у животных и людей под влиянием различных факторов, т. е. выявление скотомогильников и сибирезвенных захоронений, которые представляют угрозу как потенциальный источник заражения животных и людей.

Цель работы – выявление причин, способствующих возникновению и распространению сибирской язвы в Крыму среди людей и животных.

Материалы и методы исследования

Основой для настоящей работы послужили данные, собранные органами Центральной СЭС, по расположению стационарно-неблагополучных пунктов Украины по сибирской язве с 1918 по 2010 гг. Создание электронных карт проводилось с помощью программы ArcGIS 9.2 (лицензия E 300 3/02, ESRI США).

Результаты и обсуждение

В результате проведенного анализа на территории Крыма, кроме Севастопольского горсовета, выявлено расположение 387 СНП по сибирской язве (4,1% от общего количества на территории Украины). Учитывая то, что территория полуострова составляет только 4,4% территории Украины и подвергается значительной реакционной нагрузке, данное количество СНП создает повышенную опасность для жителей Крыма, туристов и других категорий граждан, посещающих природные станции.

Для выявления природных и антропогенных изменений, которые могут оказать влияние на циркуляцию возбудителя сибирской язвы, проведен анализ временной динамики проявления заболеваний сибирской язой среди животных на территории Крыма с 1918 по 2010 гг. Колебания количества СНП и количества павших животных имели волнообразный и неоднородный по интенсивности характер, что указывает на влияние разных факторов в отдельные временные периоды (рис. 1).

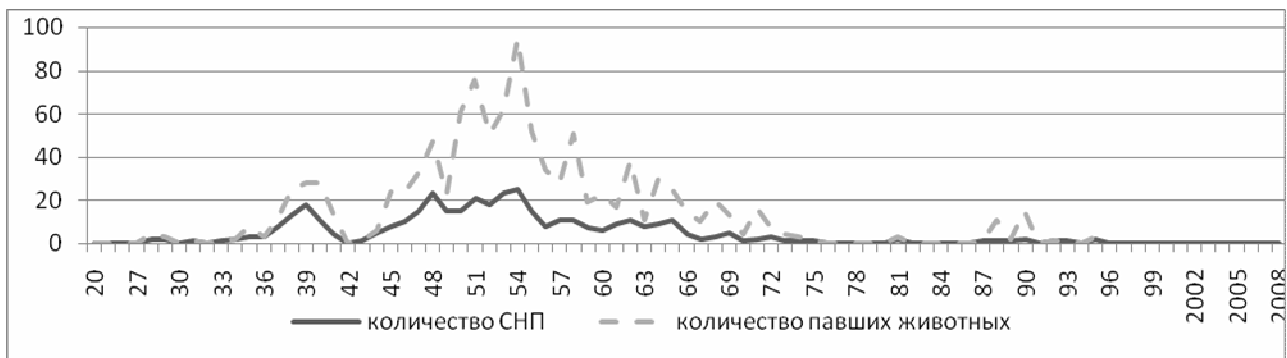


Рис. 1. Количество СНП и павших животных в Крыму в период с 1918 по 2010 гг.

Проведенный анализ количества СНП и павших животных за почти 100-летний промежуток времени позволил выделить 8 периодов.

Первый период (1918-1927 гг.) характеризуется отсутствием зарегистрированных СНП и павших животных на территории Крыма. Однако это не свидетельствует о том, что в данный временной промежуток не было случаев падежа животных от сибирской язвы в Крыму, что может быть связано с отсутствием механизмов регистрации. Исторически в данный период была сложная социально-экономическая ситуация на территории полуострова: военные действия (1917-1920 гг.) нанесли колоссальный экономический ущерб; промышленное производство упало в три раза по сравнению с довоенным; сельское хозяйство полуострова было разрушено (на одну треть сократилась посевная площадь, на половину снизилась урожайность, резко уменьшилось поголовье скота).

Природные катаклизмы в период 1920-1922 гг. (нашествие саранчи, засуха в 1921 г., приведшая к гибели 42% посевов и 2/3 поголовья скота, последующие за ней проливные дожди) привели к появлению признаков наступающего голода, который в дальнейшем приобрел катастрофический размах [4]. После голода (1921-1923 гг.) началось восстановление экономики. По территории Крыма проходил целенаправленный перегон скота из южных областей России, Румынии и Болгарии [9]. Ускоренными темпами и жесткими административными методами проводится коллективизация крестьянских хозяйств путем переселения населения из Украины и Белоруссии (1927 г.) для освоения пустующих земель, в основном в степные районы Крымского полуострова [5].

Второй период (1928-1940 гг.) характеризуется случаями заболеваний животных сибирской язвой. Павшие животные впервые были официально зарегистрированы в 1928 г. в Красногвардейском (с. Ельня, 1 животное) и в Сакском (с. Яркое, 3 животных) районах. Вероятно, на возникновение заболеваний сибирской язвой среди животных повлияли сложные процессы, проходившие в первом периоде. Инфицированные сельскохозяйственные животные могли попасть на территорию Крыма вместе с переселенцами или во время перегона с других территорий. На появление СНП в Крыму оказали влияние восстановление экономики полуострова и преобразование территории под влиянием антропогенных факторов. Происходит активная распашка земель (только осенью 1928 г. было поднято 68 тысяч га целины в степной части Крыма) [3], что также могло активизировать почвенные очаги сибирской язвы, которые ранее не были известны.

Третий период (1941-1944 гг.). Период Великой Отечественной войны характеризуется вначале снижением, а в 1942 г. полным отсутствием заболеваемости сибирской язвой среди животных. Это связано с резким падением уровня развития всех отраслей народного хозяйства, в том числе и животноводства. Однако полностью исключить случаи заболевания сибирской язвой людей и животных невозможно, так как, вероятно, в этот период не проводилась лабораторная диагностика на достаточном уровне.

Четвертый период (1945-1960 гг.) характеризуется увеличением заболеваемости сибирской язвой после освобождения территории Крыма в 1944 г. В послевоенные годы происходит активное восстановление всех отраслей народного хозяйства, активное возделывание земельных наделов, а также, заселение опустевших территорий Крыма жителями из других регионов. Осенью 1944 г. началось переселение в Крым из Краснодарского и Ставропольского краев, Воронежской, Курской, Орловской, Тамбовской, Ростовской, Киевской, Винницкой, Житомирской и Подольской областей. Переселенцы прибывали в Крым ежегодно небольшими партиями и расселялись по всему полуострову в тех колхозах и совхозах, где ощущался недостаток рабочей силы [4]. Всего в 1944-1960 гг. в Крым мигрировало более 100 тыс. человек трудоспособного возраста. В 1952 г. при помощи переселенцев был восстановлен довоенный уровень посевных площадей, поголовье скота и свиней, а также создано 200 новых колхозов [1, 12].

В этот период происходит активный контакт людей с почвенными очагами сибирской язвы при обработке земель и строительстве. Результатом такого взаимодействия явилось возникновение вспышек заболеваний в тех населенных пунктах, в которых они ранее не регистрировались и в тех районах, которые раньше считались благополучными по сибирской язве.

Тенденция увеличения количества активных СНП наблюдалась до середины 50-х годов. Максимальное количество активных пунктов зарегистрировано в 1954 г. – 25 СНП (95 павших животных) на территории 10 административных районов: Белогорский (3 СНП), Джанкойский (1), Красногвардейский (4), Ленинский (2), Нижнегорский (5), Первомайский (1), Раздольненский (2), Сакский (2), Симферопольский (3) и Черноморский (2) районы. За период с 1950 по 1955 гг. зафиксировано 397 случаев заболеваний животных (40% от общего количества павших животных за весь период мониторинга). В этот период также происходит перегон скота по территории степного Крыма, и, вероятно, что среди перегоняемых

животных были особи, зараженные сибирской язвой, которые и расширили зону распространения возбудителя сибирской язвы [11].

Пятый период (1961-1971 гг.). Значительные изменения в формах и интенсивности воздействия на природную среду произошли в период строительства и начала введения в эксплуатацию Северо-Крымского канала (1961–1971 гг.). На территории полуострова зарегистрировано 65 активных стационарно-неблагополучных пунктов и зафиксирован падеж 199 животных, из них на территории прохождения Северо-Крымского канала – 39 (60%) СНП и 130 (65%) заболевших животных.

Ошибки при проектировании и строительстве канала привели к тому, что при эксплуатации его около половины поступающей воды терялась. Следствием этого явилось изменение уровня грунтовых вод, подтопление земель, что в свою очередь должно было увеличить активность СНП в следующем периоде (рис. 2).

Шестой период (1972-1986 гг.) характеризуется снижением количества СНП и заболеваний животных. В период с 1972 по 1986 гг. зафиксировано 8 активных СНП, из них 1 (13%) расположен на территории орошения Северо-Крымского канала (рис. 2). Из 18 заболевших в этот период животных только 3 (17%) зарегистрированы на этой территории. Снижение активности в отличие от прогнозируемого повышения связано с тем, что расширение площадей орошения привело к изменению природных свойств почв (изменился солевой состав). Повышенное увлажнение, несвойственное природному генезису почв этих районов, привело на многих участках к дегумификации и вторичному засолению структуры [9], а почва – один из самых существенных факторов, определяющих длительность выживания возбудителя во внешней среде. Наиболее благоприятны для длительного сохранения спор являются почвы богатые гумусом и с нейтральным pH [7].

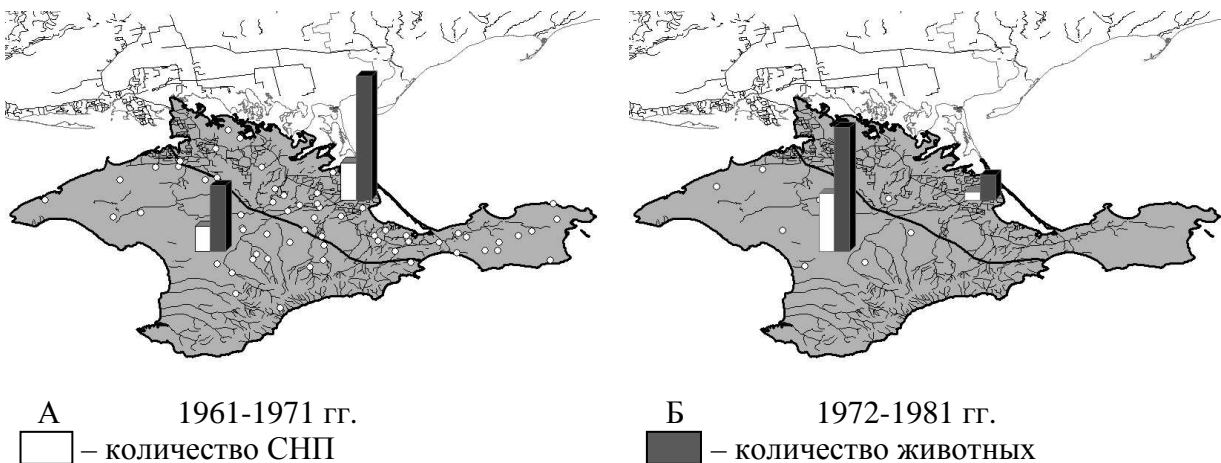


Рис. 2. Количество активных СНП: в период строительства (А) и введения в строй (Б) Северо-Крымского канала.

Седьмой период (1987-1995 гг.) характеризуется увеличением количества заболевших животных, что связано со значительными социально-экономическими изменениями в жизни республики и падением социально-экономического уровня жизни населения в государстве и в АР Крым в частности. С 1989 г. начинается массовое возвращение депортированных народов [2]. В результате заселения происходит стремительное преобразование территорий, зачастую непроверенных в отношении данного заболевания. В связи со строительством жилья и активной распашкой, возможно, произошел вынос спор сибирской язвы на поверхность и последующий контакт с ними сельскохозяйственных животных. Снижение уровня экономики в результате распада Советского Союза привел к уменьшению ветеринарного контроля за сельскохозяйственными животными, что также могло способствовать увеличению количества заболеваний. Последние случаи сибирской язвы

среди животных были зарегистрированы в 1995 г. в Ленинском (с. Войково, 2 животных) и Симферопольском (с. Новоандреевка, 1 животное) районах.

Восьмой период (1996-2010 гг.) характеризуется относительным благополучием по сибирской язве. С 1996 г. на территории Крыма не происходило активизации СНП, не регистрировались заболевания животных. Поэтому СНП, находящиеся на территории Крыма, можно отнести к неманифестным, не проявляющим эпизоотической активности после регистрации в них последних заболеваний более десяти лет. Однако в связи с возможным переходом неманифестных территорий в манифестные, учитывая способность спор выживать во внешней среде длительное время, а также возможным завозом в Крым непроверенной зараженной продукции животного происхождения, необходимо проведение постоянного мониторинга за стационарно-неблагополучными пунктами на территории полуострова.

Таким образом, проведенный ретроспективный анализ важных социально-экономических событий и активности СНП в Крыму показал, что конкретные социально-экономические преобразования влияют на активность проявления СНП и заболеваемость людей и животных. Среди общих закономерностей следует выделить:

1) активное преобразование территории под действием антропогенных факторов, не изменяющее первичный состав почвы как определяющего фактора выживаемости возбудителя во внешней среде (распашка, строительство в период восстановления экономики полуострова), ведет к увеличению активности СНП по сибирской язве (условия для выживаемости возбудителя остаются на прежнем уровне, но увеличивается риск контакта с природными очагами);

2) преобразование территории с изменением первоначальных свойств почвы ведет к изменению активности СНП (введение в строй Северо-Крымского канала неблагоприятно повлияло на условия для выживаемости возбудителя вследствие дегумификации и засоления почвы);

3) важные исторические события (проведение боевых действий на территории полуострова) влияли на качество проведения эпиднадзора (снижение или полное отсутствие активных СНП в Крыму во время I-й и II-й Мировой войн, вероятно, связано с отсутствием качественной диагностики и разрушением инфраструктур, занимающихся решением этих проблем).

Выводы

1. Выделено 8 периодов динамики количества СНП и количества павших животных от сибирской язвы в Крыму с 1918 по 2010 гг., характеризующихся действием различных природных и антропогенных факторов.

2. Социально-экономические факторы являются предпосылками к изменению активности стационарно-неблагополучных пунктов и возникновению вспышек заболеваний сибирской язвой среди животных и людей в Крыму.

3. Современное активное использование территории Крыма как рекреационной зоны приводит к преобразованию природной среды и может стать предпосылкой для изменения активности СНП по сибирской язве на территории полуострова и как следствие возникновения новых вспышек заболеваний людей и животных.

Список литературы

1. Агаджанов С. Г. Крым: прошлое и настоящее / С. Г. Агаджанов, А. Н. Сахаров. – М.: Мысль, 1988. – 107 с.
2. Бугай Н. Ф. Депортация народов Крыма. Документы, факты, комментарии / Николай Бугай. – М.: ИНСАН, 2002. – 240 с.
3. Глубочанский А. Еврейские поселения в степном Крыму / А. Глубочанский, Е. Ривкина // Тіква Ор самеах. – 1996. – № 533. – С. 6.

4. *Дементьев Н. Е.* История Крыма. Часть II. [Электронный ресурс] / Н. Е. Дементьев, А. Г. Зарубин / [сост., ред. Николаенко Н. В.]. – Симферополь: РИЦ «Атлас», 1993. – Режим доступа к ресурсу: http://crimea-tour.ru/istor_xx.html#05
5. *Ефимов А.* Еврейская Советская Социалистическая республика. К истории одного проекта [Электронный ресурс] / Александр Ефимов: Режим доступа к ресурсу: www.moscow-crimea.ru/history/20vek/republic.html
6. Инфекционные болезни животных / [Бессарабов Б. Ф., Вашутин А. А., Воронин Е. С. и др.]; под ред. А. А. Сидорчука. – М.: Колос С, 2007. – 671 с.
7. *Ювенко А. В.* Особливості епізоотичного процесу сибірки у південному регіоні України: автореф. дис. ... канд. вет. наук: спец. 16.00.08 «Епізоотологія та інфекційні хвороби» / А. В. Ювенко. – Одеса, 2005. – 18 с.
8. *Ипатенко Н. Г.* Пути распространения сибирской язвы / Н. Г. Ипатенко // Ветеринария. – 2001. – № 5. – С. 7–8.
9. *Лычак А. И.* Геоэкологическая ситуация и проблема формирования экологической сети в Крыму / А. И. Лычак, Т. В. Бобра // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2009. – Т. 5, вып. 1. – С. 63–69.
10. *Николаенко Д. В.* Скотомогильник как объект и предмет естественнонаучного исследования. Случай Украины // Энвайронментальная эпидемиология. – 2011. – № 2. – С. 211–330.
11. *Сапронов Ю. Г.* Эпидемиология, диагностика и профилактика безжелтушного лептоспироза в Крымской области: автореф. дис. ... канд. мед. наук: спец. 14.00.30 «Эпидемиология» / Ю. Г. Сапронов. – Симферополь, 1954. – 170 с.
12. *Твердохлебов И. Т.* Общая характеристика хозяйства // География Крыма: учеб. пособие / И. Т. Твердохлебов, В. Б. Кудрявцев. – Симферополь, 1995. – С. 131–136.

Коваленко І. С., Хайтович О. Б. Передумови поширення сибірки в Криму. – Проведено оцінку та аналіз впливу природних і антропогенних чинників на активність стаціонарно-неблагополучних пунктів по сибірці на території Криму. Виділено 8 періодів динаміки кількості стаціонарно-неблагополучних пунктів і кількості полеглих тварин від сибірки з 1918 по 2010 рр.

Ключові слова: стаціонарно-неблагополучний пункт, природний осередок, сибірка, антропогенні чинники, природні чинники.

Kovalenko I. S., Khaytovych A. B. Background of Anthrax spread in Crimea. – The estimation and the analysis of natural and anthropogenic factors influenced on activity of Anthrax permanently-unsuccessful points on the territory of Crimea were defined in this article. The 8 periods of quantity dynamics of permanently-unsuccessful points and quantity dynamics of dead animals from Anthrax in period from 1918 to 2010 were determined.

Key words: permanently-unsuccessful point, natural focus, Anthrax, anthropogenic factors, natural factors.

УДК 598.2

© Д. В. Пилипенко

ГНЕЗДЯЩИЕСЯ ПТИЦЫ ПОЙМЕННЫХ ЛЕСОВ ДОНЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

Донецкий национальный университет; 83050, г. Донецк, ул. Щорса, 46

e-mail: dvpilipenko@mail.ru

Пилипенко Д. В. Гнездящиеся птицы пойменных лесов Донецкой области. – Пойменные леса на севере региона являются одними из наиболее богатых в видовом отношении. Для сравнения в байрачных лесах Донецкого Кряжа гнездится 63 вида птиц, а в старых искусственных, таких как Великоанадольский лес, – 64-65 видов. Именно благодаря пойменным лесам, или точнее комплексу пойменных биотопов, ядром которых выступают леса, в регион проникает ряд видов, а распространение некоторых из них ограничивается именно долиной р. Северский Донец. В ходе наших исследований было выявлено 73 вида птиц, которые гнездятся или предположительно гнездятся в данном типе леса, из них 72 – в пойменных лесах Северского Донца и 54 – в пойменных лесах Донецкого Кряжа.

Ключевые слова: птицы, пойменные леса, р. Северский Донец, Донецкий кряж.

Введение

Вся территория Донецкой области находится в степной зоне. Однако благодаря определенным физико-географическим особенностям здесь представлены и различные типы лесов, в том числе и пойменные леса. Последние находятся в основном в северной и восточной частях региона. Проникают эти леса вглубь степной зоны благодаря крупным рекам, таким как Северский Донец, Кринка и их притокам и являются своеобразными коридорами проникновения лесной фауны вглубь степной зоны и неким связующим звеном лесостепной зоны и Донецкого Кряжа как лесостепного острова в степи.

Изучение орнитофауны непосредственно пойменных лесов в регионе практически не проводилось. Как правило, авторами рассматривалась пойма или долина р. Северский Донец как единый комплекс территории наиболее крупного в регионе национального природного парка «Святые Горы» [7, 8, 16], а Донецкий Кряж привлекал внимание своими байрачными лесами [11] или же целинными степными участками. Несколько иначе представлена картина в соседних областях. В Харьковской области работы в данном типе лесов проводятся уже давно сотрудниками Харьковского национального университета [1, 4], причем эти исследования касаются не только последних десятилетий, а имеют более давнюю историю. Комплексная экспедиция этого же университета в 1952 г. под руководством проф. И. Б. Волчанецкого [6] проводила исследования лесов в бассейне р. Северский Донец, в том числе и пойменных. В Луганской области подобные исследования проводились сотрудниками Луганского природного заповедника на базе одного из его отделений «Придонцовская пойма» [9], по сути комплекса пойменных биотопов, в том числе и пойменных лесов. Так же имеется ряд работ, которые посвящены либо отдельным видам птиц, либо целым группам, распространение которых связано и с пойменными лесами [2, 5, 10, 12, 15, 17]. Кроме того, именно здесь, как уже указывалось выше, находятся наиболее крупный национальный парк «Святые Горы», занимающий практически всю долину Северского Донца в пределах Донецкой области, и один из крупнейших региональных ландшафтных парков «Донецкий Кряж», расположенный на востоке региона, в состав которого входят подобные леса.

Таким образом, пойменные леса являются своеобразным лесным коридором, по которому идет расселение лесной орнитофауны в степную зону, а их сравнительно большая площадь, в сочетании с другими пойменными биотопами, делает их еще более ценными для сохранения фауны региона.

Характеристика района исследований

Изучаемые пойменные леса находятся, согласно физико-географическому районированию Украины [13], в разных провинциях степной зоны. На севере области это Старобельская степь, Задонецко-Донской северостепной провинции, северостепной подзоны, степной зоны. Именно по ней протекает р. Северский Донец, являясь своеобразной южной

границей, а сама область находится в основном в Харьковской и Луганской областях и только на самом юге захватывает и Донецкую область. Пойменные местности здесь представлены хорошо выраженными луговыми и лесными урочищами в сочетании с водными комплексами стариц и болотами. По сути это мозаика открытых, преимущественно луговых и лесных биотопов с вкраплениями стариц. В весеннее время эта территория может быть затоплена, в зависимости от количества зимних осадков соответственно меняется и состояние стариц и озер. Пойменные леса здесь представлены тремя типами. Вдоль русла реки тянется полоса ивово-тополевых лесов, которые часто прерываются, имеют небольшую ширину, а в некоторых случаях просто растворяются в пойменной дубраве. Крупные старицы и озера также часто окружены именно этим типом леса или скорее древесными породами, характерными для этих лесов. В некоторых местах такие леса тоже небольшими куртинами в сочетании с озерами и лугами занимают более широкие полосы вплоть до прирусловой террасы. Наиболее крупные, тянущиеся практически непрерывно вдоль реки, за исключением населенных пунктов, – это пойменные дубравы. Лесообразующими породами здесь выступают дуб черешчатый и ясень обыкновенный, а их ширина может достигать километра и более. За ней идет полоса ольшаника, граничащая с сосновыми посадками на террасах. Хотя в некоторых местах они имеют островной характер, что, возможно, является последствиями антропогенного воздействия.

На востоке региона пойменные леса представлены на Донецком кряже. Это Донецкая возвышенная степь, Донецкой северостепной провинции, северостепной подзоны, степной зоны. Она находится на крайнем востоке Украины, охватывает центр и восток Донецкой и юг Луганской областей. В этой области значительно развиты долинно-балочные ландшафты. Долины Донецкой возвышенности часто имеют горный характер. Для склоновых местностей характерны байрачные леса – очень сухие и сухие дубравы с дубом черешчатым и ясенем обыкновенным в качестве лесообразующих пород. В поймах крупных рек и их притоков находятся пойменные дубравы, где кроме перечисленных пород произрастают ольха черная, различные породы ив и тополей. Причём переход от одного типа леса в другой не всегда ярко выражен.

Материал и методы исследования

Изучение орнитофауны пойменных лесов проводились с 1999 г., посредством пеших экскурсий в Славянском, Краснолиманском, Артемовском, Шахтерском и Амвросиевском районах Донецкой области, а также в примыкающих лесах Луганской и Харьковской областей. Исследования проводились вдоль р. Северский Донец в разных частях области, а на востоке региона вдоль р. Крынка и её притоков и в меньшей степени вдоль р. Миус. Во время таких экскурсий выявлялся видовой состав птиц, а также проводились количественные маршрутные учеты с нефиксированной полосой по методу Д. Хэйна в модификации Ю. С. Равкина [14, 18], общий километраж которых составил около 100 км. В данной работе мы рассматриваем только птиц, гнездящихся непосредственно в лесах, и исключаем обитателей примыкающих биотопов, пойменных лугов, берегов рек, степей и т. д., хотя они и составляют неотъемлемую часть поймы и взаимно дополняют друг друга.

Результаты и обсуждение

В общей сложности в качестве гнездящихся и предположительно гнездящихся птиц пойменных лесов региона было выявлено 73 вида, которые принадлежат к 11 отрядам и распределены по последним следующим образом: аистообразные – 3 вида, соколообразные – 9 видов, курообразные – 1 вид, ржанкообразные – 2 вида, голубеобразные – 2 вида, кукушкообразные – 1 вид, совообразные – 3 вида, козодоеобразные – 1 вид, удообразные – 1 вид, дятлообразные – 6 видов и воробьинообразные – 44 вида.

Непосредственно в пойменных лесах Северского Донца гнездятся или предположительно гнездятся 72 вида птиц, а на Донецком Кряже – 54 вида.

Сведения о гнездящихся и предположительно гнездящихся видах птиц, как в прошлом, так и в последние годы представлены в табл. 1.

Таблица 1

Виды птиц, выявленные в пойменных лесах востока Украины

№ п/п	Вид	Волчанецкий и др. (1954)	Кондратенко, Литвиненко (2005)	Наши данные	
				СД	ДК
1	<i>Egretta garzetta</i> (Linnaeus, 1766)			ГН ¹	
2	<i>Ardea cinerea</i> Linnaeus, 1758	+		ГН	
3	<i>Nycticorax nycticorax</i> (Linnaeus, 1758)	+		ГН ¹	
4	<i>Pandion haliaeetus</i> (Linnaeus, 1758)	+			
5	<i>Pernis apivorus</i> (Linnaeus, 1758)	+		ПГН	
6	<i>Milvus migrans</i> (Boddaert, 1783)	+		ГН	ГН
7	<i>Accipiter gentilis</i> (Linnaeus, 1758)	+	О	ГН	ГН
8	<i>Accipiter nisus</i> (Linnaeus, 1758)	+	О	ГН	ПГН
9	<i>Accipiter brevipes</i> (Severtzov, 1850)		ГН*		
10	<i>Buteo buteo</i> (Linnaeus, 1758)	+	ГН	ГН	ГН
11	<i>Hieraetus pennatus</i> (Gmelin, 1788)	+		ГН	ПГН
12	<i>Haliaeetus albicilla</i> (Linnaeus, 1758)	+	О	ГН	
13	<i>Falco subbuteo</i> Linnaeus, 1758	+	ГН	ГН	
14	<i>Falco vespertinus</i> Linnaeus, 1766	+			
15	<i>Falco tinnunculus</i> Linnaeus, 1758	+	ГН	ГН	
16	<i>Falco naumanni</i> Fleischer, 1818	+			
17	<i>Phasianus colchicus</i> Linnaeus, 1758		О		ГН
18	<i>Tringa ochropus</i> Linnaeus, 1758			ГН	
19	<i>Gallinago gallinago</i> (Linnaeus, 1758)			ГН	
20	<i>Scolopax rusticola</i> Linnaeus, 1758	+			
21	<i>Columba oenas</i> Linnaeus, 1758	+			
22	<i>Columba palumbus</i> Linnaeus, 1758	+	ГН	ГН	ГН
23	<i>Streptopelia turtur</i> Linnaeus, 1758	+	ГН	ГН	ГН
24	<i>Cuculus canorus</i> Linnaeus, 1758	+	ГН	ГН	ГН
25	<i>Asio otus</i> (Linnaeus, 1758)	+	О	ГН	ПГН
26	<i>Otus scops</i> (Linnaeus, 1758)	+	ГН	ГН	ГН
27	<i>Strix aluco</i> Linnaeus, 1758	+	О	ГН	ГН
28	<i>Caprimulgus caprimulgus</i> Linnaeus, 1758	+	ГН	ГН	ГН
29	<i>Coracias garrulus</i> Linnaeus, 1758	+	ГН		
30	<i>Upupa epops</i> Linnaeus, 1758		ГН	ГН	ГН
31	<i>Apus apus</i> (Linnaeus, 1758)	+			
32	<i>Jynx torquilla</i> Linnaeus, 1758	+	ГН	ГН	ГН
33	<i>Picus canus</i> Gmelin, 1788	+	О	ГН	ГН
34	<i>Picus viridis</i> Linnaeus, 1758	+			
35	<i>Dendrocopos major</i> Linnaeus, 1758	+	О	ГН	ГН
36	<i>Dendrocopos syriacus</i> (Hemprich et Ehrenberg, 1833)		О*	ГН	ГН
37	<i>Dendrocopos medius</i> Linnaeus, 1758	+	О	ГН	ГН
38	<i>Dendrocopos minor</i> Linnaeus, 1758	+	О	ГН	ГН
39	<i>Lullula arborea</i> (Linnaeus, 1758)	+	ГН	ГН	
40	<i>Anthus trivialis</i> Linnaeus, 1758	+	ГН	ГН	ГН
41	<i>Motacilla alba</i> Linnaeus, 1758	+	ГН	ГН	ГН
42	<i>Lanius collurio</i> Linnaeus, 1758	+	ГН	ГН	ГН
43	<i>Lanius minor</i> Gmelin, 1788	+			
44	<i>Oriolus oriolus</i> Linnaeus, 1758	+	ГН	ГН	ГН
45	<i>Sturnus vulgaris</i> Linnaeus, 1758	+	ГН	ГН	ГН
46	<i>Garrulus glandarius</i> Linnaeus, 1758	+	О	ГН	ГН
47	<i>Pica pica</i> (Linnaeus, 1758)	+	О		
48	<i>Corvus monedula</i> Linnaeus, 1758	+	О*		
49	<i>Corvus frugilegus</i> Linnaeus, 1758		О		
50	<i>Corvus cornix</i> Linnaeus, 1758	+	О	ГН	ГН
51	<i>Corvus corax</i> Linnaeus, 1758		О	ПГН	ГН
52	<i>Hippolais icterina</i> (Vieillot, 1817)	+	?	ПГН	ПГН

№ п/п	Вид	Волчанецкий и др. (1954)	Кондратенко, Литвиненко (2005)	Наши данные	
				СД	ДК
53	<i>Sylvia nisoria</i> (Bechstein, 1795)	+	Гн		
54	<i>Sylvia atricapilla</i> Linnaeus, 1758	+	Гн	Гн	Гн
55	<i>Sylvia borin</i> Boddaert, 1783	+	Гн	Гн	Гн
56	<i>Sylvia communis</i> Latham, 1787	+	Гн	Гн	Гн
57	<i>Sylvia curruca</i> Linnaeus, 1758	+	Гн	Гн	Гн
58	<i>Phylloscopus trochilus</i> (Linnaeus, 1758)	+	Гн	ПГн	
59	<i>Phylloscopus collybita</i> (Vieillot, 1817)	+	Гн	Гн	Гн
60	<i>Phylloscopus sibilatrix</i> Bechstein, 1793	+	Гн	Гн	Гн
61	<i>Acrocephalus palustris</i> (Bechstein, 1798)	+	Гн		
62	<i>Acrocephalus dumetorum</i> Blyth, 1849	?,Гн**			
63	<i>Ficedula hypoleuca</i> (Pallas, 1764)		Гн	Гн	
64	<i>Ficedula albicollis</i> Temminck, 1815	+	Гн	Гн	Гн
65	<i>Ficedula parva</i> (Bechstein, 1794)	+	?	Гн	Гн
66	<i>Muscicapa striata</i> Pallas, 1764	+	Гн	Гн	Гн
67	<i>Phoenicurus phoenicurus</i> (Linnaeus, 1758)	+	Гн	Гн	
68	<i>Erithacus rubecula</i> Linnaeus, 1758	+	Гн	Гн	Гн
69	<i>Luscinia luscinia</i> Linnaeus, 1758	+	Гн	Гн	Гн
70	<i>Luscinia svecica</i> (Linnaeus, 1758)	+	Гн	Гн	
71	<i>Turdus pilaris</i> Linnaeus, 1758	+	Пр	Гн	
72	<i>Turdus merula</i> Linnaeus, 1758	+	Гн	Гн	Гн
73	<i>Turdus philomelos</i> C. L. Brehm, 1831	+	Гн	Гн	Гн
74	<i>Aegithalos caudatus</i> (Linnaeus, 1758)		Пр		
75	<i>Remiz pendulinus</i> (Linnaeus, 1758)	+	Гн	Гн	
76	<i>Parus palustris</i> Linnaeus, 1758	+	О	Гн	
77	<i>Parus ater</i> Linnaeus, 1758		Зим	Гн	
78	<i>Parus caeruleus</i> Linnaeus, 1758	+	О	Гн	Гн
79	<i>Parus major</i> Linnaeus, 1758	+	О	Гн	Гн
80	<i>Sitta europaea</i> Linnaeus, 1758	+	О	Гн	Гн
81	<i>Certhia familiaris</i> Linnaeus, 1758	+	О	Гн	Гн
82	<i>Passer domesticus</i> (Linnaeus, 1758)	+	О*		
83	<i>Passer montanus</i> (Linnaeus, 1758)	+	О	Гн	Гн
84	<i>Fringilla coelebs</i> Linnaeus, 1758	+	Гн	Гн	Гн
85	<i>Chloris chloris</i> Linnaeus, 1758	+	Гн	Гн	Гн
86	<i>Carduelis carduelis</i> Linnaeus, 1758	+	О	Гн	Гн
87	<i>Acanthis cannabina</i> (Linnaeus, 1758)	+	О	Гн	Гн
88	<i>Carpodacus erythrinus</i> (Pallas, 1770)	+	Гн	Гн	
89	<i>Coccothraustes coccothraustes</i> Linnaeus, 1758	+	О	Гн	Гн
90	<i>Emberiza calandra</i> Linnaeus, 1758	+			
91	<i>Emberiza citrinella</i> Linnaeus, 1758	+	О	Гн	Гн
92	<i>Emberiza hortulana</i> Linnaeus, 1758	+	Гн	Гн	Гн
Всего		80	73	72	54

Примечание. СД – пойменные леса вдоль Северского Донца, ДК – пойменные леса на Донцеком Кряже; «+» – вид отмечался, Гн – вид гнездится, ПГн – вид предположительно гнездится, ? – характер пребывания вида не выяснен, Гн¹ – вид отмечен на гнездовании в Луганской области, Гн* – вид отмечен на гнездовании в Луганской и Харьковской областях [2], Гн** – вид отмечен на гнездовании в Харьковской области [10], О* – вид отмечается преимущественно в населенных пунктах.

Комментируя представленную выше таблицу, следует указать, что видовой состав птиц, выявленных в 1952 г., мы взяли без изменений, а приводимый для заповедника «Придонцовская пойма» и его окрестностей – был несколько отредактирован. Мы не учитывали птиц, характерных для других типов биотопов, таких как: большая (*Botaurus stellaris* (Linnaeus, 1758)) и малая (*Ixobrychus minutus* (Linnaeus, 1766)) выпи, кряква (*Anas platyrhynchos* Linnaeus, 1758), чирок-трескунок (*Anas querquedula* Linnaeus, 1758), красноголовый нырок (*Aythya ferina* (Linnaeus, 1758)), болотный лушь (*Circus aeruginosus*

(Linnaeus, 1758)), серая куропатка (*Perdix perdix* (Linnaeus, 1758)), перепел (*Coturnix coturnix* (Linnaeus, 1758)), коростель (*Crex crex* (Linnaeus, 1758)), погоньш (*Porzana porzana* (Linnaeus, 1766)), пастушок (*Rallus aquaticus* Linnaeus, 1758), камышница (*Gallinula chloropus* (Linnaeus, 1758)), лысуха (*Fulica atra* Linnaeus, 1758), малый зуек (*Charadrius dubius* Scopoli, 1786), сизый голубь (*Columba livia* Gmelin, 1789), кольчатая горлица (*Streptopelia decaocto* (Frisvaldszky, 1838)), домовый сыч (*Athene noctua* (Scopoli, 1769)), зимородок (*Alcedo atthis* (Linnaeus, 1758)), береговушка (*Riparia riparia* (Linnaeus, 1758)), деревенская ласточка (*Hirundo rustica* Linnaeus, 1758), полевой жаворонок (*Alauda arvensis* Linnaeus, 1758), соловьиный сверчок (*Locustella luscinioides* (Savi, 1824)), камышовка-барсучок (*Acrocephalus schoenobaenus* (Linnaeus, 1758)), дроздовидная камышовка (*Acrocephalus arundinaceus* (Linnaeus, 1758)), обыкновенная каменка (*Oenanthe oenanthe* (Linnaeus, 1758)) и горихвостка-чернушка (*Phoenicurus ochruros* (S. G. Gmelin, 1774)), а такие виды, как сизоворонка, сорока, галка, грач, ястребиная славка, болотная камышовка и домовый воробей введены в табл. 1, так как их упоминает А. Б. Волчанецкий.

Из птиц, выявленных в середине XX века, в период наших исследований, непосредственно в Донецкой области, в качестве гнездящихся или предположительно гнездящихся не отмечены ряд видов. Часть из них, такие как кваква, скопа, кобчик, клинтух, отмечались в качестве летующих, пролетных или залетных, а такие, как вальдшнеп, сизоворонка, черный стриж, чернолобый сорокопуд, сорока, галка, грач, ястребиная славка, болотная камышовка, домовый воробей и просянка отмечались на гнездовании в примыкающих биотопах и поэтому не внесены в список. Степная пустельга, зеленый дятел и садовая камышовка нами вообще не отмечались. В тоже время упоминание малой белой цапли и кваквы в качестве гнездящихся относится к Луганской области, где эти оба вида совместно с серой цаплей образуют поливидовую колонию.

В целом же видовой состав лесных видов достаточно обычен для региона и мало отличается от байрачных и старых искусственных лесов, но численность отдельных видов здесь несколько выше, другие же гнездятся только здесь или преимущественно здесь, поэтому ниже мы остановимся более подробно именно на таких видах птиц.

Серая цапля. Одни из наиболее старых и крупных колоний этого вида находятся именно в пойменных лесах, точнее в ольшаниках. В пределах Донецкой области известно две такие колонии, одна из которых в последние годы, по неизвестным причинам, перестала существовать.

Осоед является довольно редким гнездящимся видом в Донецкой области, но в последние годы его численность начала понемногу увеличиваться и отдельные пары стали гнездиться в разных частях региона. К сожалению, нам не удалось обнаружить гнезд этого хищника, но регулярные встречи в течение всего гнездового периода в определенных местах дали повод охарактеризовать этот вид как предположительно гнездящийся.

Черный коршун. В пойменных лесах Северского Донца наибольшая численность этого вида в области. Здесь гнездящиеся пары встречается в среднем на 3-4 км береговой линии, и в общем его численность составляет около 30 пар. На Донецком кряже черный коршун в пойменных лесах более редок. Вероятно, это связано с меньшей доступностью кормовых ресурсов, здесь реки более узкие и почти не имеют открытой глади, находясь под пологом леса, а другие типы водоема попадаются реже.

Орлан-белохвост в Донецкой области гнездится в нескольких местах [3], в том числе и в долине р. Северский Донец. Здесь часть из известных гнезд располагается на границе пойменного леса, ольшаника и сосновых насаждений. На Донецком Кряже он не гнездится и встречается только в качестве залетного вида.

Черныш. Пойменные леса Северского Донца одно из мест, где этот вид достоверно гнездится. В других частях области он, как правило, выступает в других статусах.

Бекас в регионе гнездится преимущественно на пойменных лугах и в наш список попал благодаря встречам птиц в ольшаниках в гнездовой период. И хотя нами гнезд не было

обнаружено, но постоянные встречи токующих птиц позволили внести их в список предположительно гнездящихся на этой территории.

Сплюшка оказалась довольно обычна на Донецком Кряже, где токующие самцы отмечались практически во всех местах ночевок, а вот на Северском Донце этот вид был выявлен только в окрестностях г. Святогорска, хотя ночевок в этой части региона было значительно больше.

Серая неясыть, как и ряд других видов, в пойменных лесах Северского Донца имеет наибольшую численность. На Донецком Кряже этот вид более редок, но также гнездится.

Сирийский дятел в последние годы освоил многие типы лесов, но пойменные леса, по всей видимости, были первыми, откуда он начал освоение природных биотопов.

Обыкновенная горихвостка гнездится чаще всего в лиственных колках среди сосновых насаждений или в местах массового использования искусственных гнездовий, а в пойменные леса заходит по границе последних с сосновыми посадками.

Малая мухоловка. В пойменных лесах плотность малой мухоловки одна из наиболее высоких. Кроме того, здесь она встречается достаточно регулярно, в отличие от других типов леса.

Мухоловка-пеструшка. В настоящее время пеструшка – довольно редкий гнездящийся вид региона, и отмечается она только в лесах долины р. Северский Донец, причем пойменные дубравы – один из немногих типов леса, где она периодически гнездится. В других частях области её можно встретить только на пролете и то достаточно редко.

Московка в Донецкой области встречается преимущественно в сосновых насаждениях на севере области, но ее гнездование было выявлено и на берегу одного из пойменных озер, в полуразрушенном стволе ольхи черной, а сами птицы встречались во время проведения учетов.

Черноголовая гаичка в регионе распространена почти исключительно в лесах долины р. Северский Донец, и здесь её плотность сравнительно высока, в том числе и в пойменных лесах.

Длиннохвостая синица чаще всего отмечается в пойме р. Северский Донец. На Донецком Кряже её гнездование пока не подтверждено.

Поползень тоже наиболее обычен на севере области, на Донецком Кряже этот вид более редок, но его численность, гнездовой ареал постепенно увеличиваются, в первую очередь за счет пойменных лесов.

Обыкновенная чечевица отмечалась только в пойме р. Северский Донец, и здесь её численность оказалась довольно высока и относительно стабильна. Хотя следует признать, что данный вид чаще встречается на пойменных лугах.

В ходе проведения исследований одним из основных направлений было изучение структуры населения птиц пойменных лесов посредством проведения количественных учетов. В учеты, проводимые в пойменных дубравах Северского Донца (табл. 2), попали 47 видов птиц, а их общая плотность составила 985,1 пар/км², в пойменных дубравах Донецкого Кряжа (см. табл. 2) 41 вид и соответственно плотность здесь 1265,2 пар/км², а в ольшаниках (табл. 3) учтено только 30 видов, а их общая плотность составила 793 пар/км².

В обеих дубравах доминирует зяблик, хотя его плотность значительно выше на Донецком Кряже и здесь же, в этой категории, оказался обыкновенный скворец, который на Северском Донце входит в группу многочисленных видов, и его плотность, как и доленое участие в сообществе, почти в четыре раза меньше.

Структура населения гнездящихся птиц пойменных дубрав

№ п/п	Вид	Средняя плотность, пар/км ²	Доля участия (%)	№ п/п	Вид	Средняя плотность, пар/км ²	Доля участия (%)
Северский Донец				Донецкий край			
Очень многочисленные							
1	<i>Fringilla coelebs</i>	192,8	19,57	1	<i>Fringilla coelebs</i>	361,8	28,6
				2	<i>Sturnus vulgaris</i>	102,2	8,08
Многочисленные							
2	<i>Parus major</i>	89,3	9,06	3	<i>Ficedula albicollis</i>	97,6	7,71
3	<i>Phylloscopus collybita</i>	85,4	8,67	4	<i>Turdus merula</i>	81,2	6,42
4	<i>Ficedula albicollis</i>	75,1	7,62	5	<i>Parus major</i>	80,2	6,34
5	<i>Emberiza citrinella</i>	52,5	5,33	6	<i>Luscinia luscinia</i>	76,7	6,06
6	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	44,4	4,51	7	<i>Turdus philomelos</i>	68,8	5,44
7	<i>Turdus philomelos</i>	41,3	4,19	8	<i>Erithacus rubecula</i>	67,4	5,33
8	<i>Luscinia luscinia</i>	35,8	3,63	9	<i>Chloris chloris</i>	31,5	2,49
9	<i>Erithacus rubecula</i>	34,7	3,52	10	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	30,1	2,38
10	<i>Turdus merula</i>	29,2	2,96	11	<i>Emberiza citrinella</i>	30,1	2,38
11	<i>Sylvia atricapilla</i>	28	2,84	12	<i>Oriolus oriolus</i>	29,8	2,36
12	<i>Sturnus vulgaris</i>	27,2	2,76	13	<i>Sylvia atricapilla</i>	29	2,29
13	<i>Sitta europaea</i>	26,5	2,7	14	<i>Motacilla alba</i>	28,3	2,24
14	<i>Parus caeruleus</i>	22,8	2,31	15	<i>Parus caeruleus</i>	23,5	1,86
15	<i>Chloris chloris</i>	22,3	2,26	16	<i>Jynx torquilla</i>	20,2	1,6
16	<i>Passer montanus</i>	21,5	2,18	17	<i>Anthus trivialis</i>	15	1,19
17	<i>Dendrocopos major</i>	20	2,03	18	<i>Phylloscopus collybita</i>	14,1	1,12
18	<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	16,9	1,72	19	<i>Carduelis carduelis</i>	12,5	0,99
19	<i>Jynx torquilla</i>	16,1	1,63	20	<i>Muscicapa striata</i>	9,7	0,77
20	<i>Carduelis carduelis</i>	15	1,52				
21	<i>Parus palustris</i>	10	1,02				
Обычные							
22	<i>Lanius collurio</i>	8,2	0,83	21	<i>Sitta europaea</i>	7,9	0,62
23	<i>Sylvia borin</i>	8,1	0,82	22	<i>Sylvia borin</i>	7,2	0,57
24	<i>Dendrocopos minor</i>	6,2	0,63	23	<i>Dendrocopos major</i>	6,1	0,48
Малочисленные							
25	<i>Motacilla alba</i>	5,5	0,56	24	<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	4,2	0,33
26	<i>Oriolus oriolus</i>	5,5	0,56	25	<i>Hippolais icterina</i>	4	0,32
27	<i>Dendrocopos medius</i>	5,2	0,53	26	<i>Certhia familiaris</i>	3,9	0,31
28	<i>Anthus trivialis</i>	4,7	0,48	27	<i>Passer montanus</i>	3,6	0,29
29	<i>Muscicapa striata</i>	4,3	0,44	28	<i>Sylvia curruca</i>	2,7	0,21
30	<i>Sylvia curruca</i>	4,2	0,43	29	<i>Dendrocopos minor</i>	2,1	0,17
31	<i>Garrulus glandarius</i>	3,3	0,34	30	<i>Streptopelia turtur</i>	2,1	0,17
32	<i>Phylloscopus trochilus</i>	3,1	0,32	31	<i>Garrulus glandarius</i>	1,8	0,14
33	<i>Streptopelia turtur</i>	2,5	0,25	32	<i>Ficedula parva</i>	1,6	0,13
34	<i>Certhia familiaris</i>	2,4	0,24	33	<i>Acanthis cannabina</i>	1,3	0,1
35	<i>Picus canus</i>	2,3	0,23	34	<i>Emberiza hortulana</i>	1,3	0,1
36	<i>Aegithalos caudatus</i>	2,2	0,22	35	<i>Cuculus canorus</i>	1,3	0,1
37	<i>Ficedula parva</i>	2,1	0,21	36	<i>Lanius collurio</i>	1,1	0,09
38	<i>Cuculus canorus</i>	2,1	0,21	37	<i>Picus canus</i>	1,1	0,09
39	<i>Luscinia svecica</i>	1,2	0,12				
40	<i>Dendrocopos syriacus</i>	1	0,1				
41	<i>Acanthis cannabina</i>	1	0,1				
Редкие							
42	<i>Carpodacus erythrinus</i>	0,6	0,06	38	<i>Columba palumbus</i>	0,7	0,06
43	<i>Sylvia communis</i>	0,6	0,06	39	<i>Dendrocopos medius</i>	0,6	0,05
44	<i>Ficedula hypoleuca</i>	0,5	0,05	40	<i>Corvus cornix</i>	0,6	0,05
45	<i>Corvus cornix</i>	0,4	0,04	41	<i>Upupa epops</i>	0,3	0,02
46	<i>Tringa ochropus</i>	0,3	0,03				
47	<i>Columba palumbus</i>	0,2	0,02				
Итого		985,1	100	Итого		1265,2	100

В группу многочисленных видов (от 10 до 100 пар/км²) в пойменных дубравах Северского Донца в порядке уменьшения показателя плотности вошли большая синица, пеночка-теньковка, мухоловка-белошейка, обыкновенная овсянка, обыкновенный дубонос, певчий дрозд, обыкновенный соловей, зарянка, черный дрозд, черноголовая славка, обыкновенный скворец, обыкновенный поползень, обыкновенная лазоревка, обыкновенная зеленушка, полевой воробей, пестрый дятел, пеночка-трещетка, вертишейка, черноголовый щегол и черноголовая гаичка.

В пойменных дубравах Донецкого Кряжа в эту группу входят мухоловка-белошейка, черный дрозд, большая синица, обыкновенный соловей, певчий дрозд, зарянка, обыкновенная зеленушка, обыкновенный дубонос, обыкновенная овсянка, обыкновенная иволга, черноголовая славка, белая трясогузка, обыкновенная лазоревка, вертишейка, лесной конек, пеночка-теньковка, черноголовый щегол и серая мухоловка. Долевое участие в сообществе обеих этих групп составляет 92,03% в пойменных дубравах Северского Донца и 95,65% в пойменных дубравах Донецкого Кряжа.

Наиболее малочисленной группой оказались обычные виды (от 6 до 9 пар/км²), которые составляют 2,28% в пойменной дубраве на Северском Донце и 1,67% на Донецком Кряже. В эти группы вошли в первом случае обыкновенный жулан, садовая славка и малый дятел, а во втором – обыкновенный поползень, садовая славка и пестрый дятел.

Достаточно большая группа малочисленных видов (от 1 до 5 пар/км²), куда вошли, соответственно, в первом случае белая трясогузка, обыкновенная иволга, средний дятел, лесной конек, серая мухоловка, славка-завирушка, сойка, пеночка-весничка, обыкновенная горлица, обыкновенная пищуха, седой дятел, длиннохвостая синица, малая мухоловка, обыкновенная кукушка, варакушка, сирийский дятел и коноплянка, а во втором – пеночка-трещетка, зеленая пересмешка, обыкновенная пищуха, полевой воробей, славка-завирушка, малый дятел, обыкновенная горлица, сойка, малая мухоловка, коноплянка, садовая овсянка, обыкновенная кукушка, обыкновенный жулан и седой дятел.

Редкими (от 0,1 до 0,9 пар/км²) в этих лесах на Северском Донце являются обыкновенная чечевица, серая славка, мухоловка-пеструшка, серая ворона, черныш и вяхирь, а на Донецком Кряже – вяхирь, средний дятел, серая ворона и удог.

Отдельно следует остановиться на структуре орнитонаселения ольшаников, данные по которым приведены ниже (табл. 3). Этот тип леса, как уже оговаривалось ранее, представлен только вдоль Северского Донца, но уступает по своей площади пойменным дубравам и является своеобразной границей между сосновыми насаждениями и непосредственно самой дубравой.

Здесь, как и в других типах лесов, доминирует зяблик, но на второе место, уже в категории очень многочисленных видов, выходит пеночка-теньковка, что объясняется сильным увлажнением этих лесов. По этой же причине в ольшанике встречается бекас. Попадание чечевицы в группу многочисленных видов объясняется тем, что ольшаники граничат с сосновыми лесами, и именно в этой полосе данный вид оказался с высокой плотностью. Обращает на себя внимание низкий качественный состав дуплогнездников и наземногнездящихся видов. Последние не потеряли свои позиции за счет лесного конька, который, за счет примыкания соседних сосновых насаждений, имеет такую высокую численность.

В целом можно сказать, что общая плотность населения птиц ольшаников сопоставима с таковой пойменных дубрав этой части региона, а пойменных дубрав Донецкого Кряжа ближе к байрачным лесам [11], что в принципе логично, так как они не изолированы и очень часто являются естественным продолжением друг друга.

Структура населення гніздящихся птахів ольшаника

№	Вид	Ср. щільність населення, пар/км ²	Доля участя (%)
Очень многочисленные			
1	<i>Fringilla coelebs</i>	110,2	13,9
2	<i>Phylloscopus collybita</i>	103,7	13,08
Многочисленные			
3	<i>Parus major</i>	75,7	9,55
4	<i>Sylvia atricapilla</i>	71,5	9,02
5	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	57,2	7,21
6	<i>Turdus philomelos</i>	35,8	4,51
7	<i>Erithacus rubecula</i>	35	4,41
8	<i>Luscinia luscinia</i>	30,5	3,85
9	<i>Ficedula albicollis</i>	28,5	3,59
10	<i>Carpodacus erythrinus</i>	26,7	3,37
11	<i>Turdus merula</i>	26,5	3,34
12	<i>Muscicapa striata</i>	25	3,15
13	<i>Sitta europaea</i>	24,3	3,06
14	<i>Parus caeruleus</i>	16,7	2,11
15	<i>Dendrocopos major</i>	16,5	2,08
16	<i>Ficedula parva</i>	13	1,64
17	<i>Hippolais icterina</i>	13	1,64
18	<i>Lanius collurio</i>	13	1,64
19	<i>Motacilla alba</i>	13	1,64
20	<i>Anthus trivialis</i>	13	1,64
Обычные			
21	<i>Carduelis carduelis</i>	11,7	1,48
22	<i>Parus palustris</i>	11	1,39
23	<i>Chloris chloris</i>	6,2	0,78
Малочисленные			
24	<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	5	0,63
25	<i>Parus ater</i>	4,5	0,57
26	<i>Galinago galinago</i>	2,8	0,35
27	<i>Jynx torquilla</i>	1,2	0,15
28	<i>Cuculus canorus</i>	1,2	0,15
Редкие			
29	<i>Columba palumbus</i>	0,5	0,06
30	<i>Garrulus glandarius</i>	0,1	0,01
Итого		793	100

Выводы

Пойменные леса на севере региона являются одними из наиболее богатых в видовом отношении. Для сравнения в байрачных лесах Донецкого Кряжа гнездится 63 вида птиц, а в старых искусственных, таких как Великоанадольский лес, – 64-65 видов.

Именно благодаря пойменным лесам, или точнее комплексу пойменных биотопов, ядром которых выступают леса, в регион проникает ряд видов, распространение которых в области ограничивается именно долиной р. Северский Донец. Пойменные леса Донецкого Кряжа достаточно схожи с байрачными лесами как в качественном, так и в количественном отношении. Определенное фаунистическое обеднение пойменных лесов Донецкого кряжа связано в первую очередь с антропогенным воздействием, здесь этот тип леса занимает гораздо меньшие площади и, что немаловажно, тянется более узкими, часто прерывающимися полосами, в отличие от севера области. Хотя в последние годы многие виды начали увеличивать свою численность, что, вероятно, связано как с общим трендом, так и с вхождением больших территорий в природно-заповедный фонд с соответствующей охраной.

Список литературы

1. Атемасов А. А. Структура населения птиц пойменных лесов среднего течения р. Северский Донец / А. А. Атемасов // Птицы бассейна Северского Донца: матер. науч. конф. «Изучение и охрана птиц бассейна Северского Донца». – Харьков, 2005. – Вып. 9 – С. 10–12.
2. Белик В. П. Европейский тювик на территории СНГ. Сообщение 1. Распространение и численность / В. П. Белик, В. В. Ветров // Бранта: сб. науч. тр. Азово-Черноморской орнитол. станции. – Мелитополь: Бранта, 1998. – Вып. 1. – С. 24–36.
3. Власенко В. Н. Гнездование орлана-белохвоста и могильника в Александровском районе Донецкой области / В. Н. Власенко, Д. В. Пилипенко, А. С. Резник // Хищные птицы в динамической среде третьего тысячелетия: состояние и перспективы: тр. VI междунар. конф. по соколообразным и совам Северной Евразии (г. Кривой Рог, 27–30 сентября 2012 г.). – Кривой Рог: Изд-во ФЛ-П Чернявский Д. А., 2012. – С. 423–428.
4. Вергелес Ю. И. Факторы пространственной неоднородности населения птиц лесных макробиотопов в среднем течении Северского Донца / Ю. И. Вергелес // Птицы бассейна Северского Донца: матер. науч. конф. «Изучение и охрана птиц бассейна Северского Донца» (г. Донецк, 26–28 января 1993 г.). – Донецк: ДонГУ, 1993. – С. 66–68.
5. Ветров В. В. Состав и распределение хищных птиц бассейна Северского Донца / В. В. Ветров // Птицы бассейна Северского Донца: матер. науч. конф. «Изучение и охрана птиц бассейна Северского Донца» (г. Донецк, 26–28 января 1993 г.). – Донецк: ДонГУ, 1993. – С. 33–38.
6. Волчанецкий И. Б. К орнитофауне лесов бассейна Северского Донца / И. Б. Волчанецкий, А. С. Лисецкий, Н. И. Капралова // Уч. зап. Харьк. ун-та, 1954. – Т. 52. – Тр. НИИ биол. и биол. ф-та. – Т. 20. – С. 33–45.
7. Дьяков В. А. Дополнения к списку орнитофауны национального природного парка «Святые Горы» и редкие виды птиц, обитающие на его территории / В. А. Дьяков // Птицы бассейна Северского Донца: матер. 6 и 7 науч. конф. «Изучение и охрана птиц бассейна Северского Донца». – Донецк, 2000. – Вып. 6–7. – С. 28–30.
8. Дьяков В. А. Орнитологические наблюдения в окрестностях г. Святогорска / В. А. Дьяков, Д. В. Пилипенко // Птицы бассейна Северского Донца: матер. 13-14 совещ. Рабочей Группы «Изучение и охрана птиц бассейна Северского Донца». – Харьков, 2007. – Вып. 10. – С. 44–51.
9. Кондратенко А. Н. Современное состояние орнитофауны заповедника «Придонцовская пойма» и его окрестностей / А. Н. Кондратенко, С. П. Литвиненко // Птицы бассейна Северского Донца: матер. науч. конф. «Изучение и охрана птиц бассейна Северского Донца». – Харьков, 2005. – Вып. 9. – С. 19–29.
10. Надточий А. С. Садовая камышовка на Северо-Востоке Украины / А. С. Надточий // Бранта: сб. науч. тр. Азово-Черноморской орнитол. станции. – Мелитополь: Бранта – Симферополь: Сонат, 1999. – Вып. 2. – С. 193–195.
11. Пилипенко Д. В. Гнездщиеся птицы байрачных лесов Донецкой области / Д. В. Пилипенко // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2011. – № 1 (11). – С. 163–171.
12. Пилипенко Д. В. Новые данные о москвке в Донецкой области / Д. В. Пилипенко, В. Н. Власенко, В. А. Дьяков // Птицы бассейна Северского Донца: матер. 13-14 совещ. Рабочей Группы «Изучение и охрана птиц бассейна Северского Донца». – Харьков, 2007. – Вып. 10. – С. 147.
13. Природа Украинской ССР. Ландшафты физико-географическое районирование / Маринич А. М., Пащенко В. М., Шищенко П. Г. – К.: Наук. думка, 1985. – 224 с.
14. Равкин Ю. С. К методике учета птиц в лесных ландшафтах / Ю. С. Равкин // Природа очагов клещевого энцефалита на Алтае (Северо-Восточная часть). – Новосибирск: Наука, 1967. – С. 66–75.

15. Рудинский О. М. До фауни хижих птахів середньої течії р. Північного Дінця / О. М. Рудинский, Л. С. Горленко // Зб. праць зоол. музею. Ін-т зоології та біології АН УРСР. – 1937. – Вип. 20. – С. 141–155.

16. Тараненко Л. И. К характеристике орнитофауны национального природного парка «Святые Горы» / Л. И. Тараненко // Птицы бассейна Северского Донца: матер. науч. конф. «Изучение и охрана птиц бассейна Северского Донца». – Харьков, 1998. – С. 3–12.

17. Тараненко Л. И. Серый журавль в Донецкой области / Л. И. Тараненко, А. Г. Прасол // Птицы бассейна Северского Донца: матер. 4 и 5 науч. конф. «Изучение и охрана птиц бассейна Северского Донца» (г. Донецк, 26–28 января 1993 г.). – Донецк: ДонГУ, 1993. – Вип. 4–5. – С. 30–32.

18. Hayne D. W. An examination of the strip census methods for estimating animal population / D. W. Hayne // J. Wildlife Management. – 1949. – 13 (2). – P. 145–157.

Пилипенко Д. В. Птахи, що гніздяться в заплавних лісах Донецької області. – Заплавні ліси на півночі регіону є одними з найбагатших у видовому відношенні. Для порівняння в байрачних лісах Донецького Кряжу гніздяться 63 види птахів, а у старих штучних, таких як Великоанадольський ліс, – 64-65 видів. Саме завдяки заплавним лісам, або точніше комплексу заплавних біотопів, ядром яких виступають ліси, до регіону проникає ряд видів, а розповсюдження деяких з них обмежується саме долиною р. Сіверський Донець. Під час наших досліджень було виявлено 73 види птахів, які гніздяться або припустимо гніздяться в даному типі лісу, з них 72 – у заплавних лісах Сіверського Донця та 54 – у заплавних лісах Донецького Кряжу.

Ключові слова: птахи, заплавні ліси, Сіверський Донець, Донецький кряж.

Pilipenko D. V. Breeding birds of floodplain forests of the Donetsk region. – Floodplain forests in the north of region are one of most rich in a specific relation. For comparison 63 species of bird's nest in the forests of bayracs of the Donetskij Kryaj, and in old artificial forests, such as Velikoanadolskiy forest, 64-65 species are nest. Exactly due to the floodplain forests, or more precisely to the complex of floodplain biotopes the forests come forward the kernel of that, the row of species gets to the region, and distribution of some of them is limited exactly in the valley of the Severskiy Donets. During our researches 73 species of birds that nests or probably nests in this type of forest were educed, 72 of them – in the floodplain forests of the Severskiy Donets River and 54 – in the floodplain forests of the Donetskij Kryaj.

Key words: birds, floodplain forests, the Severskiy Donets, the Donetskij Kryaj.

УДК 595.771

© М. В. Рева¹, З. В. Усова, Р. Д. Семушин², В. И. Гринь¹
**МОШКИ (DIPTERA, SIMULIIDAE) РОДА *ODAGMIA* ENDERLEIN, 1921
ЮГО-ВОСТОКА УКРАИНЫ**

¹Донецкий национальный университет; 83050, г. Донецк, ул. Щорса, 46

²Макеевская городская СЭС; 86106, г. Макеевка, ул. Транспортная, 1
e-mail:eco99@i.ua

Рева М. В., Усова З. В., Семушин Р. Д., Гринь В. И. Мошки (Diptera, Simuliidae) рода *Odagmia Enderlein, 1921* юго-востока Украины. – Приведено описание видов рода *Odagmia* End. в водоемах юго-востока Украины и даны обобщенные сведения по их биологии.

Ключевые слова: Diptera, Simuliidae, *Odagmia*, юго-восток Украины, систематика, биология.

Введение

подавляющее большинство мошек семейства Simuliidae является кровососами человека и домашних животных. Вид *O. ornata* (Mg.) зарегистрирован как один из наиболее злостных кровососущих видов [1, 2]. Кроме того, самки *O. ornata* (Mg.) и *O. caucasica* (Rubz.) являются специфическими переносчиками возбудителей онхоцеркоза крупного рогатого скота и гемоспоридиоза птиц [2]. Все кровососущие мошки также могут быть неспецифическими переносчиками возбудителей туляремии, чумы, сибирской язвы и других заболеваний. Однако в биоценозах проточных водоемов личинки мошек служат активными биофильтраторами воды и пищей для различных гидробионтов [2, 3].

Материал и методы исследования

Материалом для написания работы послужили сборы мошек рода *Odagmia* End. в водотоках юго-востока Украины за период с 1965 г. по настоящее время.

Сбор мошек, камеральную обработку материала, изучение биологии видов проводили по общепринятым методикам И. А. Рубцова [2], З. В. Усовой [3] с некоторыми изменениями. Систематика рода *Odagmia* End. дана по А. В. Янковскому [4].

Результаты исследований

В настоящее время на территории юго-востока Украины обнаружено 8 видов мошек рода *Odagmia* Enderlein, 1921: *O. ornata* (Meigen, 1818), *O. pratora* (Friederichs, 1921), *O. rotundata* Rubzov, 1956, *O. caucasica* (Roubzov, 1940), *O. baracornis* (Smart, 1944), *O. deserticola* (Rubzov, 1940), *O. intermedia* (Roubzov, 1956), *O. frigida* (Rubzov, 1940).

Ниже приводим описание преимагинальных фаз развития мошек рода *Odagmia* из водотоков юго-востока Украины.

Род *Odagmia* Enderlein, 1921

Enderlein, 1921:199; Deutsche Tierarztl. Wochenschr., 29:199; Baranov, 1926:164 (*Pseudodagmia*); Enderlein, 1930:97; Рубцов, 1940:368 [*Simulium* (*Odagmia*)]; Рубцов, 1951:792 [*Simulium* (*Odagmia*)]; Рубцов, 1956:632; 1962:451; Stone, 1988:163; *Discosphyria* Enderlein, 1922:72 (типовой вид *Discosphyria odagmiina* Enderlein, 1922, Германия, по первоначальному обозначению), Каплич, Сухомлин, Усова, 1992: 116; Янковский, 2002: 449; Сухомлин, Зінченко, 2007: 122.

Типовой вид *Odagmia ornate* Meigen, 1818 по первоначальному обозначению.

Личинка. Антенны немного длиннее стволиков премандибул. На базальном членике антенн, кроме обычной, имеются 2 дополнительные насечки. 1-й предвершинный зубец мандибул длиннее 2-го и 3-го; внутренние зубцы сильно выступают над предвершинными зубцами. Зубцы субментума мелкие. Вентральный вырез головной капсулы квадратный или арковидный, не достигает заднего края субментума примерно на 1/2 длины последнего.

Куколка. В дыхательном органе 6-8 нитей, нити обычно длинные, тонкие, как исключение могут быть вздуты, как пузыри. На 7-8-м тергитах туловища – ряды

треугольных шипиков. Каудальные шипы не выделены. Кокон простой, с кантиком, иногда с плетением или очень выдающимися вперед передне-боковыми краями.

Биология. Личинки и куколки развиваются в различных водоемах, от мелких ручейков до больших рек, хотя в основном встречаются в ручейках и небольших реках степи и лесостепи.

Распространение. В основном Палеарктика. Отдельные виды попадают в Неарктику и Индо-Малайскую область. Наибольшее разнообразие видов отмечается в Средиземноморье.

Дифференциальные отличия. Род *Odagmia* близок к родам *Tetisimulium* и *Gnus*. Отличается от них в фазе личинки менее глубоким вырезом головной капсулы и присутствием двух дополнительных насечек на базальном членике антенн.

***Odagmia ornata* (Mg.)** (рис. 1).

Meigen, 1818 Syst. Besch., 7:290 (*Simulia*); Schiner, 1864 Fauna Austr., 11:365 (*Simulium*); Lundstrom, 1911: 12-14 (*Melusinareptans*); Edwards, 1915: 28-29 (*Simulium*); Friederichs, 1919: 74-75 (*Simulium reptans*); Edwards, 1921: 223-226 (*Simulium*); Friederichs, 1922: 38-40 (*Simulium*); Petersen, 1924 Bidr. Danske Simul.: 266-267 (*Simulium*); Puri, 1925: 339-340 (*Simulium*); Рубцов, 1940: 380-387 [*Simulium (Odagmia)*]; Grenier, 1953: 115-117 (*Simulium*); Рубцов, 1956: 642 (*Odagmia ornate*); Усова, 1961: 150-155; Рубцов, Янковский, 1984: 127-128; 1988; Каплич, Сухомлин, Усова, 1992:120-124; Янковский, 2002: 19, 85, 458, 465, 471, 480; Сухомлин, Зінченко, 2007: 124-128; Янковский, 2002.

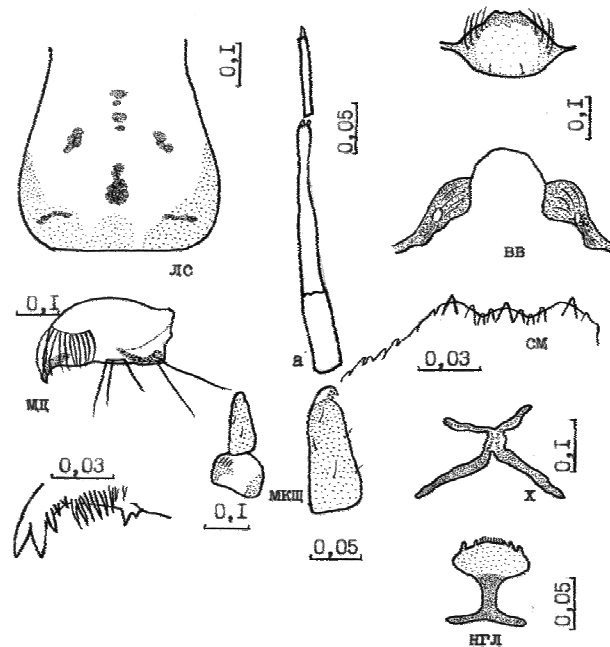


Рис. 1. *Odagmia ornata* (Meigen, 1818): а – антенна личинки; вв – вентральный вырез личинки; гк – гнатококсит; го – голень; гс – гоностиль; гт – гоностерн; гф – гонофурка; зм – зубцы мандибулы; лс – лобный склерит личинки; мд – мандибула; мк – максилла; мкщ – максиллярный щупик; нгл – надглоточник; п – парамеры; см – субментум; у – усик; щ – щупик.

Личинка. Длина тела – 6,9-7,5 мм. Окраска тела желтовато-серая со светлой головной капсулой.

Голова. Рисунок на лбу головной капсулы крестообразный, боковые пятна широко расставлены, задний и боковые края слегка затемнены. Антенна короткая (0,27 мм), 1-й членик в 2 раза короче 2-го. В большом веере 31-45 лучей. Мандибула прямоугольная (длина – 0,30 мм, ширина – 0,13 мм). Вершинный зубец широкий, но не длинный (0,014 мм); предвершинные зубцы редко расположены и постепенно уменьшаются от переднего к заднему; внутренних зубцов 7-8, очень длинные (0,02 мм) и тонкие; краевые зубцы соприкасаются, передний в 2 раза крупнее заднего. Максилла с крупным щупиком (длина – 0,12 мм, ширина – 0,04 мм). Субментум округлый (длина – 0,13 мм, ширина – 0,07 мм), несет

по бокам по 3-4 щетинки. Зубцы субментума сильно прикрыты чешуйками. Срединный зубец чуть выше уровня мелких боковых зубцов; промежуточные зубцы мелкие, широко расставлены, наружные чуть выше уровня среднего и внутреннего, последние расположены почти на одном уровне. Вентральный вырез маленький (длина – 0,12 мм, ширина – 0,16 мм), закруглен по верхнему краю.

Брюшко. Хитиновая рама с тонкими и длинными ветвями; верхние ветви (0,09 мм) короче нижних (0,17 мм), которые достигают 14-го ряда крючьев. В заднем прикрепительном органе 66-76 рядов крючьев по 11-15 крючков в каждом ряду.

Куколка. Длина тела – 3,3-3,6 мм. Дыхательных нитей 8 (2+2+2+2). Верхняя и нижняя нить образуют угол, близкий к 180°. На VII-VIII-м тергитах брюшка по одному ряду разновеликих шипов. Каудальные шипы хорошо развиты. Кокон простой.

Систематические замечания. Наши формы в основном совпадают с описанием, приведенным И. А. Рубцовым [2], и отличаются степенью вооруженности брюшка куколки шипиками, которая начинается с VII-го сегмента.

Биология. Вид массовый, эврибионтный. Высокая численность личинок и куколок отмечается в ручьях и малых реках при скорости течения 0,4-1 м/сек.

Субстратом для водных фаз служит водная и свисающая береговая растительность, в затененных ручьях – ветви, камни и листья опада.

В году развивается 3-4 генерации. Зимуют личинки, которые отрождаются в октябре при температуре воды +8-14°C, на глубине 20 см и более, располагаясь с нижней стороны субстрата. В зимний период (декабрь – март) их развитие протекает при температуре воды +0,5-5°C. К январю личинки достигают средних возрастов. В марте у некоторых появляются дыхательные нити. Окукливание происходит в конце марта и длится до начала мая при температуре воды +7-12°C.

В годы с ранней весной и жарким летом развивается 3 генерации, в годы с поздней весной – 2.

В период смены генераций в водотоках часто одновременно встречаются яйца, личинки всех возрастов и куколки. Кровосос.

Места обнаружения: встречается повсеместно.

Общее распространение. Европа, Западная и Восточная Сибирь, Казахстан.

Odagmia pratora (Friederichs, 1922) (рис. 2).

Friederichs, 1922: 31 (*Simulium ornatum*); Рубцов, 1940: 387 [*Simulium (Odagmia) ornatum* var.]; 1956: 647-650; Каплич, Сухомлин, Усова, 1992: 124-129; Янковский, 2002: 19, 450, 459, 471, 479; Сухомлин, Зінченко, 2007: 129-133.

Личинка. Длина тела – 6,8-7,8 мм. Окраска желтовато-серая, голова светлая.

Голова. Рисунок на лбу крестообразный, широкий, верхне-срединные пятна не столь явственные, как остальные, нижний край капсулы более затемнен. Антенна короткая (0,37 мм), 1-й членик в 1,5 раза короче 2-го и почти равен 3-му. Мандибула прямоугольная (длина – 0,38 мм, ширина – 0,17 мм). Вершинный зубец крупный, заостренный (0,03 мм), его ширина до переднего предвершинного зубца равна 0,021 мм; предвершинные зубцы не сближены, уменьшаются от переднего к заднему, внутренних зубцов – 11; краевые зубцы острые, передний крупный, задний мелкий, соприкасается с передним. Максилла с длинным (0,13 мм) и узким (0,04 мм) шупиком. Субментум трапециевидный, его длина (0,16 мм) в 2 раза больше ширины (0,08 мм). Срединный зубец крупный, но расположен ниже уровня боковых зубцов; промежуточные зубцы находятся ниже уровня боковых, из них наружный наиболее крупный, средний и внутренний зубцы почти на одном уровне. Вентральный вырез маленький, занимает меньше половины длины щечных склеритов, его наибольшая ширина (0,15 мм) больше высоты (0,13 мм).

Брюшко. Хитиновая рама с тонкими ветвями (0,15 мм), верхние ветви в 1,5 раза короче нижних. Нижние ветви ребристые, достигают 14-го ряда крючьев. В заднем прикрепительном органе 70-75 рядов крючьев по 12-16 крючков в каждом.

Куколка. Длина тела – 3,0-3,3 мм. Дыхательных нитей – 8, они попарно сидят на обособленных стебельках; стебелек нижней пары ветвей более длинный. Верхняя и нижняя нить образуют угол 135-140°. Кокон простой. На VI-VIII-м тергитах брюшка ряды разновеликих шпиков. Каудальные шипы маленькие.

Систематические замечания. От форм, описанных И. А. Рубцовым [2], наши особи отличаются более ярким рисунком на лобном склерите личинки.

Биология. Встречается редко. Развивается в небольших, до 300 м длиной, открытых ручьях. Их ширина 20-70 см, глубина 5-25 см. Вода чистая, дно илистое, вязкое. Субстратом для личинок служат листья и корни водных растений. Мы находили куколок весной в конце апреля и в мае при температуре воды + 9-16°C. Зимуют яйца. Отрождение личинок наблюдается в конце февраля – в марте при температуре воды +3-6°C.

Места обнаружения: водотоки Донецкого Кряжа, Приднепровской возвышенности, поймы р. Северский Донец и Донецкого Плато.

Общее распространение: европейская часть СНГ, Иркутская область, Германия.

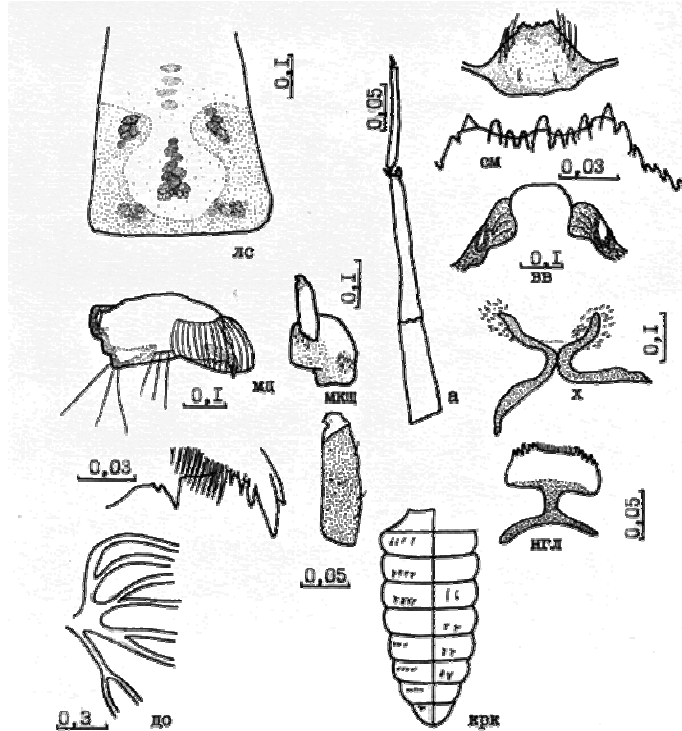


Рис. 2. *Odagmia pratora* (Friederichs, 1922) (условные обозначения – см. рис. 1).

***Odagmia rotundata* Rubzov, 1956 (рис. 3).**

Рубцов, 1956.

Личинка. Длина тела – около 6 мм.

Голова. Рисунок на лбу позитивный, хорошо заметный. Антенна 4-х члениковая, 2-й членик с двумя насечками. В большом веере 45-55 лучей. На конце мандибулы 7-8 тонких внутренних зубцов. Субментум с заметными зубцами, 2-й и 3-й зубцы одинаковы между собой, 4-й побольше и приблизительно равен 5-му. Вентральный вырез головной капсулы глубокий, сферической формы, его глубина превышает ширину.

Брюшко. Ректальные придатки простые. В задней присоске 74-78 рядов крючков по 12-14 крючков в каждом ряду. Нижние ряды имеют больше крючков, чем верхние.

Куколка. Длина тела – 2,5 мм. Дыхательные нити тонкие, темные, 4-я нить сверху толще и длиннее по сравнению с другими. Ветвление дихотомическое, в одной вертикальной плоскости. Стебелек верхней пары меньше трех последующих: его длина равна толщине; длина последних в 2-3 раза превышает их диаметр.

Систематические замечания. Сходен с *O. ornata*, но отличается более мелкими размерами и глубоким вырезом головной капсулы личинки.

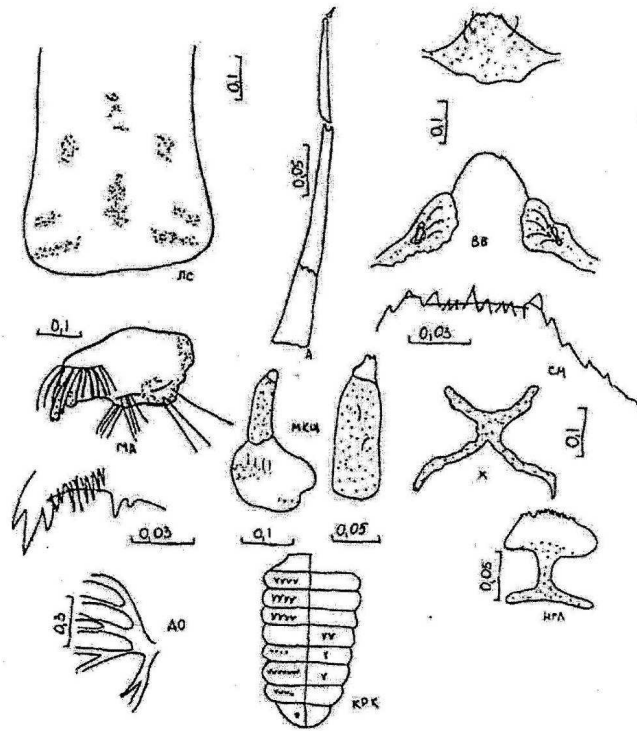


Рис. 3. *Odagmia rotundata* Rubzov, 1956 (условные обозначения – см. рис. 1).

Биология. Развивается на участках слияния рек и в ручейках открытых пространств. Окукливание и лет взрослых мошек наблюдается в августе.

Места обнаружения. Река Нитриус и небольшие ручейки открытых пространств.

Общее распространение. Европа.

***Odagmia caucasica* (Rubzov, 1940) (рис. 4).**

Рубцов, 1940: 387-388 [*Simulium (Odagmia) ornatum*, var. *causicum*], Рубцов, 1956: 651; Янковский, 2002: 18, 458, 465, 473, 479.

Личинка. Длина тела – 7-8 мм. Окраска тела темно-желтая или грязно-зеленоватая.

Голова. Рисунок на лбу головной капсулы крестообразный, очень бледный с более ярким нижним срединным пятном. Антенна короткая (0,29 мм), 1-й членик (0,07 мм) в 2 раза короче 2-го. В большом веере 48-52 луча. Мандибула прямоугольная (длина – 0,35 мм, ширина – 0,18 мм); вершинный зубец широкий (0,009 мм), крупный; из предвершинных зубцов наружный наиболее крупный, средний и внутренний примерно одинаковые, мелкие; внутренних зубцов – 9-10, они разновеликие; краевые зубцы соприкасаются, передний примерно в 4 раза крупнее заднего. Максилла с крупным щупиком (длина – 0,20 мм, ширина – 0,03 мм). В большом веере 48-52 щетинок. Субментум прямоугольный (длина – 0,18 мм, ширина – 0,24 мм), несет по бокам по 7 щетинок. Зубцы субментума сильно прикрыты чешуйками. Срединный зубец расположен на одном уровне с боковыми зубцами; промежуточные зубцы мелкие, наружные выше уровня среднего и внутреннего. Вентральный вырез не крупный (длина – 0,18 мм – равна ширине), закруглен по верхнему краю.

Брюшко. Хитиновая рама с тонкими и длинными ветвями; верхние ветви (0,15 мм) короче нижних (0,20 мм), которые достигают 10-го ряда крючьев. В заднем прикрепительном органе 80-82 ряда крючьев по 9-10 крючков в каждом ряду.

Куколка. Длина тела – 3,5-3,8 мм. Кокон простой. Дыхательных нитей 8 (2+2+2+2). Верхняя и нижняя нить образуют угол, близкий к 180°. На VII-VIII-м тергитах брюшка по одному неполному ряду разновеликих шипов. Каудальные шипы не крупные.

Систематические замечания. Наши формы сходны с описанными И. А. Рубцовым [2] особями *O. caucasica caucasica* (Rubz.) и отличаются количеством крючьев в каждом отдельном ряду заднего прикрепительного органа.

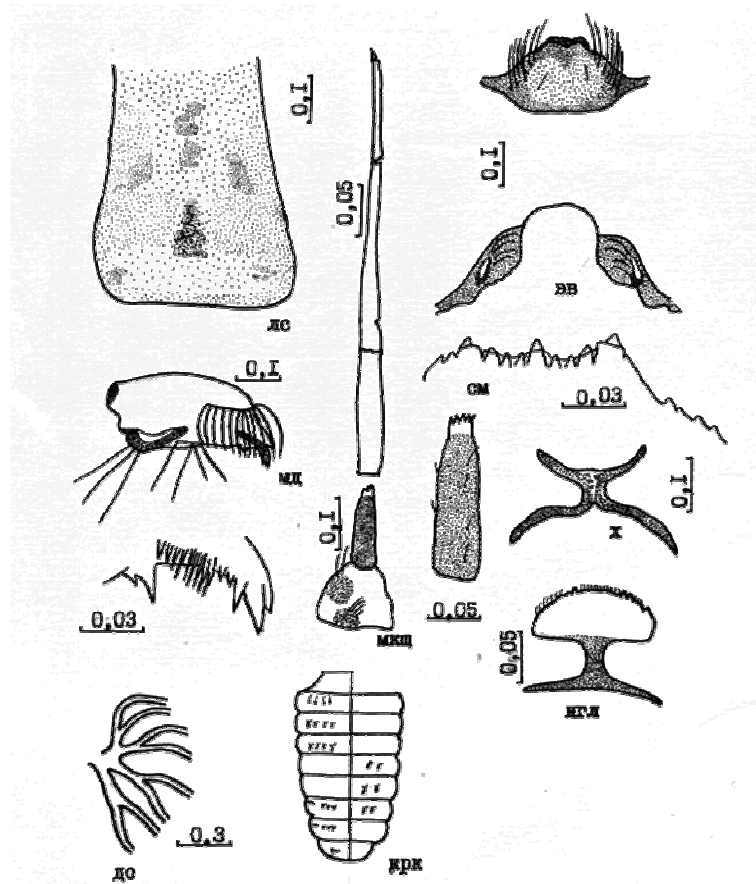


Рис. 4. *Odagmia caucasica* (Rubzov, 1940) (условные обозначения – см. рис. 1).

Биология. Вид ранневесенний, редко встречающийся. Развивается в чистых родниковых ручьях. Их ширина до 1,5 м, глубина 15-25 см, скорость течения воды 0,4-0,7 м/сек, дно песчаное. Личинки заселяют нижнюю поверхность узколистной водной растительности.

Нами отмечена 1 генерация. Зимуют личинки. Их развитие заканчивается в марте-начале апреля при температуре воды +2-5°C. Окукливание личинок наблюдается в апреле при температуре воды +7-12°C.

Места обнаружения: ручьи поймы р. Северский Донец.

Общее распространение. Северный Кавказ, Армения, Азербайджан, юг Украины.

***Odagmia baracornis* (Smart, 1944) (рис. 5).**

Smart, 1944: 133; Рубцов, 1940; Рубцов, 1956: 661; Рубцов, Янковский, 1984; Янковский, 2002: 18, 458, 466, 473, 479.

Личинка. Длина тела – 6,9-7,0 мм. Окраска тела желтовато-серая со светлой головой.

Голова. Рисунок на лбу головной капсулы едва просматривается, выделяются лишь срединные пятна. Антенна короткая (0,29 мм), 1-й членик (0,07 мм) в 2 раза короче 2-го. В большом веере 48-51 луч. Мандибула прямоугольная (длина – 0,31 мм, ширина – 0,20 мм); вершинный зубец клиновидный и широкий, крупный (0,009 мм); из предвершинных зубцов наружный наиболее крупный, средний и внутренний примерно одинаковые, их вершины постепенно уменьшаются от переднего к заднему; внутренних зубцов 10-13, они разновеликие; краевые зубцы соприкасаются, передний примерно в 4 раза крупнее заднего. Максилла с крупным щупиком (длина – 0,14 мм, ширина – 0,05 мм). Субментум прямоугольный (длина – 0,20 мм, ширина – 0,30 мм), несет по бокам по 4-5 щетинок. Зубцы субментума сильно прикрыты чешуйками. Срединный зубец крупнее мелких боковых зубцов; промежуточные зубцы мелкие, широко расставлены, наружные чуть выше уровня среднего и внутреннего. Вентральный вырез некрупный (длина – 0,18 мм, ширина – 0,15 мм), закруглен по верхнему краю.

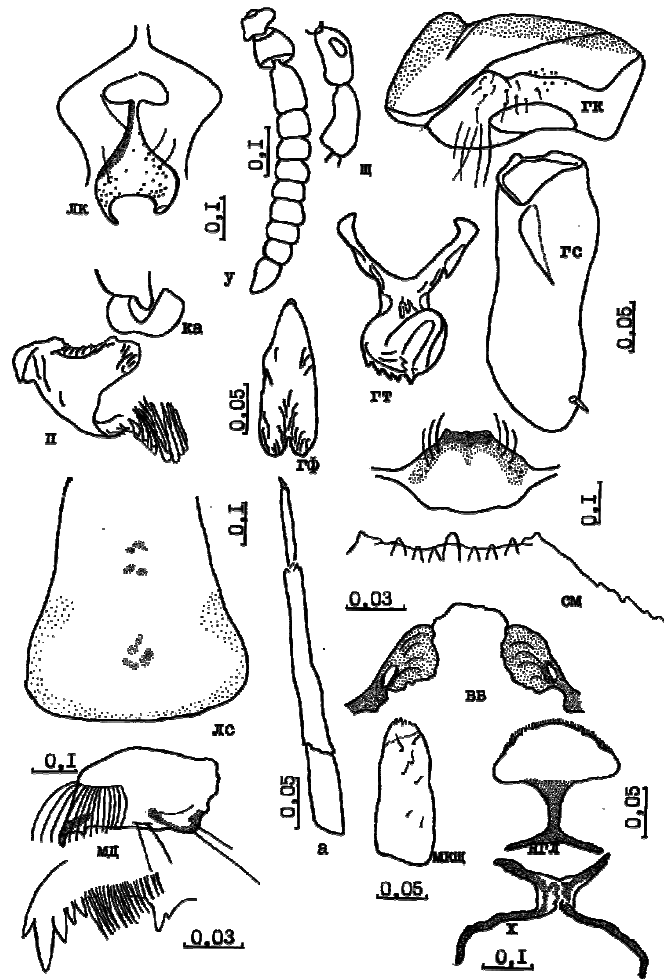


Рис. 5. *Odagmia baracornis* (Smart, 1944) (условные обозначения – см. рис. 1).

Брюшко. Хитиновая рама с тонкими и длинными ветвями; верхние ветви (0,15 мм) короче нижних (0,20 мм), которые достигают 14-го ряда крючьев. В заднем прикрепительном органе 85-87 рядов крючьев по 12-14 крючков в каждом ряду.

Куколка. Длина тела – 3,3-3,6 мм. Кокон простой. Дыхательных нитей 8 (2+2+2+2). Верхняя и нижняя нить образуют угол, близкий к 180°. На VII-VIII-м тергитах брюшка по 1 ряду равновеликих шипов. Каудальные шипы хорошо развиты.

Систематические замечания. Исследованные нами особи несколько отличаются от особей, описанных И. А. Рубцовым [2], а именно: формой вентрального выреза личинки.

Биология. Вид малочисленный. Развивается в ручьях и малых реках шириной 3-5 м, глубиной 0,2-1,5 м со скоростью течения 0,3-0,7 м/сек. Личинки и куколки прикрепляются к водной растительности, камням. Зимуют личинки. В году развивается 3-4 генерации. Личинки отрождаются в октябре–ноябре при температуре воды +9-14°C. Их окукливание и вылет имаго отмечается в апреле–начале мая, когда вода прогревается до +14-17°C. Вылет второго поколения происходит в конце июня–начале июля при температуре воды +19-22°C, третьего – в августе и сентябре при температуре воды +17-21°C.

Места обнаружения: ручьи и малые реки юго-востока Украины, за исключением Приазовья.

Общее распространение. Карпаты, южная Украина, Северный Кавказ.

***Odagmia deserticola* (Rubzov, 1940) (рис. 6).**

Рубцов, 1940: 371 [*Simulium (Odagmia)*]; Рубцов, 1951: 801-804 [*Simulium (Odagmia)*]; Рубцов, 1956: 670-672; Янковский, 2002: 18, 459, 465, 466, 479.

Личинка. Длина тела – 8-9 мм. Окраска тела светло-желтая.

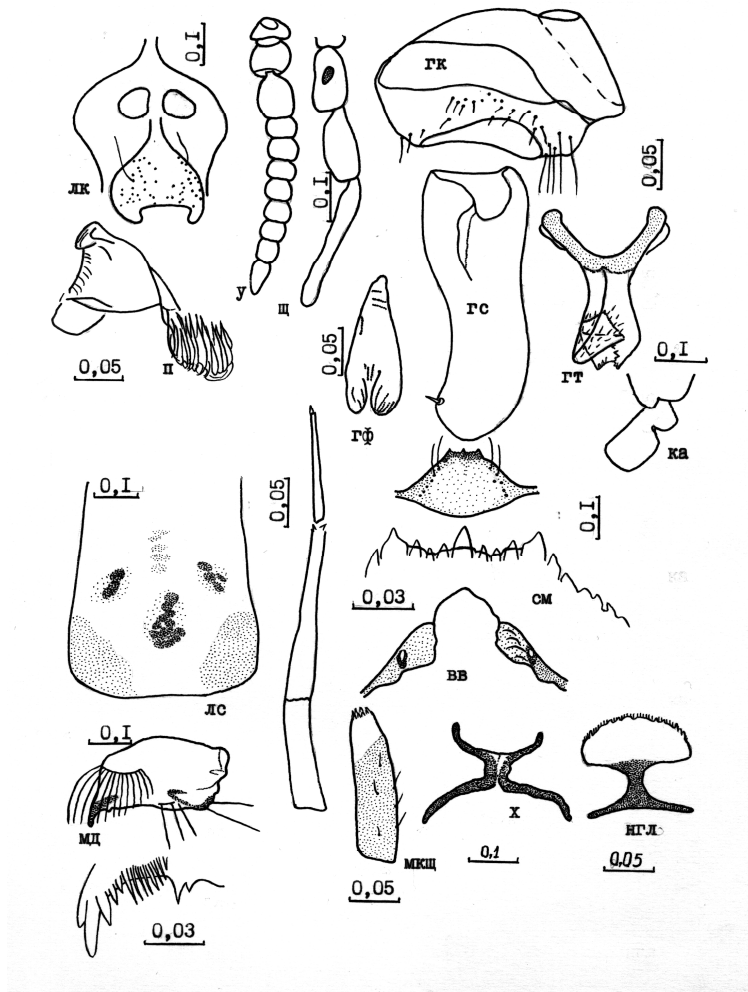


Рис. 6. *Odagmia deserticola* (Rubzov, 1940) (условные обозначения – см. рис. 1).

Голова. Рисунок на лбу головной капсулы крестообразный, бледный с более ярким нижним и боковыми срединными пятнами. Антенна короткая (0,29 мм), 1-й членик (0,07 мм) в 2 раза короче 2-го. В большом веере 24-28 лучей. Мандибула прямоугольная (длина – 0,35 мм, ширина – 0,18 мм); вершинный зубец широкий (0,009 мм), крупный; из предвершинных зубцов наружный наиболее крупный, средний и внутренний примерно одинаковые, мелкие; внутренних зубцов 8-9, они разновеликие; краевые зубцы соприкасаются, передний примерно в 4 раза крупнее заднего. Максилла с крупным щупиком (длина – 0,20 мм, ширина – 0,03 мм). Субментум прямоугольный (длина – 0,18 мм, ширина – 0,24 мм), несет по бокам по 7 щетинок. Зубцы субментума сильно прикрыты чешуйками. Срединный зубец расположен на одном уровне с боковыми зубцами; промежуточные зубцы мелкие, наружные выше уровня среднего и внутреннего. Вентральный вырез некрупный (длина – 0,18 мм – равна ширине), трапециевидной формы.

Брюшко. Хитиновая рама с тонкими ветвями; верхние ветви (0,15 мм) короче нижних (0,20 мм), которые достигают 11-12-го ряда крючьев. В заднем прикрепительном органе 80 – 85 рядов крючьев по 12-14 крючков в каждом ряду.

Куколка. Длина тела – 3,0-3,3 мм. Кокон простой. Дыхательных нитей 8 (2+2+2+2). Верхняя и нижняя нить образуют угол, близкий к 180°.

На VII-VIII-м тергитах брюшка полные ряды разновеликих шипов. Каудальные шипы некрупные.

Систематические замечания. Исследованные нами особи сходны с описанием И. А. Рубцова [2] и отличаются количеством рядов крючьев в заднем прикрепительном органе личинки и количеством крючьев в каждом ряду.

Биология. Вид ранневесенний, редко встречающийся. Развивается в чистых родниковых ручьях. Их ширина – до 1,5 м, глубина – 15-25 см, скорость течения воды 0,4-0,7 м/сек, дно песчаное. Личинки заселяют нижнюю поверхность узколистной водной растительности.

Нами отмечена 1 генерация. Зимуют личинки. Их развитие заканчивается в марте – начале апреля при температуре воды +2-5°C. Окукливание личинок наблюдается в апреле при температуре воды +7-12°C.

Места обнаружения: ручьи поймы р. Северский Донец.

Общее распространение. Юго-восточная Европа, Средняя Азия.

***Odagnia intermedia* (Roubaud, 1906) (рис. 7).**

Roubaud, 1906; Edwards, 1921: 221-225 (*Simulium ornatum*); Рубцов, 1940: 386-387 [*Simulium (Odagnia) ornatum* var. *nitidifrons*]; Grenier, 1953: 118-120 (*Simulium*), Рубцов, 1956: 646-647; Каплич, Сухомлин, Усова, 1992: 134; Янковский, 2002: 19, 457, 465, 471, 479.

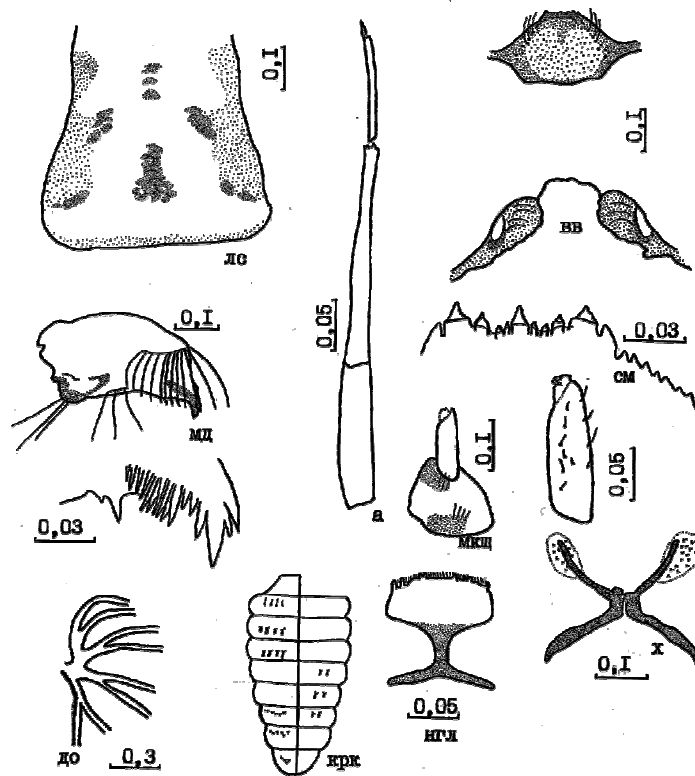


Рис. 7. *Odagnia intermedia* (Roubaud, 1906) (условные обозначения – см. рис. 1).

Личинка. Длина тела – около 7 мм.

Голова. Лоб светлее, чем окружающий склерит. Рисунок четкий, крестообразный. Антенна длинная (0,49 мм), её 1-й членик (0,15 мм) в 1,5 раза короче 2-го (0,22 мм), который в 2 раза больше 3-го (0,11 мм). В большом веере 55 лучей. Мандибула широкая (длина – 0,40 мм, ширина – 0,25 мм). Вершинный зубец мандибулы тонкий, острый, на 0,015 мм длиннее переднего предвершинного; средний и задний предвершинные зубцы в 2 раза меньше переднего; внутренних зубцов – 10; краевые зубцы мелкие, острые. Максиллярный щупик длинный (0,15 мм) и тонкий (0,04 мм). Субментум имеет суженный передний край (длина – 0,18 мм, ширина – 0,065 мм), несет по бокам по 8 щетинок, расположенных как неровный ряд. Зубцы субментума мелкие, сближены, вершины срединного и боковых лежат на одном уровне; из промежуточных зубцов – средний ниже внутреннего и наружного. Вентральный вырез маленький, его длина (0,11 мм) меньше ширины (0,14 мм).

Брюшко. Хитиновая рама с тонкими, длинными (0,16 мм) верхними и более широкими нижними ветвями, достигающими 16-го ряда крючьев. В заднем прикрепительном органе 84 ряда крючьев по 16 крючков в каждом.

Куколка. Длина тела – 3,5-4 мм.

Дыхательных нитей – 8, они расположены попарно на четырех коротких стебельках; угол расхождения верхней и нижней нитей у основания – 160°. На VII-м и VIII-м тергитах брюшка неполные и неровные ряды треугольных шипиков.

Систематические замечания. От *O. ornata nitidifrons* (Edw.) в описании И. А. Рубцова [2] наши формы отличаются менее глубоким вентральным вырезом головной капсулы личинки.

Биология. Вид малочисленный и редкий. Найден в верховьях малых рек и ручьев, затененных древесной растительностью и текущих по склонам оврагов, на участках шириной 0,5-1,0 м, глубиной 10-15 см при скорости течения воды 0,5-0,8 м/сек, при температуре воды: зимой +0,5-5°С, в марте +4-9°С, в апреле +12°С, в мае +13-15°С, в июне +16-18°С, в июле – августе +18-22°С. Субстратом для личинок служит водная растительность, камни, ветви, листья опада.

В году развивается 3 генерации. Зимуют личинки, которые отрождаются в октябре – ноябре при температуре воды +9-14°С. Окукливание наблюдается в апреле при температуре воды +12-14°С. Развитие второй генерации происходит с мая по июль, третьей – с июля по сентябрь при температуре воды +15-21°С.

Места обнаружения: повсеместно, за исключением водотоков Приазовья и Приднепровской низменности.

Общее распространение: Карелия, Восточная Сибирь, Германия, Франция.

***Odagnia frigida* (Rubzov, 1940) (рис. 8).**

Рубцов, 1940: 531 [*Simulium (Odagnia) ornatum* var.], 1956: 650-651; Каплич, Сухомлин, Усова, 1992; Янковский, 2002: 18, 452, 458, 466, 473, 480; Сухомлин, Зінченко, 2007: 133-139.

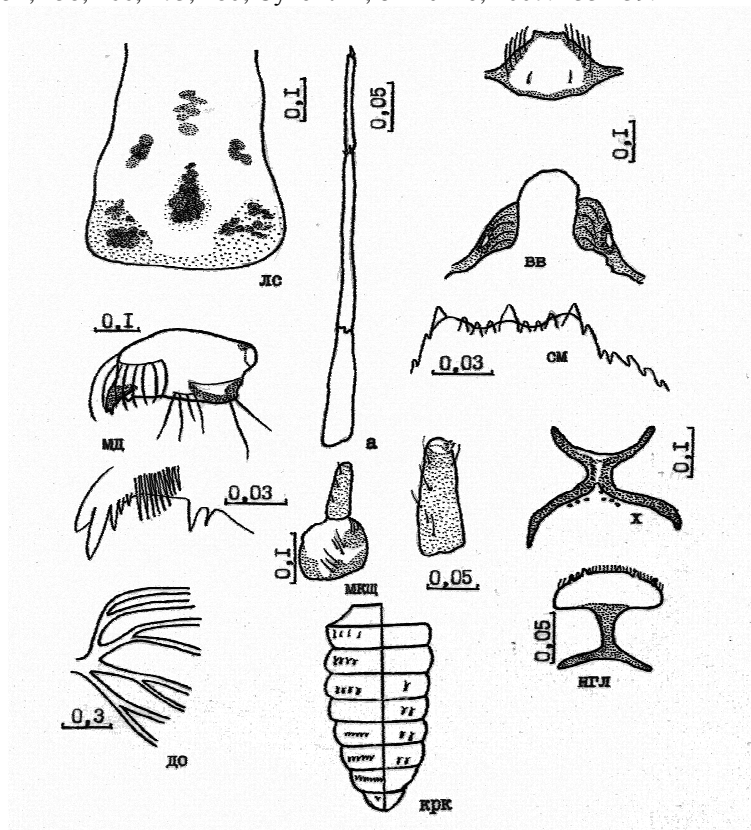


Рис. 8. *Odagnia frigida* (Rubzov, 1940) (условные обозначения – см. рис. 1).

Личинка. Длина тела – 7,1-7,8 мм. Окраска сероватая, голова светлая.

Голова. Рисунок на лбу крестообразный, широкий; верхние и срединные пятна неявственные. В большом веере 35-44 луча. Антенна светлая, длина 0,38 мм. 1-й членик (0,11 мм) приблизительно равен 3-му и в 1,5 раза короче 2-го, не имеет насечки. Мандибула

прямоугольная, вытянутая (0,38 мм), ее ширина (0,17 мм) в 2 раза меньше длины. Вершинный зубец крупный (0,022 мм), острый, его длина до переднего предвершинного равна 0,015 мм; предвершинные зубцы сближены, уменьшаются от переднего к заднему; внутренних зубцов 8-9; передний краевой зубец в 1,5 раза длиннее заднего. Максилла с крупным щупиком (длина – 0,12 мм, ширина – 0,05 мм). Субментум сужается спереди (длина – 0,15 мм, ширина – 0,08 мм), несет по бокам по 4-5 щетинок. Вершины срединного и боковых зубцов лежат на одном уровне; средний промежуточный зубец лежит ниже уровня соседних. Вентральный вырез маленький, вытянутый, его длина составляет 0,18 мм, ширина – 0,15 мм, занимает почти половину длины капсулы.

Брюшко. Хитиновая рама с тонкими ветвями. Верхние ветви (0,12 мм) короче нижних (0,15 мм), достигающих 12-го ряда крючьев. В заднем прикрепительном органе 62-72 ряда крючьев по 10-12 крючков в каждом.

Куколка. Длина тела – 3,0-3,2 мм. Кокон простой, с тонкими стенками и плотным кантиком. Дыхательных нитей 8, они сидят на длинных стебельках, две верхние пары нитей имеют у основания один общий стволик. Две пары нижних нитей имеют более длинные стволики. Все стволики отходят от общего основания. На VI-VIII-м сегментах брюшка по одному ряду разновеликих шипов. Каудальные шипы маленькие, тупые.

Биология. Вид редкий. Обнаружен в ручьях, длина которых 200-500 м, ширина 0,6-1,5 м, глубина 20-60 см, скорость течения 0,3-0,7 м/сек. Температура воды: в марте +2-6°C, в апреле +7-12°C, в мае +12-17°C, в июне +16-21°C, в июле – августе +19-23°C. Вода чистая, дно песчаное. Субстратом для личинок служит водная растительность. Имеет 1-2 генерации.

Зимуют яйца. Личинки старших возрастов и куколки встречались в конце мая – начале июне при температуре воды +15-20°C.

Систематические замечания. Сравнение наших особей с описанием И. А. Рубцова [2] позволило выявить некоторые различия в строении половых придатков взрослых особей и морфологии личинок и куколок. Личинки отличаются строением антенны (наши формы не имеют насечки на 2-м членике) и деталями строения зубцов субментума. Куколка отличается вооружением брюшка, которое начинается с VI-го сегмента. На VI-м тергите ряд мелких шипиков, на VII-м и VIII-м крупные шипы, каудальный шип маленький и тупой.

Места обнаружения: ручьи поймы рек Северский Донец, Красная, Айдар.

Общее распространение: Европа, Предуралье, Восточная и Западная Сибирь.

Биология водных фаз развития мошек рода *Odagmia* на юго-востоке Украины.

Местами выплода мошек на территории юго-востока Украины являются все незагрязненные водоемы со скоростью течения более 0,2 м/с. Личинки и куколки рода *Odagmia* заселяют самые разнообразные водоемы, которые могут быть сведены к семи различным типам:

1-й тип. Реки среднего размера длиной более 100 км, шириной 30-60 м, глубиной 2-3 м, скоростью течения 0,2-0,8 м/с. Наибольшая скорость течения наблюдается в верховьях рек, которые текут с Донецкого Кряжа (Лугань, Кальмиус, Кривой и Казенный Торец, Миус и Нижняя Крынка) и верховьях рек Айдар и Деркул. В реках Волчья и Мокрые Ялы, Базавлук на отдельных участках и в низинах рек Красная, Айдар, Деркул, Казенный Торец наблюдается снижение скорости течения до 0,1-0,2 м/с. Уровень воды в этих водотоках колеблется от 2 до 4 м. В марте-апреле температура достигает +5-8°C, в мае-июне +19-21°C.

В реках Деркул, Айдар, Красная, Волчья вода очень чистая, её прозрачность 0,5-1,0 м. В реках Лугань, Казенный Торец, Кальмиус, Мокрые Ялы, Нижняя Крынка и Миус вода очень мутная. Субстратом для водных фаз развития мошек служат стебли и листья осоки, злаков, ветви и корни вербы, камни. В водоемах этого типа найдены мошки *O. ornata*.

2-й тип. Водотоки длиной от 10 до 100 км, шириной от 3 до 20 м и глубиной 0,5-2,5 м. Некоторые реки (Евсуг, Ковсуг, Каратиш, Берда, Обиточная, Гайчур, Янгул, Сура, Саксагань, Боровая) летом пересыхают. Эти же реки в среднем течении, а также реки Жеребец, Нагольная, Калка, Бычок, Нитриус летом немного мелеют, напоминая собой

ручейки. Колебания уровня воды в этих реках достигает 2-3 м, скорость течения 0,3-1,0 м/с. В нижнем течении рек Сухие Ялы и Бахмут скорость течения почти незаметна и только на перекатах превышает 0,2-0,3 м/с. В водоемах этого типа встречаются *O. ornata*, *O. pratora*, *O. baracornis*, *O. deserticola*, *O. frigida*, *O. intermedia*.

3-й тип. Участки слияния рек с притоками: Северский Донец с притоками Нитриус, Жеребец, Айдар, Деркул, Красная; Мокрая Волноваха с притоком Ковсуг; река Кальчик с притоком Нижняя Крынка. Для участков слияния рек с притоками характерны перепады уровня воды до 3-5 м. Максимальный уровень воды бывает в период паводков. В период снеготаяния скорость течения уменьшается до 0,2-0,3 м/с, а осенью повышается до 0,5 м/с. Температура воды в мае-июне достигает +16-19°C. На протяжении года наблюдается снос личинок мошек из притоков в реки. Таким образом, этот тип мест размножения является зоной «встречи» водных фаз развития мошек, которые развиваются одновременно в реке и её притоках. В водотоках этого типа найдены личинки и куколки *O. ornata*, *O. pratora*, *O. baracornis*, *O. frigida*, *O. rotundata*.

4-й тип. Ручейки, которые вытекают из прудов и озер. Их длина составляет 60-100 м, ширина 2-5 м, глубина 10-30 см; дно каменистое, водной растительностью не зарастает. Температура воды в марте-апреле +5-7°C, в мае +17-19°C, в июне +19-21°C, в июле-августе +22-26°C. Здесь встречаются *O. ornata*, *O. frigida*.

5-й тип. Ручейки, которые текут в хвойных и смешанных лесах. Они небольших размеров (длина 1-2 км, чаще 200-500 м, ширина 1-2 м, глубина 3-20 см), с чистой водой и скоростью течения 0,2-0,4 м/с. Температура воды в марте-апреле +5-7°C, в мае +11-12°C, в июне +12-16°C, в июле-августе +15-17°C. В водоемах этого типа найдены преимагинальные фазы *O. ornata*, *O. caucasica*.

6-й тип. Ручейки байрачных лесов, которые текут по дну оврагов и балок. Их длина 150-500 м, ширина 0,6-1,0 м, глубина от 5 до 30 см, скорость течения 0,7-0,9 м/с, в русле много перекатов. Температура воды такая же, как в ручейках хвойных и смешанных лесов. Дно каменистое. Субстратом для прикрепления личинок являются камни, очень редко – ветви и листья опада деревьев. Здесь встречаются *O. ornata*, *O. intermedia*.

7-й тип. Ручейки открытых пространств. Их длина 50-300 м, ширина 0,2-0,6 м, глубина 2-15 см, скорость течения 0,2-0,5 м/с. В июле-августе наиболее мелкие ручьи пересыхают. Температура воды в июне +16-18°C, в июле-августе +20-23°C. Вода чистая, дно загрязненное. Субстратом служит водная растительность. Развиваются *O. ornata*, *O. pratora*, *O. rotundata*.

Влияние факторов внешней среды на развитие и стацциальное распределение преимагинальных фаз мошек.

Стацциальное распределение и развитие преимагинальных фаз мошек зависят от совместного действия факторов внешней среды, которые постоянно меняются, но находятся в тесной связи друг с другом. Так, колебание уровня воды связано со скоростью течения. Первое повышение уровня воды происходит в результате таяния снега и загрязнения воды. Это процесс можно наблюдать визуально. Вследствие этого водные фазы мошек мигрируют в поисках благоприятного места для прикрепления и поселяются на прибрежной растительности. Постепенное падение уровня воды не приводит к гибели личинок. Они успевают мигрировать в более глубокие места водоемов, скапливаясь на быстрых пороговых перекатах или в поверхностных слоях воды со скоростью течения более 0,2 м/с.

Личинки мошек рода *Odagmia* очень пластичны по отношению к скорости течения, поэтому их можно найти на участках водоемов, где скорость течения достигает 0,2-1,0 м/с, и почти не встречаются в полустоячих водоемах.

Установлено, что течение воды не только доставляет питательные вещества, но и аэрирует воду, а также является тактильным раздражителем, который позволяет личинкам дифференцировать места их поселения и выбирать участки с оптимальной скоростью течения [2].

Часто вследствие колебания уровня воды в водоемах повышается её мутность, которая представляет собой массу взвешенных органических и неорганических частичек. Это явление наблюдается визуально, во время него происходит наиболее интенсивная миграция личинок. Заболоченность воды, которая продолжается долгое время, приводит не только к миграции, но и к гибели личинок. Это происходит в результате загрязнения вееров и дыхательных ниток, вследствие чего нарушается питание.

Водные фазы мошек развиваются в водоемах, где температура воды в летнее время колеблется от +10°C до +25°C. Большинство видов мошек рода *Odagmia* обнаружены при температуре воды в июне +16-21°C, в июле-августе +19-26°C (*O. ornata*, *O. intermedia*, *O. rotundata*, *O. deserticola*, *O. frigida*, *O. baracornis*). Лишь только вид *O. caucasica* развивается в ручьях, которые текут в хвойных и байрачных лесах и температура в которых колеблется от +12°C до +17°C.

В зависимости от степени освещения личинки могут заселять как верхние, так и нижние и внутренние поверхности субстрата. На затемненных прибрежной растительностью участках водоемов личинки встречаются на поверхности опущенных в воду предметов или растительности.

На протяжении периода своего развития личинки совершают миграции, которые бывают активными и пассивными. Активные миграции происходят в поисках мест с оптимальными условиями жизни. Пассивные миграции связаны, как правило, с резкими нарушениями физико-химических свойств воды. Личинки видов рода *Odagmia*, которые развиваются в реках и ручейках, интенсивно мигрируют в период их пересыхания. При этом личинки собираются на небольших перекатах, на участках, где узкое русло, где отмечается наибольшая скорость течения воды.

Наименьшая миграционная способность присуща личинкам, которые развиваются в затемненных ручейках и малых реках. Личинки *O. rotundata* мигрируют на расстояние до 120 м. *O. pratona*, которые развиваются в открытых ручейках, мигрируют вниз по течению на большие расстояния (300-500 м). Значительная дальность миграций наблюдается у личинок *O. ornata* (1-2 км), а в весенний период достигает 3-8 км, после дождей – 2-5 км.

Много личинок, которые зимуют на осоках, ветках вербы, в период снеготаяния сносятся вниз по течению вместе с субстратом.

Максимальная миграционная способность характерна для личинок младшего и среднего возраста в период весенних дождей или при пересыхании водоемов. Наибольшая интенсивность миграции личинок отмечена днем в открытых водоемах. Миграция личинок тем интенсивней, чем крупнее водоем.

Места и способы откладки яиц.

Знание мест и способов откладки яиц самками мошек позволяет организовать систему защитных мероприятий от их нападения в период вылета имаго.

Самки мошек рода *Odagmia* откладывают яйца в местах со скоростью течения 0,2-0,7 м/с. При изучении типов откладки яиц мошками мы пользовались классификацией, которая ранее была предложена И. А. Рубцовым [2] и З. В. Усовой [3], с некоторыми изменениями.

1-й способ – на субстрате, смачиваемом водой. Таким способом откладывают яйца самки *O. ornata*. Кладка состояла из нескольких слоев яиц разной окраски (от белого до коричневого), которые были отложены в разное время. Яйца крепко склеены золотистым секретом. В кладках насчитывалось от 250 до 350-370 яиц размером 0,15-0,25 мм.

2-й способ – кладка яиц под водой. Это явление наблюдали у вида *O. ornata*. Кладки находились на листе водной растительности, которая полностью погружена в воду или верхней частью достигает поверхности воды.

3-й способ – откладка яиц в полёте в воду по одному или группами. Этот способ характерен для самок *O. baracornis*. Каждая самка откладывает от 260 до 330-350 яиц. Они овально-треугольной формы, размером 0,3-0,17 мм.

Зимовка мошек происходит в фазе яйца или в фазе личинки. Благодаря исследованиям З. В. Усовой [3] были получены дополнительные данные о зимовке мошек. Было определено, что даже маленькие ручейки и родники, которые не высыхают летом, сохраняют воду возле дна в зимний период. Ледяной покров и воздушное пространство предохраняют эти ручейки от сплошного промерзания и создают благоприятные условия для зимовки водных фаз.

Зимовка протекает или в фазе яйца у таких видов, как *O. deserticola*, *O. frigida*, *O. pratora*, или в фазе личинки у видов *O. intermedia*, *O. baracornis*, *O. caucasica*.

Однако есть виды, которые могут зимовать как в фазе яйца, так и в фазе личинки в зависимости от условий внешней среды. К ним относятся *O. ornata*, *O. rotundata*. В годы с теплой зимой и ранней весной зимуют личинки, а в годы с холодной зимой – яйца.

Выводы

1. В результате наших исследований и анализа литературных данных на территории лесостепи и степи юго-востока Украины обнаружено 8 видов мошек рода *Odagmia*: *O. ornata*, *O. pratora*, *O. rotundata*, *O. caucasica*, *O. baracornis*, *O. deserticola*, *O. intermedia*, *O. frigida*.

2. Личинки и куколки мошек рода *Odagmia* развиваются в разнообразных водоемах: средних и малых реках, на участках слияния рек с притоками, в родниковых ручьях, которые протекают в хвойных и смешанных лесах открытых пространств.

3. Распределение и развитие преимагинальных фаз мошек зависит от совместного действия факторов внешней среды: колебания уровня воды, температуры, скорости течения воды, освещения субстрата, содержания кислорода в воде. При резких сменах условий существования у личинок мошек отмечены активная и пассивная миграции. Дальность активных миграций составляет до 120 м, пассивных – до 3-8 км.

4. Для мошек рода *Odagmia* характерны 3 способа откладки яиц: на субстрат, смачиваемый водой (*O. ornata*); под водой, на глубине до 25 см (*O. ornata*); на лету, по одному или группами по 5-7 яиц (*O. baracornis*).

5. Зимовка мошек рода *Odagmia* может проходить или в фазе яйца (*O. deserticola*, *O. frigida*, *O. pratora*), или в фазе личинки (*O. intermedia*, *O. baracornis*, *O. caucasica*), у некоторых видов и в фазе яйца, и в фазе личинки (*O. ornata*, *O. rotundata*).

Список литературы

1. Рубцов И. А. Об эволюции, филогении и классификации мошек (Diptera, Simuliidae) / И. А. Рубцов // Тр. ЗИН АН СССР. – 1974. – Т. 53. – С. 230–281.

2. Рубцов И. А. Мошки (сем. Simuliidae) / И. А. Рубцов. – М.–Л., 1956. – 860 с. (Фауна СССР. – Т. 6, вып. 6. – 2-е изд.).

3. Усова З. В. Фауна мошек Карелии и Мурманской области (Diptera, Simuliidae) / З. В. Усова. – М.–Л., 1961. – 286 с.

4. Янковский А. В. Определитель мошек (Diptera, Simuliidae) России и сопредельных территорий (бывшего СССР) / А. В. Янковский. – СПб., 2002. – 568 с.

Reva M. V., Usova Z. V., Semushin R. D., Gryn' V. I. Мошки (Diptera, Simuliidae) роду *Odagmia* Enderlein, 1921 південного сходу України. – Наведено опис видів роду *Odagmia* End. у водоймах південного сходу України та надані узагальнені відомості з їхньої біології.

Ключові слова: Diptera, Simuliidae, *Odagmia*, південний схід України, систематика, біологія.

Reva M. V., Usova Z. V., Semushin R. D., Gryn' V. I. Blackflies (Diptera, Simuliidae) of genus *Odagmia* Enderlein, 1921 in the South-East of Ukraine. – The description of genus *Odagmia* species in the South-East of Ukraine has been given, systematic comments on each species and information about their biology have been presented.

Key words: Diptera, Simuliidae, *Odagmia*, the South-East of Ukraine, systematic, biology.

УДК 597.2/5 : 574.5

© О. В. Федоненко, М. О. Шмагайло

**ВИВЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ТЕМПУ РОСТУ ПЛІТКИ (*Rutilus rutilus* (L.))
САМАРСЬКОЇ ЗАТОКИ ЗАПОРІЗЬКОГО ВОДОСХОВИЩА**

Дніпропетровський національний університет ім. Олесь Гончара
49000, м. Дніпропетровськ, пр. Гагаріна, 72; e-mail: nikolai.shmagailo@mail.ru

Федоненко О. В., Шмагайло М. О. Вивчення показників темпу росту плітки (*Rutilus rutilus* (L.)) Самарської затоки Запорізького водосховища. – Методом зворотної реконструкції за методикою Е. Леа визначена довжина плітки в різні роки її життя. Встановлено, що характер росту описується лінійною функцією. Змодельовані прирости довжини плітки корелюються з фактичними даними довжини її різновікових особин. Визначені константа росту, характеристика росту, питома швидкість росту.

Ключові слова: Самарська затока, плітка, темп росту, прирости довжини, вік, лінійний ріст.

Вступ

Під час утворення Запорізького водосховища та в подальший період його становлення плітка (*Rutilus rutilus* (L.)), що мешкала в районі дніпровських порогів, вважалась малоцінною і як промисловий об'єкт мала другорядне значення, оскільки була тугорослою річною формою. Її частка в загальних уловах знаходилась на рівні 8,8% [1, 3].

Промислове значення плітки стало зростати після проведення акліматизаційних робіт зі вселення тарані дніпровської, яка характеризується більш прискореним ростом. Тарань швидко адаптувалась і утворила гібридні форми з ендемічною популяцією плітки. Починаючи з 70-х років ХХ ст., плітка поступово зайняла домінуюче положення в промислі, а її частка в щорічних уловах досягла 50%. Така тенденція зростання чисельності плітки та її домінування в загальній іхтіомасі відмічається практично для всіх водосховищ Дніпровського каскаду, що зумовлюється високим ступенем трофічної і репродуктивної пластичності даного виду риб. Крім того, плітка ефективно освоює для нересту штучний нерестовий субстрат (гнізда) [9].

Багаторазові дослідження показали, що локальні популяції плітки, які вона утворює на різних ділянках Запорізького водосховища, мають суттєві морфо-фізіологічні відмінності. Так, у плітки, що мешкає в акваторії Самарської затоки, середня маса на 25-30% нижче маси одновікових з нею особин із нижньої ділянки водосховища. Її фізіологічний стан характеризується зниженими показниками коефіцієнту вгодованості (на 5-10%). Затримання росту плітки у Самарській затоці спричинює також висока зараженість її личинками дигенетичних сисунів роду *Diplostomum* [3].

Матеріали та методи дослідження

Відбір проб здійснювався у Самарській затоці в 2012 р. протягом вегетаційного періоду під час науково-дослідних ловів, на підставі дозволу № 0002, виданого Головним державним управлінням охорони, використання і відтворення водних живих ресурсів і регулювання рибальства у Дніпропетровській області. Для відбору іхтіологічного матеріалу використовували стандартний набір сіток із кроком вічка 30-150 мм.

Молодь риб відловлювали в третій декаді липня – першій декаді серпня на мілководдях за стандартними контрольними точками. Знаряддям лову була малькова тканка – волокуша завдовжки 10 м. Видову належність цьоголіток визначали за методикою А. Ф. Коблицької [4].

Біологічний аналіз риб проводився відповідно до класичних методик в іхтіології [5, 6, 8]. Вік риби визначали за стандартними іхтіологічними методиками В. Л. Брюзгіна [2] та Н. І. Чугунової [10]. За досліджуваній період проаналізовано 116 екз. риб.

За методом зворотної «реконструкції» Е. Леа, була визначена довжина риби різних вікових груп та отримані показники абсолютного приросту довжини риби кожного віку, а також показники росту: константа росту, характеристика росту, питома швидкість росту [7, 11].

Останні розраховувалися за формулами:

$$\text{константа росту } CL_t = (lgL_n - lgL_{n-1}) / 0,4343(t_n - t_{n-1}) * ((t_n - t_{n-1}) / 2) \quad (1),$$

$$\text{характеристика росту} = (lgL_n - lgL_{n-1}) / 0,4343(t_n - t_{n-1}) * L_{n-1} \quad (2),$$

$$\text{питома швидкість росту } CL = (lgL_n - lgL_{n-1}) / 0,4343(t_n - t_{n-1}) \quad (3),$$

де L_n – середнє значення довжини риби кожного вікового ряду; t_n – вік риби в роках [7, 11].

Статистичний та регресійний аналіз проводився за допомогою пакету прикладних програм MS Excel 2007 і STATGRAPHICS Plus 5.1.

Результати та їх обговорення

Вікова структура плітки нараховувала 6 класів (від 3 до 8 років). Основу промислового стада склали особини 4-6 річного віку (70,7%). Відсоткова частка особин 7-8 річного віку сягала 22,4% (рис 1).

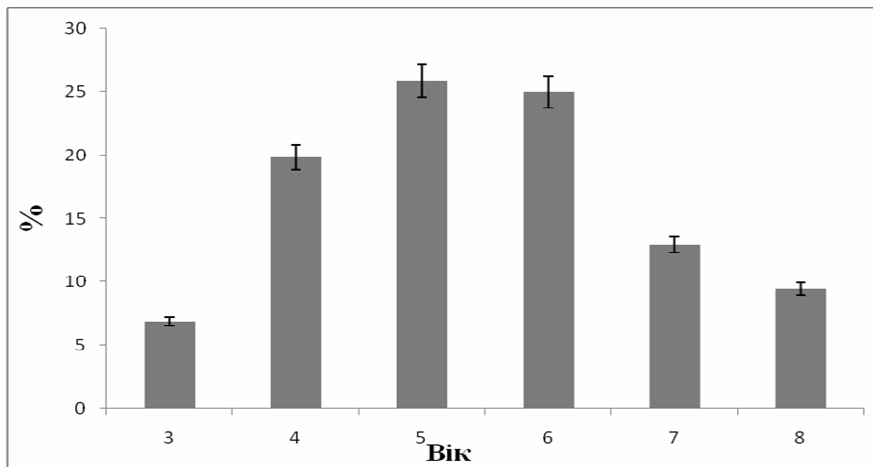


Рис. 1. Вікова структура популяції плітки Самарської затоки.

Показники лінійного росту плітки коливаються в межах від 14 до 24,6 см у самок та від 14 до 25,5 у самців, середньостатистична довжина промислових особин становила $22,24 \pm 0,38$ см. Маса плітки коливалася від 100 до 320 г, середньостатистична маса складала $128,38 \pm 15,5$ г. Аналізуючи отримані дані, порівняно з попередніми роками можна відмітити, що середня маса плітки суттєво не змінилася.

Враховуючи отримані дані за зворотною «реконструкцією» та фактичним матеріалом темпів росту плітки Самарської затоки, була побудована діаграма (рис. 2).

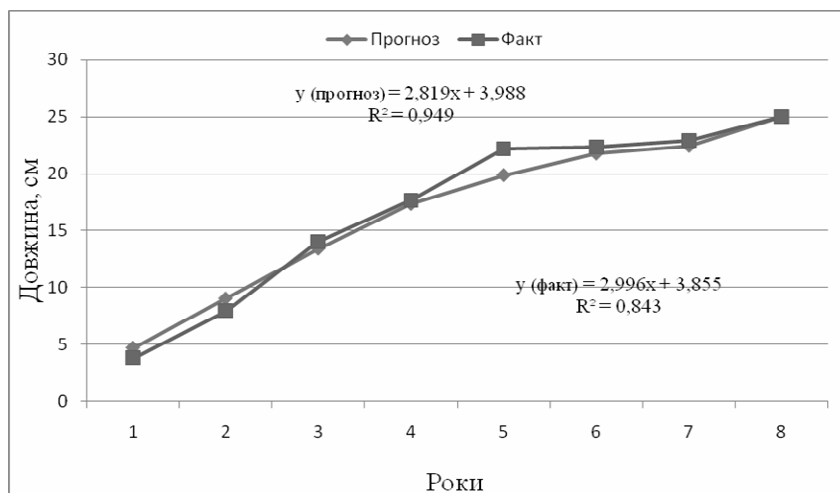


Рис. 2. Фактичні та прогнозовані («реконструйовані») показники росту різновікових особин плітки Самарської затоки.

Як видно з наведеної діаграми, отримані функції розподілу з великими коефіцієнтами апроксимації (0,949 і 0,843) наближаються до функції лінійного розподілу, тому між промисловою довжиною плітки (y) та радіусом луски (x) існує лінійна залежність ($r = 0,05$). Математична функція та високий коефіцієнт кореляції (0,97) між цими двома масивами даних свідчать про наявність залежності цих показників і придатності моделі для застосування.

Нами були обчислені коефіцієнти, які характеризують темпи росту: питома швидкість росту, константа росту, характеристика росту (табл. 1). Встановлено, що показники питомої швидкості, константи та характеристики росту найбільші в особин 2-5-річного віку, що пов'язане з метаболізмом та фізіологічними особливостями в риби. Починаючи з шестирічного віку ці показники поступово знижуватися, що вказує на уповільнення швидкості росту плітки. Це можна пояснити фізіологічними змінами, пов'язаними із старінням організму риби.

Як видно з табл. 1, коефіцієнт варіації та стандартне відхилення вибірок не виходять за встановлені межі, що дає підставу стверджувати про репрезентативність отриманих даних.

У показниках росту самців і самок плітки Самарської затоки значних відмінностей не спостерігається. Найбільші прирости спостерігаються в перші чотири роки життя. Це може бути пов'язане з досягненням статевої зрілості, після чого показники росту починають поступово знижуватися. Характер росту описується лінійними функціями з достатньо високими коефіцієнтами апроксимації. Коефіцієнт кореляції між масивами даних щодо фактичних довжин ($U_{\text{факт.}}$) та довжин, розрахованих методом зворотних розрахунків ($U_{\text{прог.}}$), як для самиць, так і для самців, знаходився на рівні 0,97 та 0,96 відповідно.

Таблиця 1

Темпи росту плітки Самарської затоки ($n = 116$)

Вік	n	c 1	c 2	c 3	c 4	c 5	c 6	c 7	c 8
3	8	5,04	8,4	14,00	-	-	-	-	-
4	23	5,99	11,92	14,01	17,65	-	-	-	-
5	30	4,85	9,33	13,86	18,16	22,17	-	-	-
6	29	4,03	7,75	11,75	15,49	19,28	22,33	-	-
7	15	3,82	6,84	10,42	13,79	16,44	19,55	22,87	-
8	11	3,91	6,53	10,25	13,27	17,44	20,51	22,54	25,00
Середнє значення	116	4,61	8,46	12,38	15,67	18,83	20,98	22,44	25,00
<i>l.c.</i>	-	4,68	9,01	13,39	17,32	19,85	21,74	22,41	25,00
Факт	-	3,79	7,92	13,00	21,65	22,17	22,33	22,87	25,00
Приріст	-	4,68	4,33	4,38	3,93	2,53	1,89	0,67	2,59
Стандартне відхилення	-	1,49	2,59	3,15	3,65	3,08	2,65	1,97	2,83
Варіація	-	32%	29%	24%	21%	16%	12%	9%	11%
<i>CL</i>	-	-	0,04	0,07	0,05	0,03	0,02	0,01	0,02
<i>CL_t</i>	-	-	0,062	0,037	0,024	0,013	0,009	0,003	0,010
Характеристика росту	-	-	0,58	0,67	0,65	0,45	0,34	0,12	0,46

Примітка. V – коефіцієнт варіації; CL – питома швидкість росту; CL_t – константа росту; *l.c.* – середні значення довжини, c1-c8 – довжина риби в певні роки життя.

Тому, користуючись фактичними даними щодо вікової структури популяції та показниками довжини особин різних вікових груп, зібраних протягом 2012 р., можна моделювати характер росту плітки. Подібні моделі є дуже інформативними та можуть бути використані при прогнозуванні промислових запасів риби.

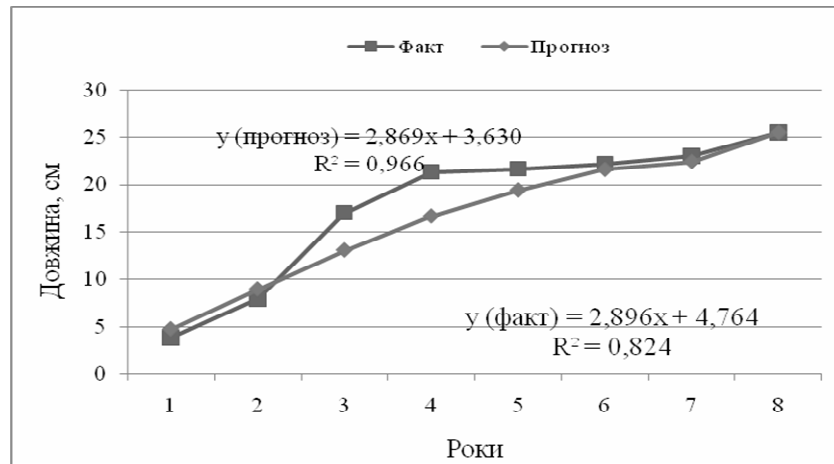


Рис. 3. Темпи росту самців плітки.

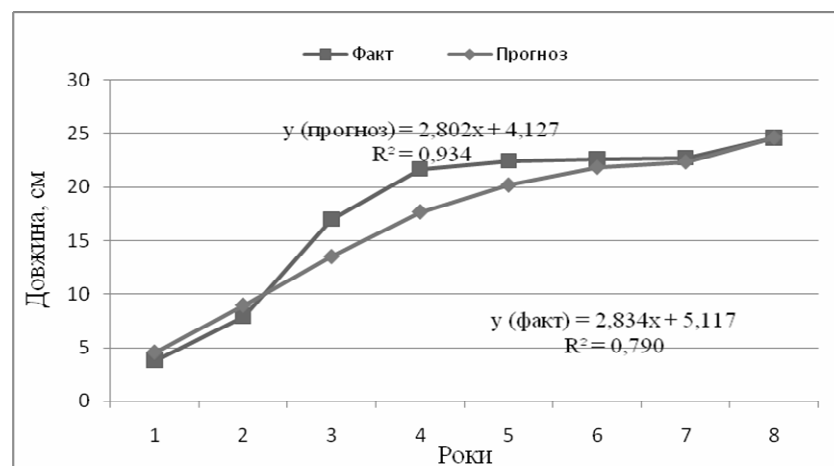


Рис. 4. Темпи росту самок плітки.

Висновки

1. Вікова структура промислової популяції плітки Самарської затоки нараховувала 6 класів (від 3 до 8 років). Відсоткова частка особин 4-6-річного віку складала 70,7%, 7-8-річного віку сягала 22,4%.

2. Відмічено, що в показниках росту самців і самок плітки Самарської затоки значних відмінностей не спостерігається. Характер росту самців й самок плітки Самарської затоки описується лінійними функціями з достатньо високими коефіцієнтами апроксимації.

3. Показники питомої швидкості, константи та характеристики росту найбільші у особин 2-5-річного віку, що пов'язане з метаболізмом і фізіологічними особливостями у риб. Починаючи з шестирічного віку ці показники починають поступово знижуватися, що вказує на уповільнення швидкості росту плітки.

Список літератури

1. Біологічне різноманіття України. Дніпропетровська область. Круглороті (Cyclostomata). Риби (Pisces) // Булахов В. Л., Новицький Р. О., Пахомов О. Є., Христов О. О.; за загальн. ред. проф. О. Є. Пахомова. – Д.: Вид-во ДНУ, 2008. – 304 с.

2. Брюзгин В. Л. Методы изучения роста рыб по чешуе, костям и отолитам / В. Л. Брюзгин. – К.: Наук. думка, 1969. – 188 с.

3. Екологічний стан біоценозів Запорізького водосховища у сучасних умовах / Федоненко О. В., Єсіпова Н. Б., Шарамок Т. С. та ін. – Д.: ДНУ, 2009. – 276 с.

4. Коблицкая А. Ф. Определитель молоди пресноводных рыб / А. Ф. Коблицкая. – М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1981. – 208 с.
5. Лакин Г. Ф. Биометрия: пособие для биол. спец. вузов / Г. Ф. Лакин. – М.: Высш. шк., 1990. – 352 с.
6. Методика збору і обробки іхтіологічних і гідробіологічних матеріалів з метою визначення лімітів промислового вилучення риб з великих водосховищ і лиманів України / С. П. Озінковська, В. М. Єрко, Г. Д. Коханова [та ін.] – К.: ІРГ УААН, 1998. – 47 с.
7. Мина М. В. Рост животных / М. В. Мина, Г. А. Клевезаль. – М.: Наука, 1976. – 291 с.
8. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) / И. Ф. Правдин. – М.: Пищ. пром-сть, 1966. – 377 с.
9. Федоненко О. В. Вплив антропогенних факторів на стан промислової іхтіофауни Запорізького водосховища: автореферат дис. на здобуття наук. ступеня доктора біологічних наук: спец. 03.00.16 «Екологія» / О. В. Федоненко. – Одеса, 2010. – С. 13–15.
10. Чугунова Н. И. Руководство по изучению возраста и роста рыб / Н. И. Чугунова. – М.: Изд-во АН СССР, 1951. – 164 с.
11. Шмальгаузен И. И. Определение основных понятий и методика исследования роста. Рост животных / И. И. Шмальгаузен. – М.: Биометгиз, 1935. – С. 8–60.

Федоненко Е. В., Шмагайло Н. А. Изучение показателей темпов роста плотвы (*Rutilus rutilus* (L.)) Самарского залива Запорожского водохранилища. – Методом обратных расчетов по методике Е. Леа определена длина плотвы в разные года её жизни. Установлено, что характер роста описывается линейной функцией. Смоделированные приросты длины плотвы коррелируют с фактическими данными длины её разновозрастных особей. Определены константа роста, характеристика роста, удельная скорость роста. Подтвержден тот факт, что наибольшие приросты длины у рыб наблюдаются до наступления половой зрелости, после чего темп роста замедляется.

Ключевые слова: Самарский залив, плотва, темп роста, приросты длины, возраст, линейный рост.

Fedonenko E. V., Shmagaylo N. A. The study of the growth rate of roach (*Rutilus rutilus* (L.)) in the Samara Bay of the Zaporozhian Reservoir. – By the method of E. Lea inversed calculation defined length of roach in different years of life. Found that the growth pattern described by a linear function. Modeled length of roach gains correlate with actual lengths of individuals of different ages. Defined constant growth, growth characteristics and specific growth rate. Confirmed the fact that the greatest increase in the length of fish observed until puberty, after which the growth rate is slowing down.

Key words: the Samara Bay, roach, growth rate, growth rates of length, age, linear growth.

УДК 639.371.5 : 628.394.17 : 546

© Т. С. Шарамок, О. В. Федоненко

РОЗПОДІЛ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ В ЕКОСИСТЕМІ ПЕТРИКІВСЬКИХ СТАВІВ

*Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
49000, м. Дніпропетровськ, пр. Гагаріна, 72; e-mail: sharamok@i.ua*

Шарамок Т. С., Федоненко О. В. Розподіл важких металів в екосистемі Петриківських ставів. – У статті наведено дані щодо особливостей розподілу важких металів у вирощувальних ставах Петриківського рибгоспу. Визначено вміст важких металів у воді, донних відкладеннях, планктоні, зообентосі, макрофітах і молоді коропових риб. На основі цих даних було розраховано баланс важких металів в екосистемі вирощувальних ставів.

Ключові слова: Петриківський рибгосп, вирощувальні стави, баланс важких металів.

Вступ

Антропогенне забруднення важкими металами навколишнього середовища має в наш час глобальний характер. На відміну від органічних речовин, вони не піддаються деструкції, а постійно присутні у водних екосистемах, змінюючи форму сполук, а отже, реакційну здатність, біологічну активність та екологічну небезпечність. Фізико-хімічний стан важких металів змінюється в результаті процесів гідролізу, комплексоутворення, адсорбції, осадження. Вказані процеси визначають міграційну рухливість важких металів, їх перерозподіл між основними компонентами водної екосистеми, біодоступність і токсичність для водяних організмів [1].

Забруднення важкими металами не тільки підриває запаси і відтворення промислових видів гідробіонтів у природних умовах, але також обмежує розвиток аквакультури у внутрішніх водоймах. Акумуляуючись значною мірою у фіто- та зоопланктоні, зообентосі, детриті та вищій водній рослинності, ці метали за трофічними ланцюгами та безпосередньо з води надходять до організму риб, накопичуючись у значній кількості в органах і тканинах, що може змінювати інтенсивність та направленість обміну речовин, суттєво впливати на біоенергетичні процеси, ритм розмноження функціонування репродуктивної системи [2, 3]. Отримані результати дозволяють науково обґрунтувати підходи щодо зниження дії важких металів на екосистеми водойм та вирішення проблеми отримання якісного рибопосадкового матеріалу.

Актуальність роботи полягає у вивченні особливостей процесів розподілу та накопичення важких металів (кадмію, свинцю, цинку, міді, нікелю та заліза) в екосистемі рибницьких ставів.

У зв'язку з цим метою нашої роботи було дослідження особливостей розподілу важких металів у вирощувальних ставах Петриківського рибгоспу.

Матеріали та методи дослідження

Дослідження проводили в повносистемному рибному господарстві Дніпропетровської області – Петриківському (ВАТ «Петриківський рибгосп»). Експериментальними водоймами Петриківського рибгоспу були вирощувальні ставки: В-1 (17,0 га), В-2 (15,2 га), В-3 (20,0 га). Досліджувані ставки повністю спускні. Водопостачання відбувалося за допомогою насосних станцій. Водообмін за період дослідження у ставках становив 2 рази/сезон.

Об'єктом досліджень була молодь двох видів риб – коропа (*Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758)) і білого товстолобика (*Hypophthalmichthys molitrix* (Valenciennes, 1844)), а також вода, донні відкладення, планктон, зообентос і вищі водяні рослини досліджуваних ставків.

Риба вирощувалася в полікультурі коропа (60%) й білого товстолобика (40%) в умовах пасовищного рибництва. Контрольні лови для визначення морфометричних і фізіологічних показників проводили щомісяця за станом на 1 і 15 числа з червня по жовтень. Проводили контрольне зважування не менше 50 штук [4].

У кінці вегетаційного періоду маса цьогорічок коропа та білого товстолобика складала $25 \pm 1,2$ г, коефіцієнт вгодованості дорівнював 3. Загальна рибопродуктивність ставків дорівнювала 668 кг/га.

Нами досліджувались закономірності накопичення, розподілу й міграції важких металів – міді, нікелю, кадмію, свинцю, заліза й цинку в екосистемі вирощувальних ставів Петриківського рибного господарства. Важкі метали в пробах визначали методом атомно-абсорбційної спектроскопометрії після їх сухого зоління [5, 6] на спектроскопі С-115М1.

Баланс важких металів розраховувався з урахуванням продуктивності водойм і водообміну.

Результати досліджень оброблені методом варіаційної статистики за загальноприйнятою методикою [7].

Результати та обговорення

Вода є одним із основних джерел надходження важких металів до різних компонентів водойм. В організм гідробіонтів можуть надходити іони важких металів, а також їх комплексні сполуки з молекулярною масою в декілька тисяч атомарних одиниць, а високомолекулярні сполуки є біологічно неактивними [8]. Нами була проведена кількісна оцінка вмісту важких металів у воді джерел водопостачання ставів і воді, що витікає зі ставів. Дослідження води, що надходила у стави, показало, що концентрації міді, нікелю, свинцю, кадмію та цинку не перевищували ГДК для води рибогосподарських водойм. Були виявлені перевищення ГДК заліза в 1,9 раз, що складало 0,19 мг/л. Певна частина розчинених форм важких металів, що надходили у стави з водою джерела водопостачання, акумулювалась у біотичних та абіотичних компонентах водойм. Вода, що витікала зі ставів, містила меншу кількість важких металів порівняно з тією, що надходила (на 6-64%).

Враховуючи інтенсивність водообміну в контрольних екосистемах, який складав 2 рази/сезон, була встановлена прибуткова частина балансу важких металів у цих водоймах, яка надходила з річковою водою. Загальний вміст досліджуваних металів у Петриківських ставах складав 2,64 кг/га. Основну частину прибуткового балансу в дослідних водоймах складало залізо. Так, у ставах його прибуток складав близько 90% від загальної кількості всіх елементів.

Донні відкладення вирощувальних ставів були представлені глинистим мулом. Один з найбільш ефективних показників забруднення водойм і загального антропогенного навантаження на нього є вміст важких металів у донних відкладах [9]. Аналіз донних відкладень виявив усі досліджувані важкі метали, але перевищення фонових значень та ГДК для ґрунтів не виявлено. Спостерігався максимальний вміст заліза ($138,6 \pm 10,18$ мг/кг) та мінімальний – кадмію ($0,038 \pm 0,003$ мг/кг).

Заростання ставів вищими водними рослинами складало 30%. Рослинна біомаса становила $950 \pm 28,4$ г/м² сирової ваги. Занурені макрофіти були представлені наступними видами: *Polygonum amphibium* L., *Potamogeton perfoliatus* L., *Vallisneria* sp. L. Повітряно-водні макрофіти: *Typha latifolia* L., *Phragmites australis* Cav., *Scirpus lacustris* L. Неукорінені плаваючі рослини представлені: *Lemna trisulca* L.

Водяні рослини здатні активно акумулювати токсичні речовини, які знаходяться у водному середовищі. Проведені дослідження показали, що накопичення водними рослинами важких металів у ставах залежить від багатьох чинників, у тому числі від видової приналежності рослин і виду металу. Встановлено, що найбільшу кількість дослідних елементів накопичувалось у тканинах повітряно-водних укоріненних рослин. Так, в укоріненних занурених рослинах вміст важких металів розподілявся наступним чином: кадмій – 19,8%, свинець – 5,09%, цинк – 37,0%, мідь – 7,7%, залізо – 16,09%; нікель – 21,0%. В укоріненних повітряно-водних рослинах: кадмій – 34,6%, свинець – 66,0%, цинк – 33,7%, мідь – 82,2%, залізо – 69,4%, нікель – 33,0%. У неукоріненних рослинах з плаваючими листками: кадмій – 45,6%, свинець – 29,0%, цинк – 29,3%, мідь – 10,4%, залізо – 11,24%, нікель – 46,0%.

Водяні рослини дослідних водойм накопичували метали в концентраціях, які значно перевищували їх вміст у воді. Проведені нами дослідження підтверджують дані авторів [10], що водяні рослини відіграють важливу роль у біогенній міграції хімічних елементів у водних екосистемах і можуть бути використані для біологічного очищення води, яка надходить до рибницьких ставів.

Планктон і зообентос є природною кормовою базою для риб, що вирощувалися у дослідних ставах. Для оцінки кормової бази було визначено кількісний та якісний склад планктону та зообентосу [11]. Флористичний аналіз показав, що влітку переважали представники відділу Cyanophyta (52%), а восени – представники відділу Chlorophyta (28%) і Bacillariophyta (39%). Біомаса рослинного планктону в середньому складала $20 \pm 1,6$ г/м³. Загальна біомаса зоопланктону в контрольованих водоймах складала $5 \pm 0,7$ г/м³. Домінували представники гіллястовусих ракоподібних.

Дослідження накопичення токсикантів у планктонних і бентосних організмах є найважливішим завданням, тому що ці компоненти гідроекосистеми є первинними ланками трофічного ланцюга. Нами було встановлено максимальну кількість заліза в планктоні дослідних водойм (13,45 мг/кг) і мінімальну – кадмію (0,09 мг/кг). Вміст цинку та міді у планктонних організмах корелював з їх вмістом у воді ($r = 0,93$).

Синхронний відбір проб води й планктону та визначення концентрації важких металів дозволив розрахувати коефіцієнти накопичення, які слугують кількісними показниками розподілу металів у системі «вода – організм». Коефіцієнт накопичення кадмію складав 225, свинцю – 392, цинку – 290, міді – 9277, нікелю – 491 і заліза – 71. Високий коефіцієнт накопичення міді, можливо, пов'язаний з вибірковою здатністю до накопичення цього елемента певними видами фітопланктону.

Зообентос водойм складався переважно з личинок хірономід, олігохет, нематод, личинок бабок та одноклених з максимальною біомасою $5 \pm 0,8$ г/м², що характеризувало стави як середньотрофічні.

Аналіз вмісту важких металів показав максимальний вміст заліза (102 мг/кг) в донних організмах і мінімальний – кадмію (0,5 мг/кг). Виявлено, що вміст важких металів у донних гідробіонтах Петриківських ставів повторює розподіл цих елементів у донних відкладеннях. Коефіцієнти накопичення важких металів у зообентосі відносно донних відкладень були наступними: кадмій – 13,0, свинець – 1,14, цинк – 0,8, мідь – 1,4, нікель – 5,2, залізо – 2,6. Таким чином, представники донної фауни вирощувальних ставів були макроконцентраторами кадмію, нікелю та заліза ($KH > 2$) і деконцентраторами цинку ($KH < 1$) [12].

Особливу зацікавленість виявляє вивчення накопичення та розподілу в організмі молоді риб важких металів, які можуть впливати на ріст організму, а також загальну біопродуктивність водойм.

Проведені дослідження не виявили перевищень ГДК у м'язах і тушках молоді коропових риб (табл. 1).

Таблиця 1

Вміст важких металів у тушках цьогогорічок коропових риб Петриківського рибгоспу, мг/кг ($M \pm m$), n=5

Метали	Вміст, мг/кг	ГДК
Мідь	$0,7 \pm 0,04$	10,0
Нікель	$0,3 \pm 0,02$	0,5
Свинець	$0,3 \pm 0,05$	1,0
Кадмій	$0,008 \pm 0,0009$	0,2
Залізо	$10,0 \pm 1,25$	30,0
Цинк	$8,0 \pm 0,96$	40,0

За сумарним вмістом важких металів в організмі корошових риб суттєвих відмінностей не виявлено ($p \geq 0,05$).

Накопичення важких металів у риб, що вирощувались у Петриківському рибному господарстві, відбувалось відповідно до наступних рядів за порядком зменшення значення коефіцієнту накопичення та суттєво не відрізнялось у коропа і білого товстолобика:

Короп: $Cu > Zn > Pb > Cd > Fe$

Білий товстолобик: $Cu > Zn > Pb > Fe > Cd$

Установлено приходний баланс важких металів у контрольованих водоймах, тобто встановлено кількість розчинених форм металів, які акумулювались у ставах з води джерела живлення даних екосистем. Як відомо, попадаючи у водойми, розчинені форми металів розподіляються у різних компонентах водних екосистем. Основною формою міграції важких металів у водоймах є завислі речовини, які відіграють важливу роль в осіданні даних елементів. Не менш важлива роль у поглинанні важких металів, що поступають до водойми, відводиться живим організмам, тобто біоасиміляції, а також утворенню комплексних сполук металів з неорганічними та органічними розчиненими речовинами [13].

Характер розподілу важких металів в екосистемах вирощувальних ставів Петриківського рибгоспу представлено на рис. 1. Основна частина важких металів седиментувалась у донні відклади (79%), у зваженому стані знаходилось біля 13%. Такий розподіл відбувався, в основному, за рахунок осаду заліза, це підтверджується раніше отриманими даними на прикладі ставів з різними джерелами водопостачання [14]. У контрольованих Петриківських ставах біоакумуляція важких металів проходила наступним чином: 4,0% накопичувалось водними рослинами, 3,0% – планктоном, 0,6% – рибою та 0,4% – зообентосом.

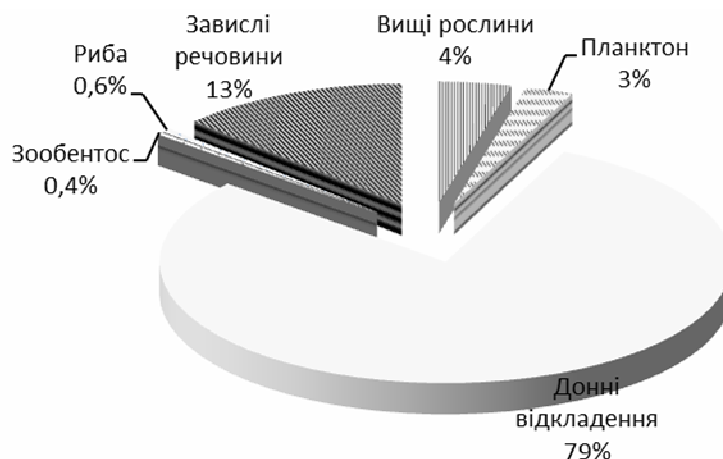


Рис. 1. Баланс важких металів у Петриківських ставах.

Аналіз даних показав, що в біокомпонентах досліджуваних водних екосистем накопичувалось близько 8% тієї частини важких металів, які потрапили до ставів з річковою водою. Найбільш активно важкі метали акумулювались водними рослинами.

Дослідження показали, що достатньо акумулювались планктонними організмами цинк, залізо та нікель, що сприяло передачі за харчовими ланцюгами цих елементів до організму молоді риб.

У зообентосі накопичувалась мінімальна кількість усіх важких металів з води, за винятком заліза. Як вказано вище, ці організми в контрольованих нами водоймах накопичували важкі метали, в основному, з донних відкладів.

В організмі риб активно акумулювався цинк (близько 30% приходного балансу). Це пов'язано з тим, що цинк є життєво важливим елементом. Як відомо, у період розвитку риб збільшується потреба не тільки в макроелементах, але і в мікроелементах, зокрема, в цинку. Він у великій кількості потрібний для формування кісткового скелету, плавців, луски. Як

активатор лужної фосфатази, необхідний для синтезу й активації ферментів, які містять цинк, що забезпечує процеси тканинного дихання, які в період раннього онтогенезу риб здійснюються достатньо інтенсивно. Саме це і визначає високу акумулятивну здатність організму риб на ранніх стадіях розвитку (личинки, мальки) [12]. Найменш активно акумулювався в організмі риб кадмій, що складало 0,0001 кг/став.

Висновки

1. У воді джерела водопостачання ставів Петриківського рибгоспу вміст майже усіх дослідних важких металів не перевищував ГДК для водойм рибогосподарського призначення. Концентрація заліза складала 1,9 ГДК.

2. За рахунок акумуляції металів у біотичних та абіотичних компонентах гідроекосистеми, у воді, яка витікала із ставів, кількість металів зменшувалася (до 64%) порівняно з водою джерела водопостачання.

3. У кормових організмах (планктон і зообентос) встановлено максимальний вміст заліза (13,45-102 мг/кг) і мінімальний кадмію (0,09-0,5 мг/кг). Вміст важких металів у зообентосі корелює з їх вмістом у донних відкладеннях. Представники донної фауни є макроконцентраторами кадмію, нікелю та заліза та деконцентраторами цинку.

4. Вміст важких металів у м'язах і тушках цьогорічок коропа та білого товстолобика не перевищував ГДК.

5. Аналіз балансу важких металів в екосистемах дослідних ставів показав, що в їх біокомпонентах акумулювалося 8% розчинних форм металів від тих, що надходили з річковою водою. Молодь коропових риб акумулювала 0,6% металів. Максимальна кількість важких металів акумулювалась у донних відкладеннях (79%) і завислих речовинах (13%).

6. З метою біологічного очищення води рибницьких ставів можливо використовувати макрофіти: *Typha latifolia* L., *Pragmites australis* Cav., *Scirpus lacustris* L. Для вилучення з кругообігу нікелю та кадмію можливо використовувати рослини родини ряскових (*Lemna trisulca* L.).

Список літератури

1. Гуменюк Г. Б. Вміст і міграція міді, кобальту, кадмію та свинцю в екосистемі Тернопільського ставу / Г. Б. Гуменюк // Наук. зап. Тернопільського пед. ун-ту ім. В. Гнатюка. Сер.: Біол. Спецвип.: Гідроекологія. – 2001. – № 3 (14). – С. 191–193.

2. Запорожское водохранилище / [А. И. Дворецкий, Ф. П. Рябов, Г. П. Емец и др.]. – Днепропетровск: Изд-во Днепропетр. нац. ун-та, 2000. – 170 с.

3. Федоненко О. В. Вплив антропогенних факторів на стан промислової іхтіофауни Запорізького водосховища: автореф. дис. на здобуття наукового ступеня доктора біологічних наук: спец. 03.00.16 «Екологія» / О. В. Федоненко. – Одеса, 2010. – 38 с.

4. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / [За ред. В. Д. Романенко]. – К., 2006. – 628 с.

5. Рожкова И. М. Методика определения минеральных веществ в воде, корме, органах, тканях и экскрементах рыб / И. М. Рожкова // Вопросы физиологии и биохимии питания рыб. – 1987. – С. 176–182.

6. Хавезов И. Атомно-абсорбционный анализ / И. Хавезов, Д. Цалев. – Л.: Химия, 1983. – 144 с.

7. Лакин Г. Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин. – М.: Высш. шк., 1980. – 350 с.

8. Евтушенко Н. Ю. Проблемы и задачи ихтиотоксикологического биомониторинга / Н. Ю. Евтушенко / II Всесоюз. конф. по рыбохозяйственной токсикологии. – СПб., 1991. – Т. 1. – С. 172–173.

9. Линник П. М. Комплексоутворення металів з природними органічними речовинами – важливий фактор детоксикації (за результатами біотестування) / [П. М. Линник, Е. П. Щербань, Т. О. Васильчук та ін.] // Наук. зап. Тернопільського пед. ун-ту ім. В. Гнатюка. Сер.: Біол. Спецвип.: Гідроекологія, 2001. – № 3 (14). – С. 206–208.

10. Микрякова Т. В. Накопление тяжелых металлов макрофитами в условиях различного уровня загрязнения водной среды / Т. В. Микрякова // Водные ресурсы. – 2002. – Т. 29, № 2. – С. 253–255.

11. Кражан С. А. Природна кормова база рибогосподарських водойм / С. А. Кражан, М. І. Хижняк. – Херсон, 2011. – 321 с.

12. Романенко В. Д. Основи гідроекології / В. Д. Романенко. – К.: Обереги, 2001. – С. 156–160.

13. Лукьяненко В. И. Экологические аспекты ихтиотоксикологии / В. И. Лукьяненко. – М.: Агропромиздат, 1984. – 237 с.

14. Шарамок Т. С. Баланс тяжелых металлов в экосистемах выростных прудов рыбных хозяйств Днепропетровской области / Т. С. Шарамок, Н. И. Бескровная, А. И. Дворецкий // Рыбне господарство. – 2004. – Вип. 63. – С. 262–256.

Шарамок Т. С., Федоненко Е. В. Распределение тяжелых металлов в экосистеме Петриковских прудов. – В статье приведены данные о распределении тяжелых металлов в выростных прудах Петриковского рыбхоза. Определено содержание тяжелых металлов в воде, донных отложениях, планктоне, зообентосе, макрофитах и молоди карповых рыб. На основе этих результатов рассчитан баланс тяжелых металлов в экосистеме выростных прудов.

Ключевые слова: Петриковский рыбхоз, выростные пруды, баланс тяжелых металлов.

Sharamok T. S., Fedonenko O. V. Distribution of heavy metals in the ecosystem of the Petrykovsky ponds. – The article presents data on the characteristic of heavy metals distribution in growing ponds of the Petrykovska fish farm. Heavy metals are determined in water, sediments, plankton, zoobenthos, macrophytes and young carp fish. On the base on these results the balance of heavy metals in the ecosystem of growing ponds have calculated.

Key words: Petrykovska fish farm, growing ponds, balance of heavy metals.

УДК 595.423 : 574.34

© А. Д. Штирц, М. С. Ярошенко
**ПАНЦИРНЫЕ КЛЕЩИ КАК БИОИНДИКАТОРЫ СТЕПЕНИ ВЛИЯНИЯ
ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГП «АРТЕМСОЛЬ» (Г. СОЛЕДАР)
НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

Донецкий национальный университет; 83050, г. Донецк, ул. Щорса, 46; e-mail: eco99@i.ua

Штирц А. Д., Ярошенко М. С. Панцирные клещи как биоиндикаторы степени влияния производственной деятельности ГП «Артемсоль» (г. Соледар) на окружающую среду. – На территории промплощадки и буферной зоны ГП «Артемсоль» обнаружено 13 видов панцирных клещей. Установлено, что экологическая структура сообществ панцирных клещей исследуемой территории является нарушенной, типичной для антропогенно трансформированных экосистем и характеризуется крайне низкими показателями видового богатства, средней плотности населения, индексов экологического разнообразия, а также нарушением структуры доминирования и характера распределения жизненных форм, особенно на территории промплощадки предприятия. По интегральному показателю порогов чувствительности сообществ панцирных клещей экологическое состояние буферной зоны ГП «Артемсоль» в целом оценивается как неблагоприятное, промплощадки – крайне неблагоприятное.

Ключевые слова: панцирные клещи, орибатида, биоиндикация.

Введение

В современных исследованиях влияние антропогенных факторов на окружающую среду оценивается как по изменениям (морфологическим, физиологическим, генетическим) отдельных организмов, так и по структуре их сообществ. Панцирные клещи (орибатида) являются объектом почвенно-экологических исследований и используются для биоиндикации антропогенной нагрузки на экосистемы. По мнению Д. А. Криволуцкого и др. [9], почвенно-зоологический метод индикации может быть с успехом применен для диагностики разных форм антропогенного воздействия. Одним из направлений данной работы является установление степени антропогенной трансформации экосистем с помощью основных синэкологических показателей сообществ панцирных клещей.

В литературе имеются отрывочные сведения о влиянии такой формы антропогенной нагрузки, как засоление почвы на население панцирных клещей. Отмечено, что производство калийных удобрений влечет за собой формирование сильно засоленных отвалов отработанной породы, не только исключая из с/х использования большие территории, но и приводящих к интенсивному засолению почвы. Показано, что несмотря на некоторое увеличение численности панцирных клещей на засоленных территориях, их видовой состав существенно изменяется. В 3,5 раза снижается величина суммарной зоомассы. В загрязненном биотопе более 80% орибатид концентрируется в поверхностном слое почвы, в то время как в контроле – только 54%. Значительно снижается доля такого высокопластичного вида, как *Oppiella nova* (Oudemans, 1902). Аналогичная реакция этого вида на загрязнение биоценозов засоленными пластовыми водами позволяет считать его одним из возможных индикаторов засоления почвы [9].

Цель работы – используя основные синэкологические характеристики сообществ панцирных клещей в качестве показателей для биоиндикации, установить уровень влияния производственной деятельности государственного предприятия (ГП) «Артемсоль» (г. Соледар) на окружающую среду.

В задачи исследования входило установление видовой состава панцирных клещей, анализ основных синэкологических характеристик сообществ (численность и плотность населения, видовое богатство и экологическое разнообразие, структура доминирования и соотношение жизненных форм) и оценка уровня влияния производственной деятельности предприятия по шкале, учитывающей пороги чувствительности сообществ панцирных клещей.

Матеріал и методика исследования

Материал был собран в 2011 г. (май, июль, сентябрь) на территории промплощадки ГП «Артемсоль» г. Соледар (Донецкая обл.) и в буферной зоне предприятия в 100 м от его территории. Всего за период исследования было собрано и обработано 60 почвенных проб, из которых извлечено 411 экз. взрослых панцирных клещей, относящихся к 13 видам.

Отбор почвенных проб и выгонка клещей проводились по общепринятой методике Е. М. Булановой-Захваткиной [3]. Видовая принадлежность панцирных клещей устанавливалась при микроскопировании с помощью микроскопа Zeiss Primo Star (Германия). При этом использовались определители [7, 8, 10], а также статьи с первоописаниями видов. Для анализа структуры доминирования сообществ использовались градации доминирования по шкале Г. Энгельмана [11], где E – эудоминант (>40,0%), D – доминант (12,5-39,9%), SD – субдоминант (4,0-12,4%), R – рецедент (1,3-3,9%), SR – субрецедент (<1,3%).

Анализ распределения морфо-экологических типов панцирных клещей проведен в соответствии с работами Д. А. Криволицкого [5, 9]. Для оценки экологического разнообразия сообществ панцирных клещей исследуемых участков использован индекс Шеннона [6]. Расчеты проведены в MS Excel.

Результаты и обсуждение

Производственное объединение «Артемсоль» – самое крупное современное предприятие по добыче и переработке каменной соли на Украине и в странах СНГ, включает в себя пять шахт с подземной добычей и полным циклом переработки соли на солефабриках и отгрузкой ее потребителям. Предприятие добывает более 7 млн. тонн соли в год. Продукция «Артемсоли» отличается высоким процентным содержанием хлорида натрия (в пределах 97,7-98,5%) [4].

В ходе исследования на территории промплощадки ГП «Артемсоль» в весенний период (май) из 10 проб извлечено 4 экз. взрослых панцирных клещей, которые отнесены к 3 видам; в летний период (июль) в 10 пробах не было обнаружено ни одного экземпляра орибатид; в осенний период (сентябрь) извлечено 12 экз. взрослых панцирных клещей, которые относятся к 1 виду. В буферной зоне предприятия в весенний период из 10 проб извлечено 95 экз. взрослых орибатид, которые отнесены к 11 видам; в летний период – 140 экз. (6 видов); в осенний период – 160 экз. (4 вида) (табл. 1).

Анализируя среднюю плотность и видовое богатство населения панцирных клещей (рис. 1) исследуемой территории в весенний период, следует отметить очень низкие показатели на промплощадке: плотность составляет всего 160 экз./м², сообщество представлено тремя видами. Такие значения свидетельствуют о серьезных нарушениях в структуре комплекса панцирных клещей на данном участке. В буферной зоне предприятия в этот период плотность населения составила 3800 экз./м², обнаружено 11 видов панцирных клещей. В летний период на промплощадке не было обнаружено ни одного экземпляра орибатид. В буферной зоне средняя плотность населения возросла до 5600 экз./м², однако почти в 2 раза уменьшилось видовое богатство (6 видов). В осенний период плотность населения орибатид промплощадки была максимальной за всё время исследований (480 экз./м²), однако сообщество представлено всего одним видом *Zygoribatula frisiae* (Oudemans, 1900). В буферной зоне плотность населения возросла до максимальной отметки (6400 экз./м²), сообщество представлено всего 4-мя видами и увеличение плотности обусловлено возрастанием численности двух видов: *Scheloriabates laevigatus* (C. L. Koch, 1835) и *Psammogalumna thysanura* (Krivolutskaja, 1952).

Экологическое разнообразие сообществ орибатид исследуемых участков характеризуется низкими показателями (см. табл. 1). Так, максимальное значение индекса Шеннона отмечено в буферной зоне в весенний период – 1,60.

Видовой состав, численность и индексы доминирования панцирных клещей на территории промплощадки и в буферной зоне ГП «Артемсоль» (2011 г.)

Вид	май		июль		сентябрь	
	ПП	БФ	ПП	БФ	ПП	БФ
<i>Epilohmannia cylindrica cylindrica</i> (Berlese, 1904)	-	3/3,2 R*	-	-	-	-
<i>Liacarus sp.</i>	-	1/1,1 SR	-	-	-	-
<i>Dorycranosus acutus</i> (Pschorn-Walcher, 1951)	-	10/10,5 SD	-	4/2,9 R	-	-
<i>Tectocepheus velatus</i> (Michael, 1880)	1/25,0 D	2/2,1 R	-	6/4,3 SD	-	-
<i>Schutovertex sculptus</i> Michael, 1879	-	2/2,1 R	-	-	-	4/2,5 R
<i>Oribatula tibialis</i> (Nicolet, 1855)	-	3/3,2 R	-	23/16,4 D	-	10/6,3 SD
<i>Zygoribatula frisiae</i> (Oudemans, 1900)	2/50,0 E	-	-	-	12/100,0 E	-
<i>Protoribates capucinus</i> (Berlese, 1908)	-	5/5,3 SD	-	4/2,9 R	-	-
<i>Protoribates longior</i> Berlese, 1908	-	1/1,1 SR	-	-	-	-
<i>Scheloribates laevigatus</i> (C. L. Koch, 1835)	-	49/51,6 E	-	47/33,6 D	-	98/61,2 E
<i>Punctoribates liber</i> Pavlitshenko, 1991	-	2/2,1 R	-	-	-	-
<i>Ceratozetes minutissimus</i> Willmann, 1951	1/25,0 D	-	-	-	-	-
<i>Psammogalumna thysanura</i> (Krivolutskaja, 1952)	-	17/17,9 D	-	56/40,0 E	-	48/30,0 D
Численность	4	95	-	140	12	160
Количество видов	3	11	-	6	1	4
Ср. плотность (экз./м ²)	160	3800	-	5600	480	6400
Индекс Шеннона	1,04	1,60	-	1,37	-	0,93

Примечания:

1. ПП – промплощадка, БФ – буферная зона предприятия;
2. * – численность панцирных клещей (экз.) / индекс доминирования (%).

Анализируя структуру доминирования сообществ (рис. 2, табл. 1) в весенний период, следует отметить явное её нарушение на промплощадке, где обнаружено всего 4 экз. взрослых панцирных клещей: доля эудоминанта *Z. frisiae* составляет 50,0% и по 25,0% приходится на 2 других вида. В сообществе буферной зоны преобладают другие виды: *Sch. laevigatus* (51,6%) и *P. thysanura* (17,9%), при этом отмечены 5 рецедентных и 2 субрецедентных вида. В летний период структура доминирования орибатид в буферной зоне характеризуется увеличением количества и доли вида *P. thysanura* (до 40,0%). Численность другого доминанта *Sch. laevigatus* остается на прежнем уровне, хотя доля его в сообществе снижается до 33,6%.

В летний период увеличивается численность вида *Oribatula tibialis*, который занимает доминирующие позиции – 16,7%. При этом в сообществе исчезают субрецеденты и количество рецедентных видов сокращается до двух.

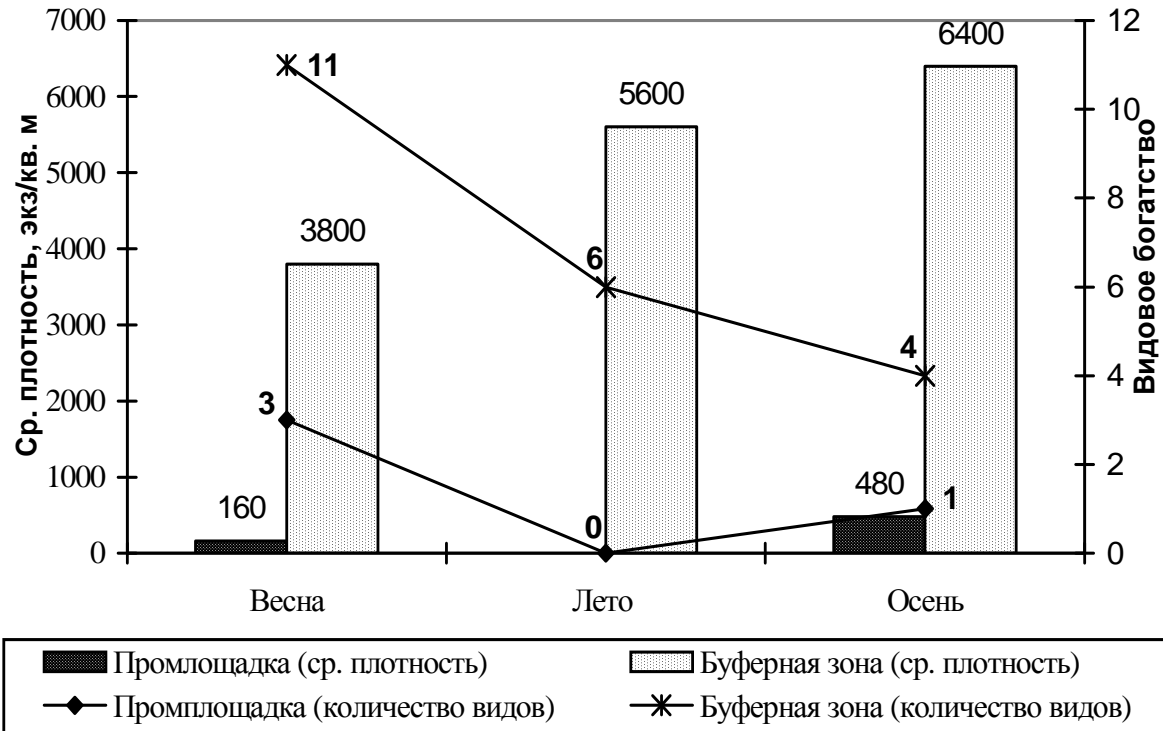


Рис. 1. Средняя плотность и видовое богатство панцирных клещей промплощадки и буферной зоны ГП «Артемсоль» (г. Соледар) (2011 г.).

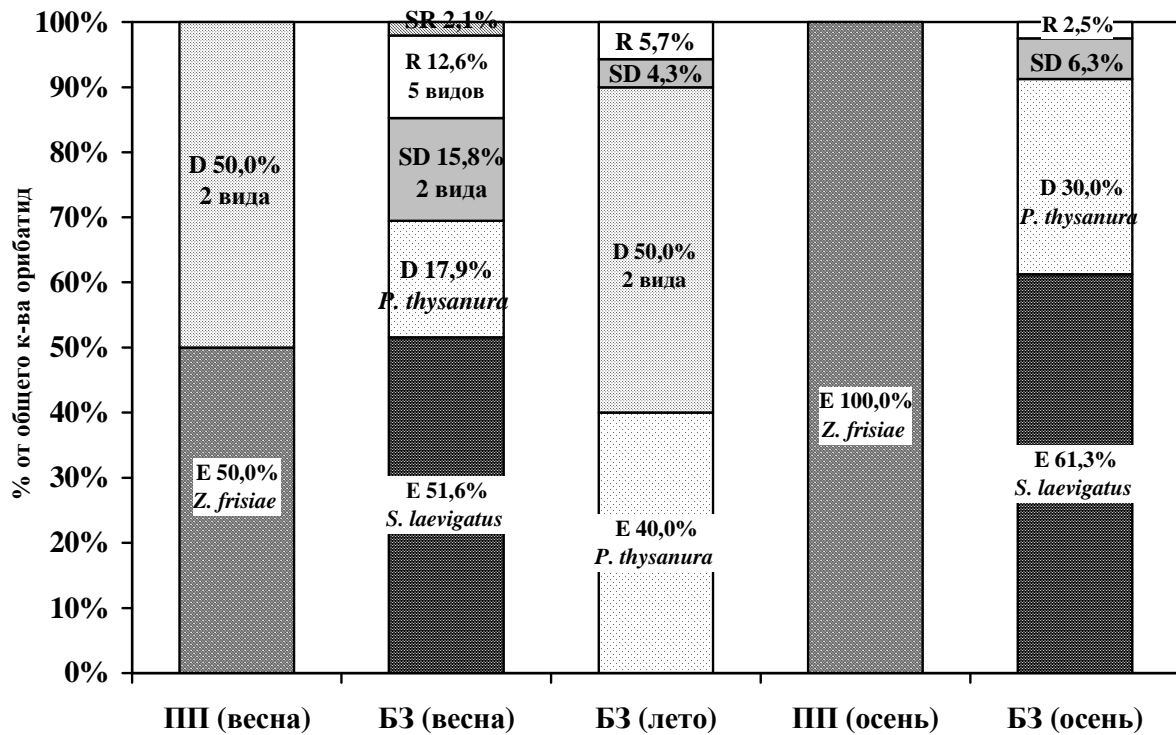


Рис. 2. Структура доминирования панцирных клещей промплощадки и буферной зоны ГП «Артемсоль» (г. Соледар) (2011 г.): ПП – промплощадка, БЗ – буферная зона.

В осенний период сообщество орибатид промплощадки представлено только одним видом – *Z. frisiae*. В сообществе буферной зоны почти в 2 раза возрастает численность и увеличивается доля *Sch. laevigatus* (до 61,3%), а доля *P. thysanura* снижается до 30,0% (по сравнению с летним периодом), при этом субрециденты не отмечены и остается лишь 1 рецидентный вид (см. рис. 2).

Анализ соотношения морфо-экологических типов орибатид показал, что из 6 существующих жизненных форм на исследуемых участках встречаются только обитатели поверхности почвы, вторично неспециализированные и глубокопочвенные формы (рис. 3). В весенний период на промплощадке все обнаруженные орибатиды принадлежат к одной неспециализированной жизненной форме. В буферной зоне эта группа также доминирует (67,4%). В сообществе также отмечены обитатели поверхности почвы (29,4%) и глубокопочвенные формы (3,2%). В летний период количество жизненных форм здесь снижается до двух (исчезают глубокопочвенные формы). Осенью сообщество промплощадки также представлено только вторично неспециализированной формой. В буферной зоне, как и в летний период, отмечены только два морфо-экологических типа, причем доля вторично неспециализированных форм возрастает до 70,0%.

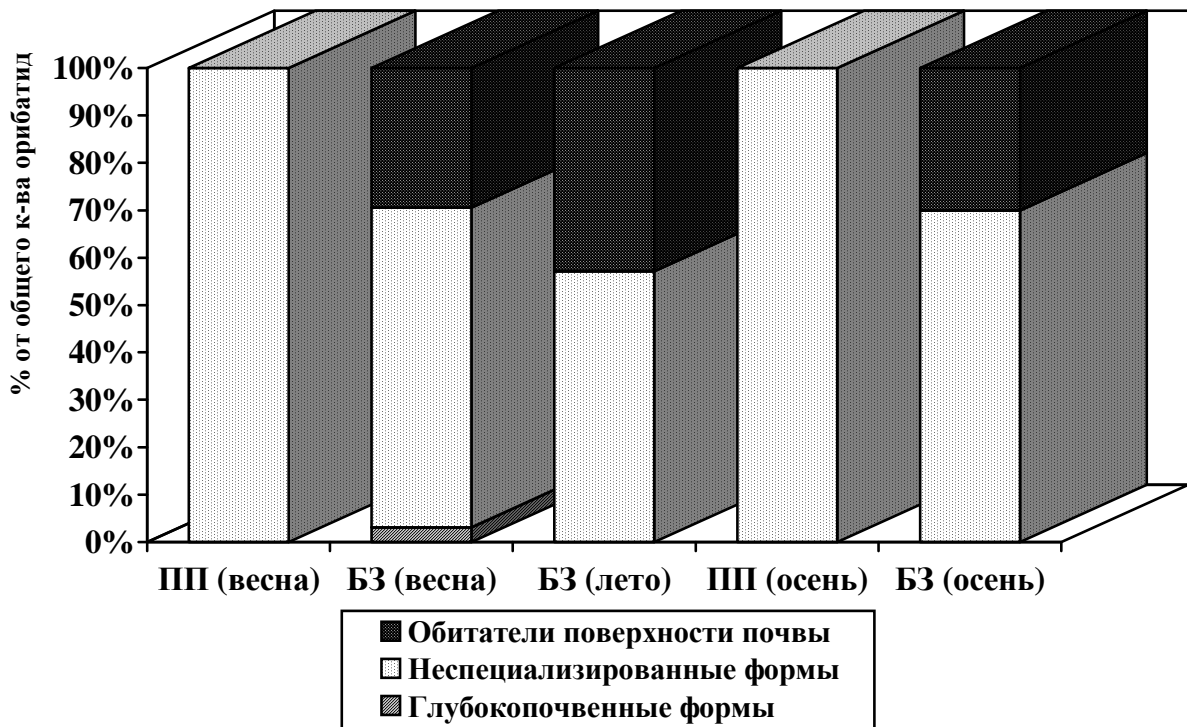


Рис. 3. Соотношение жизненных форм панцирных клещей промплощадки и буферной зоны ГП «Артемсоль» (г. Соледар) (2011 г.): ПП – промплощадка, БЗ – буферная зона.

В результате проведенного анализа состава и экологической структуры сообществ панцирных клещей исследованного техногенного ландшафта можно оценить качество окружающей среды по порогам чувствительности сообществ панцирных клещей. Установлено, что по интегральному показателю порогов чувствительности сообществ панцирных клещей [1, 2] экологическое состояние промплощадки ГП «Артемсоль» в целом является **крайне неблагоприятным**. Это касается показателей как в летний, так и в осенний периоды; в весенний период состояние характеризуется как **неблагоприятное**. В буферной зоне предприятия качество окружающей среды можно оценить как **субнормальное** в весенний период и **неблагоприятное** в летний и осенний периоды (рис. 4).

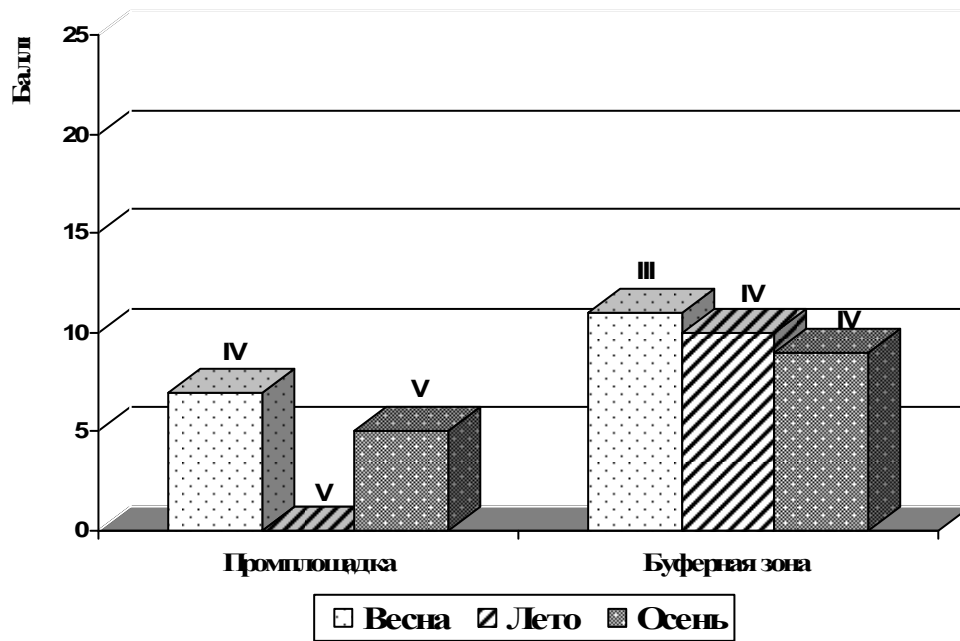


Рис. 4. Оценка качества окружающей среды промплощадки и буферной зоны ГП «Артемсоль» (г. Соледар) по порогам чувствительности сообществ панцирных клещей (max = 25 баллов): III – субнормальное (11-15 баллов), IV – неблагоприятное (6-10 баллов), V – крайне неблагоприятное (0-5 баллов).

Выводы

В результате проведенных исследований установлено, что экологическая структура сообществ панцирных клещей территории промплощадки и буферной зоны ГП «Артемсоль» является нарушенной, типичной для антропогенно трансформированных экосистем и характеризуется крайне низкими показателями видового богатства, средней плотности населения, индексов экологического разнообразия, а также нарушением структуры доминирования и характера распределения жизненных форм, особенно на промплощадке предприятия. По интегральному показателю порогов чувствительности сообществ панцирных клещей экологическое состояние буферной зоны ГП «Артемсоль» в целом оценивается как *неблагоприятное*, промплощадки – *крайне неблагоприятное*.

Список литературы

1. Беспалова С. В. Визначення порогів чутливості біоіндикаторів на дію екологічно несприятливих факторів середовища / С. В. Беспалова, О. С. Горецький, А. Д. Штірц та ін. // Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону. – 2010. – Вип. 1 (10). – С. 9–25.
2. Беспалова С. В. Критерії оцінки екологічного стану середовища за порогам чутливості біоіндикаторів / С. В. Беспалова, О. С. Горецький, А. Д. Штірц та ін. // Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону. – 2011. – Вип. 1 (11). – С. 25–43.
3. Буланова-Захваткина Е. М. Панцирные клещи – оribатиды / Е. М. Буланова-Захваткина. – М.: Высш. шк., 1967. – 254 с.
4. ГП «Артемсоль». – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://artyomsalt.com>
5. Криволицкий Д. А. Морфо-экологические типы панцирных клещей (Acariformes, Oribatei) / Д. А. Криволицкий // Зоол. журн. – 1965. – Т. 44, вып. 8. – С. 1176–1189.
6. Мэггаран Э. Экологическое разнообразие и его измерение: пер. с англ. / Э. Мэггаран. – М.: Мир, 1992. – 184 с.
7. 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.

8. *Определитель* цератозетоидных клещей (Oribatei, Ceratozetoidea) Украины / Павличенко П. Г. – К.: Изд-во ин-та зоол. им. И. И. Шмальгаузена, 1994. – 143 с.
9. *Панцирные клещи*: морфология, развитие, филогения, экология, методы, исследования, характеристика модельного вида *Nothrus palustris* C. L. Koch, 1839 / [Д. А. Криволуцкий, Ф. Лебрен, М. Кунст и др.] / Под ред. Д. А. Криволуцкого. – М.: Наука, 1995. – 224 с.
10. *Сергиенко Г. Д.* Фауна Украины. Низшие орибатидаы. – К.: Наук. думка, 1994. – Т. 25, вып. 21. – 203 с
11. *Engelmann H.-D.* Zur Dominanzklassifizierung von Bodenartropoden / H.-D. Engelmann // *Pedobiologia*. – 1978. – Bd. 18, Hf. 5/6. – S. 378–380.

Штірц А. Д., Ярошенко М. С. Панцирні кліщі як біоіндикатори ступеня впливу виробничої діяльності ДП «Артемсіль» (м. Соледар) на навколишнє середовище. – На території проммайданчика й буферної зони ДП «Артемсіль» виявлено 13 видів панцирних кліщів. Установлено, що екологічна структура угруповань панцирних кліщів досліджуваної території є порушеною, типовою для антропогенно трансформованих екосистем і характеризується вкрай низькими показниками видового багатства, середньої щільності населення, індексів екологічної розмаїтості, а також порушенням структури домінування й характеру розподілу життєвих форм, особливо на території проммайданчика підприємства. За інтегральним показником порогів чутливості угруповань панцирних кліщів екологічний стан буферної зони ДП «Артемсіль» у цілому оцінюється як несприятливий, проммайданчика – вкрай несприятливий.

Ключові слова: панцирні кліщі, орибатидаы, біоіндикація.

Shtirts A. D., Yaroshenko M. S. The oribatid mites as bioindicators of industrial impact level of the «Artyomsol» (Soledar) on environment. – 13 oribatid mites species have been found in the industrial site and buffer zone of the «Artyomsol». It has been found that the ecological structure of oribatid mites communities of researched area is disrupted and typical for anthropogenically transformed ecosystems. It is also characterized by extremely low species wealth rate, average population density, ecological diversity indexes, moreover changes in dominance structure and life forms distribution, especially in the industrial site. The integral metric threshold rate for oribatid mites communities shows an adverse condition of the «Artyomsol» buffer zone and extremely adverse condition of the industrial site.

Key words: oribatid mites, bioindication.

УДК 598.2 : 591.5

© Ю. А. Штирц

**ЦИКЛИЧЕСКАЯ ДИНАМИКА СТРУКТУРЫ ОРНИТОНАСЕЛЕНИЯ
ВОДНО-БОЛОТНЫХ КОМПЛЕКСОВ Г. ДОНЕЦКА**

*Донецкий ботанический сад НАН Украины; 83059, г. Донецк, пр. Ильича, 110
e-mail: strelkova@i.ua*

Штирц Ю. А. Циклическая динамика структуры орнито­на­се­ле­ния водно-болотных комплексов г. Донецка. – В составе орнито­на­се­ле­ния водно-болотных комплексов г. Донецка выявлено 70 видов птиц. Максимальное число видов (58) зарегистрировано в поздне­ве­сен­ний период, минимальное (26) – в предвесенний. Долевое участие группы доминантов варьирует от 36,5 до 83,7%. Циклическая динамика топической структуры населения птиц характеризуется сменой доминирования групп гигрофилов и синантропов. Трофическая структура орнито­на­се­ле­ния существенно меняется в течение года, что обусловлено как изменением видового состава и численности птиц, так и изменением спектра питания одними и теми же видами в разные периоды года.

Ключевые слова: орнито­на­се­ле­ние, циклическая динамика, топическая структура, трофическая структура, водно-болотный комплекс.

Введение

В наши дни почти не осталось территорий, не затронутых человеческой деятельностью, но формы и степень этого воздействия различны. Особенно выражено влияние человеческой деятельности в городах [4]. Поиск путей оптимизации взаимодействия общества с природной средой является одной из важнейших задач настоящего времени. В связи с этим актуальным направлением является организация оперативного наблюдения за популяциями живых организмов. Мобильность орнито­эле­мен­тов в пространстве и времени определённым образом усложняет проведение соответствующих исследований, особенно на значительно изменённых человеком территориях – в городах и городских конгломератах. Поэтому изучение динамики населения птиц урбанизированных территорий на протяжении года является актуальной задачей [17].

Птицам свойственна видовая специфичность в выборе местообитаний и сезонная изменчивость их предпочтения, что создаёт сложную картину пространственно-временного распределения птиц [22]. Для оценки роли птиц в экосистеме необходимы сведения об изменении численности по сезонам года в различных биотопах. В результате сравнения численности вида птиц с численностью других видов можно оценить его роль, оперируя процентом участия, т.е. количеством особей данного вида, выраженном в процентах от числа всех отмеченных в данном местообитании птиц [15].

Водно-болотные комплексы в черте города представляют собой остатки негородских экосистем [7]. В данную категорию нами были условно объединены водная поверхность с воздушным пространством над ней, различные прибрежные и заболоченные участки.

Следует отметить, что исследования состава населения птиц водно-болотных комплексов г. Донецка проводились ранее [19, 20 и др.]. В данной работе основное внимание сосредоточено на динамике топической и трофической структуры, а также структуры доминирования населения птиц водно-болотных комплексов города непрерывно на протяжении годового цикла.

Цель работы – установить закономерности циклической динамики структуры орнито­на­се­ле­ния водно-болотных комплексов г. Донецка.

Материал и методика исследования

Сбор материала осуществлялся с 1997 по 2012 гг. на территории г. Донецка. В качестве основных объектов были выбраны: река Кальмиус в черте г. Донецка, Кальмиусское водохранилище, водохранилища на территории Центрального парка культуры и отдыха им. А. С. Щербакова, прилегающие прибрежные участки, различные заболоченные территории. Ввиду того, что анализу подвергалось население птиц в целом, в ходе сбора материала учитывались все виды, каким-либо образом связанные в конкретный период с исследуемыми

биотопами, включая виды-посетители. При проведении учётов за основу был принят маршрутный метод. Учёты птиц проводились в повторности, превышающей пятикратную. В пределах биотопов, шириной не менее 200 м, применялся метод Е. С. Равкина и Н. Г. Челинцева (подробное описание метода приведено в работе А. И. Гузия [6]).

Для многих групп животных показано уменьшение числа видов от окрестностей к центру города. Параллельно изменению абиотических и биотических факторов окружающей среды от окраин к центру города изменяются и соотношения отдельных экологических групп у многих таксонов животных [7]. Исходя из этого, сбор материала не проводился в пределах водно-болотных комплексов, биотопически расположенных на окраине города.

Расчёт средней арифметической, ошибки средней, показателя точности средней проводился по формулам, приведенным в работе Г. Ф. Лакина [10]. Точность считалась удовлетворительной, если показатель точности средней не превышал 5% [10].

При изучении циклической динамики орнитоаселения использовалась периодизация годового цикла, разработанная С. А. Лопарёвым [11]: зимний период (с 1 декабря – 1 января до последней декады февраля), предвесенний (обычно с 20 февраля по 5–8 марта, иногда период выпадает), ранневесенний (с 5–8 марта до конца первой декады апреля), поздневесенний (середина апреля – середина мая), летне-гнездовой (с 20 мая до начала июля), позднелетний (с 1 июля до середины августа), раннеосенний (15 августа – конец первой декады сентября), осенний (со второй декады сентября до середины третьей декады октября; в годы с ранней и холодной осенью – до 20 октября, с затяжной и тёплой – до начала ноября) и позднеосенний (в годы с ранней и холодной зимой аспект отсутствует, в годы с мягкой зимой может продолжаться до середины января) периоды. Каждый из периодов имеет конкретные календарные сроки и заметные индикаторы начала и окончания. Чёткие визуальные ориентиры начала и конца сезона дают возможность выделить их во время проведения учётов.

В основу анализа топической и трофической структуры положено доленое участие различных групп в общей структуре населения птиц. При анализе топической структуры выделялись группы топоморф согласно системе жизненных форм М. П. Акимова [1, 2] с некоторыми дополнениями: дендрофилы – тяготеющие к древесной и кустарниковой растительности; синантропы – тяготеющие к обитанию вблизи жилья человека; склерофилы – нуждающиеся в эрозионных обнажениях геологических пород или их аналогах (согласно определению, приведенному В. П. Беликом [3]); убиквисты – обитающие в различных биотопах (живущие повсюду); гигрофилы – связанные с водными ценозами и околородными биотопами.

Согласно М. П. Акимову [2], изучение жизненных форм чрезвычайно важно для характеристики абиотических условий среды. Такая категория жизненных форм, как топоморфы базируется на адаптациях к свойствам биотопа [2], что особенно важно при анализе населения животных, в частности, птиц в различных типах биотопов.

Для отражения доли синантропных видов рассчитывался индекс синантропизации как отношение числа синантропных видов к общему числу видов птиц [7].

Значение зооценоза в системе определяется, прежде всего, соотношением функциональных групп, которые, участвуя в общем круговороте веществ в экосистеме, обеспечивают её гомеостаз. Деформация экологических условий вызывает значительные изменения в функциональной структуре высших животных [5].

В ходе анализа трофической структуры нами выделялись следующие группы: энтомофаги – с явным преобладанием в питании в конкретный период беспозвоночных животных, в первую очередь, насекомых; фитофаги – с преобладанием различных растительных кормов; фито-энтомофаги – питающиеся беспозвоночными животными и растительными кормами в равном соотношении; ихтиофаги – с преобладанием в питании рыбы; энтомо-ихтиофаги – питающиеся рыбой и беспозвоночными животными в равном соотношении; хищники – питающиеся живыми позвоночными животными (за исключением рыб); эврифаги – кормом смешанного содержания без явного преобладания тех или иных

кормов. Принадлежность вида к конкретной топической и трофической группе определялась на основе анализа литературы [8, 9, 12-14, 16, 21 и др.] и собственных наблюдений.

Оценка достоверности различий долевого участия топических и трофических групп в структуре орнитонаселения проводилась способом проверки равенства долей, основанном на использовании угловой трансформации (φ-преобразования Фишера). Подробное описание метода приведено в работе Г. Ф. Лакина [10].

При анализе структуры доминирования использовались градации: доминанты – более 10,0%, субдоминанты – 1,0-10,0%, второстепенные виды – менее 1,0% общей численности всех видов [17, с уточнениями].

Названия видов птиц приведены согласно «Конспекту орнитологической фауны СССР» Л. С. Степаняна [18].

Результаты и обсуждение

В процессе изучения циклической динамики орнитонаселения водно-болотных комплексов зарегистрировано 70 видов птиц (табл. 1).

Таблица 1

Циклическая динамика структуры орнитонаселения водно-болотных комплексов г. Донецка

№ п/п	Вид	Долевое участие вида в структуре орнитонаселения, %								
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
1	<i>Podiceps ruficollis</i> (Pallas, 1764)	1,05	1,30	0,09	0,03	-	-	-	0,70	0,60
2	<i>Podiceps grisegena</i> (Boddaert, 1783)	-	-	0,07	0,02	-	-	-	0,08	-
3	<i>Podiceps cristatus</i> (Linnaeus, 1758)	0,01	0,02	0,14	0,04	-	-	-	0,16	0,01
4	<i>Ixobrychus minutus</i> (Linnaeus, 1766)	-	-	-	0,32	0,31	0,53	0,50	-	-
5	<i>Cygnus olor</i> (Gmelin, 1789)	-	-	0,21	0,38	-	0,01	0,58	0,09	-
6	<i>Anas platyrhynchos</i> Linnaeus, 1758	29,82	54,72	51,30	16,43	14,59	14,22	36,51	57,47	60,92
7	<i>Anas crecca</i> Linnaeus, 1758	-	-	0,52	0,25	-	-	0,06	0,15	-
8	<i>Anas acuta</i> Linnaeus, 1758	-	-	0,01	+	-	-	-	0,01	-
9	<i>Anas querquedula</i> Linnaeus, 1758	-	-	1,47	0,88	-	-	0,63	0,31	-
10	<i>Aythya ferina</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	0,02	+	-	-	-	0,08	-
11	<i>Mergus merganser</i> Linnaeus, 1758	+	0,01	0,01	-	-	-	-	-	0,03
12	<i>Circus aeruginosus</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	0,02	0,01	0,01	+	0,02	0,02	-
13	<i>Accipiter gentilis</i> (Linnaeus, 1758)	0,01	0,01	+	+	+	+	+	+	0,01
14	<i>Accipiter nisus</i> (Linnaeus, 1758)	0,11	0,13	0,05	-	-	-	-	0,15	0,04
15	<i>Falco columbarius</i> Linnaeus, 1758	+	+	+	-	-	-	-	+	+
16	<i>Phasianus colchicus</i> Linnaeus, 1758	0,10	0,10	0,05	0,03	0,02	0,02	0,06	0,08	0,06
17	<i>Rallus aquaticus</i> Linnaeus, 1758	0,01	0,01	0,23	0,32	0,26	0,46	1,56	0,61	+
18	<i>Porzana porzana</i> (Linnaeus, 1766)	-	-	-	0,06	-	-	0,08	0,03	-
19	<i>Porzana parva</i> (Scopoli, 1769)	-	-	-	0,09	0,03	0,02	0,08	-	-
20	<i>Gallinula chloropus</i> (Linnaeus, 1758)	2,67	3,12	1,24	1,25	3,08	1,81	6,22	4,50	2,71
21	<i>Fulica atra</i> Linnaeus, 1758	0,04	0,06	0,62	0,84	1,45	1,20	1,06	0,30	0,04
22	<i>Charadrius dubius</i> Scopoli, 1786	-	-	0,09	0,13	0,03	0,32	0,25	-	-
23	<i>Tringa ochropus</i> Linnaeus, 1758	-	-	-	0,03	0,01	0,01	0,05	0,01	-
24	<i>Tringa glareola</i> Linnaeus, 1758	-	-	-	0,01	-	-	+	-	-
25	<i>Tringa totanus</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	0,01	0,01	+	+	+	-	-
26	<i>Actitis hypoleucos</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	0,29	0,07	0,18	0,16	-	-
27	<i>Calidris minuta</i> (Leisler, 1812)	-	-	-	-	-	-	0,09	-	-
28	<i>Calidris alpina</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	0,05	0,01	-	0,04	-	-
29	<i>Gallinago gallinago</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	+	-	-	-	-	+	-
30	<i>Scolopax rusticola</i> Linnaeus, 1758	-	-	+	-	-	-	-	+	-
31	<i>Larus ridibundus</i> Linnaeus, 1766	+	+	0,09	+	+	+	0,03	0,05	0,01
32	<i>Larus cachinnans</i> Pallas, 1811	0,12	0,21	0,32	0,17	0,17	0,41	2,41	0,70	0,08
33	<i>Larus canus</i> Linnaeus, 1758	0,58	0,52	0,17	-	-	-	-	0,19	0,42
34	<i>Chlidonias niger</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	0,54	-	0,03	0,18	-	-
35	<i>Chlidonias leucopterus</i> (Temminck, 1815)	-	-	-	0,34	-	0,02	0,16	-	-
36	<i>Chlidonias hybrida</i> (Pallas, 1811)	-	-	-	0,16	-	0,02	0,10	-	-
37	<i>Cuculus canorus</i> Linnaeus, 1758	-	-	-	0,33	0,25	0,21	0,23	-	-

№ п/п	Вид	Долевое участие вида в структуре орнитонаселения, %								
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
38	<i>Apus apus</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	36,69	49,60	57,77	+	-	-
39	<i>Alcedo atthis</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	0,14	0,17	0,16	0,55	0,12	-
40	<i>Dendrocopos syriacus</i> (Hemprich et Ehrenberg, 1833)	0,25	0,32	0,33	0,25	0,25	0,10	0,23	0,23	0,15
41	<i>Riparia riparia</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	3,26	1,57	-	2,95	-	-
42	<i>Hirundo rustica</i> Linnaeus, 1758	-	-	-	7,02	9,61	6,44	9,29	1,75	-
43	<i>Delichon urbica</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	4,51	5,36	3,11	5,05	-	-
44	<i>Motacilla flava</i> Linnaeus, 1758	-	-	3,44	6,78	0,16	0,38	3,93	2,30	-
45	<i>Motacilla feldegg</i> Michahelles, 1830	-	-	0,28	0,95	0,02	0,06	0,50	0,25	-
46	<i>Motacilla citreola</i> Pallas, 1776	-	-	+	+	-	-	+	-	-
47	<i>Motacilla cinerea</i> Tunstall, 1771	0,53	-	-	-	-	-	-	-	0,50
48	<i>Motacilla alba</i> Linnaeus, 1758	-	-	26,16	6,86	1,49	1,91	5,89	2,21	-
49	<i>Sturnus vulgaris</i> Linnaeus, 1758	-	-	0,56	0,73	0,72	0,16	0,20	0,31	-
50	<i>Pica pica</i> (Linnaeus, 1758)	0,05	0,13	0,16	0,13	0,12	0,08	0,25	0,34	0,09
51	<i>Corvus cornix</i> Linnaeus, 1758	0,04	0,06	0,09	0,08	0,05	0,03	0,12	0,16	0,03
52	<i>Troglodytes troglodytes</i> (Linnaeus, 1758)	0,30	0,39	0,38	-	-	-	-	0,09	0,33
53	<i>Locustella luscinoides</i> (Savi, 1824)	-	-	+	1,51	0,91	1,36	1,56	-	-
54	<i>Acrocephalus schoenobaenus</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	0,03	0,02	0,03	0,04	-	-
55	<i>Acrocephalus palustris</i> (Bechstein, 1798)	-	-	-	0,03	0,09	0,14	0,18	-	-
56	<i>Acrocephalus scirpaceus</i> (Hermann, 1804)	-	-	-	0,19	0,51	0,81	0,76	-	-
57	<i>Acrocephalus arundinaceus</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	0,84	2,58	4,12	3,81	-	-
58	<i>Phylloscopus trochilus</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	0,09	0,16	0,02	-	0,08	0,18	-
59	<i>Phylloscopus collybita</i> (Vieillot, 1817)	-	-	0,07	0,05	-	-	0,01	0,11	-
60	<i>Ficedula albicollis</i> (Temminck, 1815)	-	-	-	+	+	+	-	-	-
61	<i>Luscinia svecica</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	0,55	1,76	2,82	1,14	2,34	1,75	-
62	<i>Panurus biarmicus</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	-	-	-	-	-	+	+
63	<i>Remiz pendulinus</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	0,33	0,75	0,83	0,87	1,74	-	-
64	<i>Parus caeruleus</i> Linnaeus, 1758	1,57	1,30	0,47	0,25	0,14	0,07	0,24	0,47	0,84
65	<i>Parus major</i> Linnaeus, 1758	3,12	2,92	1,41	0,38	0,41	0,26	0,96	2,84	2,28
66	<i>Certhia familiaris</i> Linnaeus, 1758	0,21	0,19	+	-	-	-	0,01	0,06	0,09
67	<i>Passer domesticus</i> (Linnaeus, 1758)	16,10	9,87	3,45	1,45	0,89	0,56	3,10	7,57	8,42
68	<i>Passer montanus</i> (Linnaeus, 1758)	37,78	19,47	4,77	2,21	1,40	0,95	5,19	12,84	19,54
69	<i>Carduelis carduelis</i> (Linnaeus, 1758)	5,56	5,13	0,70	-	-	-	-	0,72	2,80
70	<i>Emberiza schoeniclus</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Общая численность населения птиц, особей/км ²		189,0 ±17,78	154,0 ±12,98	213,2 ±18,80	316,2 ±24,78	584,6 ±43,54	1095,7 ±66,57	397,0 ±34,24	326,3 ±30,06	333,8 ±26,16
Индекс синантропизации (Ws)		0,074	0,077	0,043	0,086	0,116	0,114	0,093	0,067	0,074

Примечания:

1. I – зимний, II – предвесенний, III – ранневесенний, IV – поздневесенний, V – летне-гнездовой, VI – позднелетний, VII – раннеосенний, VIII – осенний, IX – позднеосенний периоды;

2. «+» – долевое участие вида составляет менее 0,01%.

В зимний период в пределах исследуемых биотопов отмечено 27 видов птиц. Доминируют 3 вида, – *P. montanus* – 37,8%, *A. platyrhynchos* – 29,8%, *P. domesticus* – 16,1%, – 2 из которых являются посетителями прибрежных участков. Субдоминантами являются 5 видов (13,9%), второстепенными – 19 видов (2,4% численности всех видов). В данный период выделены 4 топические группы: синантропы, дендрофилы, убиквисты, гигрофилы. Наиболее выражена группа синантропов, представленная двумя доминирующими видами – 53,9%. Гигрофилы (14 видов) составляют 35,1% населения птиц, дендрофилы (10 видов) – 11,0%, убиквисты (1 вид) – менее 0,1% (рис. 1). Индекс синантропизации составляет 0,074. В трофической структуре превалирует группа эврифагов – 57,8% – 8 видов (рис. 2).

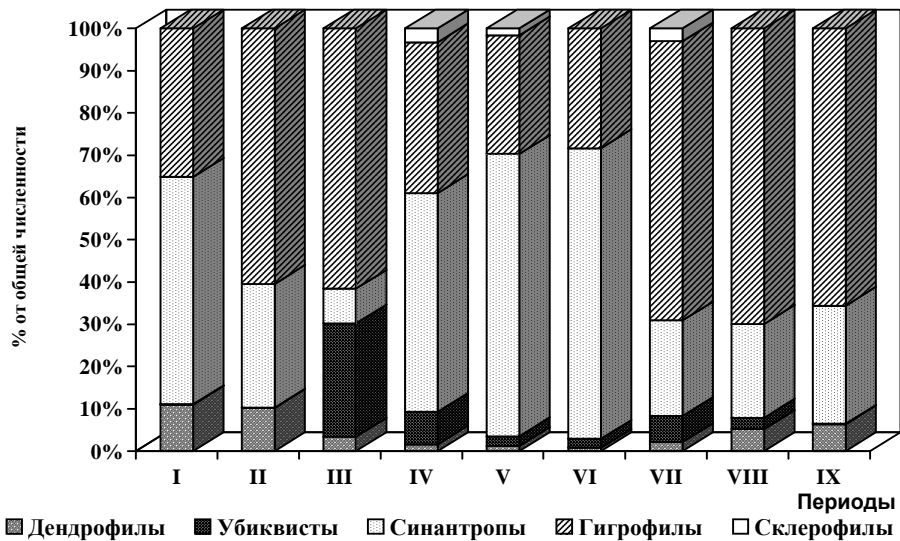


Рис. 1. Циклическая динамика топической структуры населения птиц водно-болотных комплексов г. Донецка: I – зимний, II – предвесенний, III – ранневесенний, IV – поздневесенний, V – летне-гнездовой, VI – позднелетний, VII – раннеосенний, VIII – осенний, IX – позднеосенний периоды.

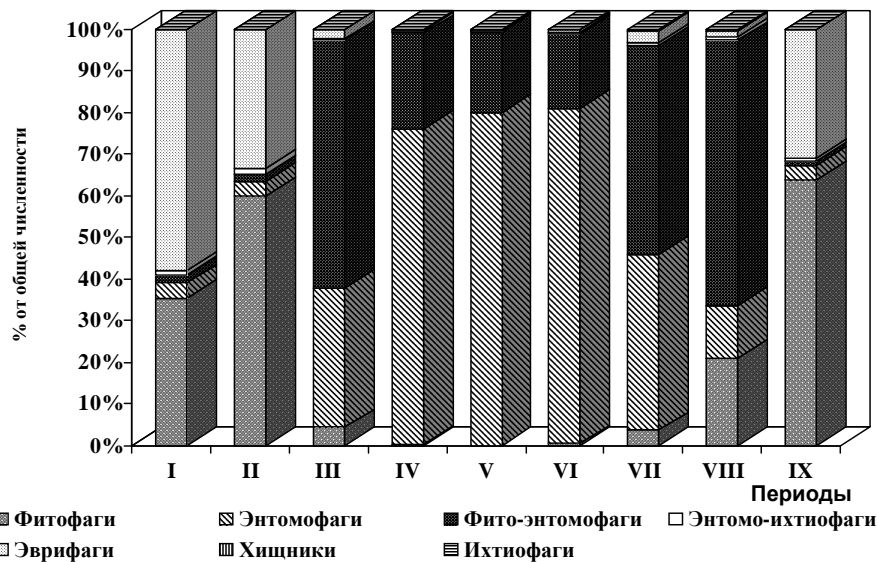


Рис. 2. Циклическая динамика трофической структуры населения птиц водно-болотных комплексов г. Донецка: I – зимний, II – предвесенний, III – ранневесенний, IV – поздневесенний, V – летне-гнездовой, VI – позднелетний, VII – раннеосенний, VIII – осенний, IX – позднеосенний периоды.

Далее, в порядке убывания долевого участия, следуют: фитофаги – 35,5% (6 видов), энтомофаги – 3,6% (5 видов), фито-энтомофаги – 1,9% (2 вида), энтомо-ихтиофаги – 1,1% (2 вида), хищники – 0,1% (3 вида), ихтиофаги – менее 0,1% (1 вид).

В предвесенний период зарегистрировано 26 видов. Доминантами являются 2 вида: *A. platyrhynchos* – 54,7%, *P. montanus* – 19,5%. К числу субдоминантов следует отнести 6 видов (23,6%), второстепенных – 18 видов (2,2%). В топической структуре данного периода превалирует группа гигрофилов, её долевого участия возрастает до 60,4% (13 видов). Вклад синантропов снижается – 29,3% (2 вида). Доля остальных топических групп практически не изменяется: дендрофилы – 10,2% (10 видов), убиквисты – 0,1% (1 вид). Значение индекса синантропизации составляет 0,077. В трофической структуре значительно возрастает вклад

фитофагов – 60,0% (6 видов). Доля эврифагов снижается до 33,3% (8 видов). Долевое участие остальных трофических групп существенно не меняется: фито-энтомофаги – 1,7% (2 вида), энтомофаги – 3,6% (4 вида), энтомо-ихтиофаги – 1,3% (2 вида), ихтиофаги – менее 0,1% (1 вид), хищники – 0,1% (3 вида).

В состав орнитонаселения водно-болотных комплексов ранневесеннего периода входит 46 видов. Доминируют 2 вида: *A. platyrhynchos* – 51,3%, *M. alba* – 26,2%. Группу субдоминантов составляют 6 видов (15,8%), второстепенных – 38 видов (6,7%). Как и в предвесенний период, большую часть населения птиц составляют гигрофилы – 61,6% (28 видов). В данный период возрастает доля убиквистов – 26,8% (3 вида). Вклад синантропов уменьшается до 8,2% (2 вида), дендрофилов – до 3,4% (13 видов). Значение индекса синантропизации снижается – 0,043. В трофической структуре данного периода превалирует группа фито-энтомофагов – 59,6% (13 видов). Показатель долевого вклада энтомофагов ниже, вместе с тем, в сравнении с предыдущими периодами, их доля значительно увеличивается – 33,4% (16 видов). Существенно снижается вклад фитофагов и эврифагов – 4,4% (3 вида) и 2,2% (6 видов) соответственно. Долевое участие остальных трофических групп не превышает 1,0%: энтомо-ихтиофаги – 0,3% (3 вида), ихтиофаги – менее 0,1% (1 вид), хищники – 0,1% (4 вида).

В поздневесенний период число зарегистрированных видов возрастает до 58. Доминируют 2 вида: *A. apus* – 36,7%, *A. platyrhynchos* – 16,4%. К субдоминантам относятся 10 видов (36,3%), к второстепенным – 46 видов (10,6%). В данный период большую часть населения птиц составляют синантропы – 51,8% (5 видов). Снижается доля гигрофилов (35,6% – 39 видов), убиквистов (7,7% – 3 вида) и дендрофилов (1,6% – 10 видов). Следует отметить появление мигранта-склерофила – *R. riparia*, долевого участия которого составляет 3,3% общей численности всех видов. Значение индекса синантропизации возрастает – 0,086. В трофической структуре 75,7% численности всех видов птиц составляют энтомофаги (33 вида). Вклад фито-энтомофагов снижается до 23,0% (13 видов). Остальные трофические группы выражены незначительно: фитофаги – 0,4% (1 вид), энтомо-ихтиофаги – 0,4% (4 вида), ихтиофаги – 0,1% (1 вид), эврифаги – 0,4% (4 вида), хищники – менее 0,1% (2 вида).

В летне-гнездовой период в состав орнитонаселения входят 43 вида. Доминируют те же виды, что и в поздневесенний период: *A. apus* – 49,6%, *A. platyrhynchos* – 14,6%. Субдоминантами являются 9 видов (29,3%), второстепенными – 32 вида птиц (6,5%). В трофической структуре, как и ранее, доминируют синантропы – 66,8% (5 видов). Вклад гигрофилов снижается до 28,1% (25 видов), убиквистов – до 2,3% (3 вида). Вид-склерофил составляет 1,6% общей численности всех видов. Долевое участие дендрофилов существенно не меняется – 1,2% (9 видов). Индекс синантропизации составляет 0,116. В трофической структуре, как и в предшествующий период, подавляющее большинство населения птиц составляют энтомофаги – 80,1% (27 видов). Доля фито-энтомофагов равна 19,1% (8 видов). Долевое участие остальных трофических групп не превышает 1,0%: энтомо-ихтиофаги – 0,3% (1 вид), ихтиофаги – 0,2% (1 вид), эврифаги – 0,3% (4 вида), хищники – менее 0,1% (2 вида). Фитофаги в данный период не выражены.

Позднелетний период. Зарегистрировано 44 вида птиц. Доминируют те же виды, что и в предыдущий период: *A. apus* – 57,8%, *A. platyrhynchos* – 14,2%. К числу субдоминантов следует отнести 8 видов (21,1%), второстепенных – 34 вида (6,9%). Соотношение топических групп существенно не изменяется: синантропы составляют 68,8% (5 видов), гигрофилы – 28,3% (28 видов), убиквисты – 2,1% (3 вида), дендрофилы – 0,8% (8 видов). Склерофил в данный период не отмечен. Индекс синантропизации равен 0,114. Трофическая структура не претерпевает существенных изменений. Как и в летне-гнездовой период, большая часть населения птиц представлена энтомофагами – 80,5% (25 видов). На долю фито-энтомофагов приходится 17,7% (9 видов). Вклад остальных трофических групп в процентном выражении незначителен: фитофаги – 0,6% (2 вида), энтомо-ихтиофаги – 0,5% (1 вид), ихтиофаги – 0,2% (1 вид), эврифаги – 0,5% (4 вида), хищники – менее 0,1% (2 вида).

В раннеосенний период количество зарегистрированных видов возрастает до 54. Доля единственного вида-доминанта – *A. platyrhynchos* – составляет 36,5% общей численности всех видов. Группа субдоминантов включает 15 видов (56,1%), второстепенных – 38 видов (7,4%). В сравнении с предыдущим периодом, существенно меняется соотношение топических групп. В данный период превалирует группа гигрофилов, её доля увеличивается до 66,1% (35 видов). Возрастает вклад убиквистов (6,2% – 3 вида) и дендрофилов (2,1% – 10 видов). Долевое участие синантропов снижается – 22,6% (5 видов). Вид-склерофил – *R. riparia* – составляет 3,0%. Индекс синантропизации равен 0,093. В трофической структуре большую часть населения птиц составляют фито-энтомофаги – 50,3% (14 видов). Несколько уступает ей в процентном выражении группа энтомофагов – 42,2% (29 видов). Фитофаги составляют 3,7% (3 вида), эврифаги – 2,8% (4 вида). Доля остальных трофических групп незначительна: энтомо-ихтиофаги – 0,5% (1 вид), ихтиофаги – 0,5% (1 вид), хищники – менее 0,1% (2 вида).

Осенний период. Отмечено 45 видов птиц. Доминируют 2 вида: *A. platyrhynchos* – 57,7%, *P. montanus* – 12,8%. Субдоминантами являются 7 видов (22,9%), второстепенными – 36 видов (6,8%). Как и в раннеосенний период, в топической структуре орнитонаселения большую часть составляют гигрофилы – 69,9% (26 видов). Доля синантропов существенно не изменяется – 22,2% (3 вида). Снижается вклад убиквистов – 2,7% (3 вида). Участие дендрофилов составляет 5,2% (13 видов), что несколько выше, чем в предыдущий период. Склерофил отсутствует. Значение индекса синантропизации снижается – 0,067. В трофической структуре, как и ранее, превалируют фито-энтомофаги, их участие возрастает до 63,7% (17 видов). Увеличивается доля фитофагов – 21,2% (5 видов). Вклад энтомофагов снижается – 12,4% (10 видов). Энтомо-ихтиофаги составляют 0,9% (3 вида), ихтиофаги – 0,1% (1 вид), эврифаги – 1,5% (5 видов), хищники – 0,2% (4 вида).

В позднеосенний период (предзимний) число видов, населяющих водно-болотные комплексы, сокращается до 27. Доминантами являются те же виды, что и в осенний период: *A. platyrhynchos* – 60,9%, *P. montanus* – 19,5% общей численности всех видов. К числу субдоминантов следует отнести 4 вида (16,2%), второстепенных – 21 вид (3,4%). Топическая структура, как и ранее, характеризуется доминированием группы гигрофилов – 65,6% (14 видов). Синантропы составляют 28,0% (2 вида), дендрофилы – 6,4% (10 видов), убиквисты – менее 0,1% населения птиц (1 вид). Индекс синантропизации равен 0,074. В трофической структуре в данный период превалирует группа фитофагов – 63,8% (6 видов). Возрастает доля эврифагов – 30,9% (8 видов). Участие энтомофагов и фито-энтомофагов снижается – 3,5% (5 видов) и 1,2% (2 вида) соответственно. Энтомо-ихтиофаги составляют 0,6% (2 вида), ихтиофаги (1 вид) и хищники (3 вида) – менее 0,1% общей численности всех видов.

Выводы

1. В составе орнитонаселения водно-болотных комплексов г. Донецка выявлено 70 видов птиц. Максимальное число видов (58) зарегистрировано в позднеосенний период, минимальное (26) – в предвесенний.

2. В числе видов-доминантов в различные периоды года отмечены *A. platyrhynchos*, *A. apus*, *M. alba*, *P. domesticus*, *P. montanus*, из которых часть видов является видами-посетителями. Долевое участие группы доминантов варьирует от 36,5% (раннеосенний период) до 83,7% (зимний период).

3. Циклическая динамика топической структуры населения птиц водно-болотных комплексов города характеризуется сменой доминирования групп гигрофилов и синантропов. Предвесенний, ранневесенний, раннеосенний, осенний, позднеосенний периоды характеризуется преобладанием группы гигрофилов, в зимний, позднеосенний, летне-гнездовой, позднелетний периоды доминирует группа синантропов.

4. Трофическая структура орнитонаселения существенно меняется в течение года. В зимний период доминирует группа эврифагов, в предвесенний и позднеосенний периоды – группа фитофагов, в ранневесенний, летне-гнездовой, раннеосенний и осенний периоды –

група фіто-ентомофагов, в поздневесенний и позднелетний періоди преобладає група ентомофагов. Изменения трофической структуры обусловлены как изменением видового состава и численности птиц, так и изменением спектра питания одними и теми же видами в разные периоды года.

Список литературы

1. *Акимов М. П.* Биоценотическая рабочая система жизненных форм – биоморф / М. П. Акимов // Науч. зап. ДГУ, 1948. – Т. XXX. – С. 61–63.
2. *Акимов М. П.* Биоценотическая рабочая система жизненных форм – биоморф / М. П. Акимов // Науч. зап. ДГУ: Сб. работ биол. ф-та. – Харьков: Изд-во Харьк. ун-та, 1955. – Т. 51. – С. 5–24.
3. *Белик В. П.* Птицы степного Придонья: формирование фауны, её антропогенная трансформация и вопросы охраны / В. П. Белик. – Ростов-на-Дону: Изд-во РГПУ, 2000. – 376 с.
4. *Благосклонов К. Н.* Гнездование и привлечение птиц в сады и парки / К. Н. Благосклонов. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 251 с.
5. *Булахов В. Л.* Структурно-функциональная организация наземных позвоночных долин малых рек степного Приднепровья в условиях усиленного антропогенного пресса / В. Л. Булахов, Ю. П. Бобылев, В. Я. Гассо и др. // Вестн. Днепропетровского ун-та. Сер. Биол. Экол. – 1996. – Вып. 2. – С. 14–23.
6. *Гузий А. И.* Методы учётов птиц в лесах / А. И. Гузий // Мат. шк. по уніфікації методів обліків птахів у заповідниках України «Обліки птахів: підходи, методики, результати» (сміт. Івано-Франкове, 26–28 квітня 1995 р.). – Львів – К., 1997. – С. 18–48.
7. *Клауснитцер Б.* Экология городской фауны: Пер. с нем. / Б. Клауснитцер. – М.: Мир, 1990. – 246 с.
8. *Колоярцев М. В.* Ласточки. Сер. Жизнь наших птиц и зверей / М. В. Колоярцев. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1989. – Вып. 10. – 248 с.
9. *Кривицкий И. А.* Факультативное хищничество как проявление адаптивного поведения птиц в культурном ландшафте / И. А. Кривицкий, Н. П. Кныш // Птицы бассейна Северского Донца: матер. 6 и 7 конф. «Изучение и охрана птиц бассейна Северского Донца». – Донецк: ДонНУ, 2000. – Вып. 6–7. – С. 5–6.
10. *Лакин Г. Ф.* Биометрия: учеб. пособие для биол. спец. вузов / Г. Ф. Лакин. – М.: Высш. шк., 1990. – 352 с.
11. *Лопарьов С. О.* Орнітофауна населених пунктів центру України та її зміни: автореф. дис. ... канд. біол. наук: 03.00.08 / С. О. Лопарьов. – К., 1997. – 25 с.
12. *Мальчевский А. С.* Гнездовая жизнь певчих птиц / А. С. Мальчевский. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1959. – 281 с.
13. *Міщенко М. О.* До питання про живлення сірої ворони протягом осінньо-зимового періоду на територіях з різним ступенем урбанізації / М. О. Міщенко // Матер. III конф. молодих орнітологів України (м. Київ, 14–15 березня 1998 р.). – Чернівці, 1998. – С. 109–111.
14. Птицы Советского Союза / Под ред. Г. П. Дементьева, Н. А. Гладкова. – М.: Советская наука, 1951–1954. – Т. I. – 652 с.; Т. II. – 480 с.; Т. III. – 680 с.; Т. IV. – 640 с.; Т. V. – 803 с.; Т. VI. – 791 с.
15. *Рашкевич Н. А.* Методика изучения биоценотических связей видов в биоценозе / Н. А. Рашкевич // Методики исследования продуктивности и структуры видов птиц в пределах их ареалов. – Вильнюс: Мокслас, 1977. – Ч. I. – С. 83–94.
16. *Самчук Н. Д.* К вопросу о хозяйственном значении воробьев / Н. Д. Самчук // Птицы бассейна Северского Донца: матер. 6 и 7 конф. «Изучение и охрана птиц бассейна Северского Донца». – Донецк: ДонНУ, 2000. – Вып. 6–7. – С. 67–69.
17. *Скільський І. В.* Структура й особливості формування фауни та населення птахів середнього міста (на прикладі Чернівців): автореф. дис. ... канд. біол. наук: 03.00.08 / І. В. Скільський. – К., 2000. – 18 с.

18. Степанян Л. С. Конспект орнитологической фауны СССР / Л. С. Степанян. – М.: Наука, 1990. – 728 с.
19. Стрелкова Ю. А. Орнитофауна центрального парка культуры и отдыха имени Щербакова и прилегающей парковой зоны города Донецка / Ю. А. Стрелкова // Биологические исследования на природоохранных территориях и биологических стационарах: тез. докл. науч. конф. (с. Гайдары Харьковской обл., 16–19 сентября 1999 г.). – Харьков: ХГУ, 1999. – С. 116–117.
20. Тараненко Л. И. Птицы города Донецка / Л. И. Тараненко // Птицы и урбанизированный ландшафт. – Каунас, 1984. – С. 130–132.
21. Фесенко Г. В. Птахи фауни України: польовий визначник / Г. В. Фесенко, А. А. Бокотей. – К.: ТОВ «Новий друк», 2002. – 416 с.
22. Цыбулин С. М. Птицы диффузного города (на примере новосибирского Академгородка) / С. М. Цыбулин. – Новосибирск: Наука, 1985. – 168 с.

Штірц Ю. О. Циклічна динаміка структури орнітонаселення водно-болотних комплексів м. Донецька. – У складі орнітонаселення водно-болотних комплексів м. Донецька виявлено 70 видів птахів. Максимальне число видів (58) зареєстровано в пізньовесняний період, мінімальне (26) – у передвесняний. Дольова частка групи домінантів варіює від 36,5 до 83,7%. Циклічна динаміка топічної структури населення птахів характеризується зміною домінування груп гігрофілів і синантропів. Трофічна структура орнітонаселення істотно змінюється протягом року, що зумовлено як зміною видового складу та чисельності птахів, так і зміною спектру живлення тими ж самими видами в різні періоди року.

Ключові слова: орнітонаселення, циклічна динаміка, топічна структура, трофічна структура, водно-болотний комплекс.

Shirts Yu. A. The cyclic dynamics of the ornithopopulation structure of wetland complexes in Donetsk. – 70 birds species are detected in ornithopopulation of Donetsk wetland complexes. The maximal number of species (58) is registered in late-spring period, minimum (26) – in pre-spring period. The individual share of group dominants varies from 36,5 up to 83,7%. The cyclic dynamics of topical structure of the birdspopulation is characterized by change of gignofillous and synanthropous groups prevalence. The trophic structure of ornithopopulation essentially varies during the year that is stimulated both by change of species composition and abundance, and change of a food spectrum by the same species in various periods of a year.

Key words: ornithopopulation, cyclic dynamics, topical structure, trophic structure, wetland complex.

УДК 593.73 : 574.5 (477.43)

© В. О. Яковенко, О. В. Федоненко

ІНВАЗІЯ МЕДУЗИ *CRASPEDACUSTA SOWERBII* LANKESTER, 1880 У ЗАПОРІЗЬКОМУ ВОДОСХОВИЩІ

Дніпропетровський національний університет ім. Олесь Гончара
49000, м. Дніпропетровськ, пр. Гагаріна, 72; e-mail: hydro-dnu@mail.ru

Яковенко В. О., Федоненко О. В. Інвазія медузи *Craspedacusta sowerbii* Lankester, 1880 у Запорізькому водосховищі. – У статті наведено дані щодо розмноження та розподілу прісноводної медузи у Запорізькому водосховищі. Визначено чисельність і біомасу медузи та зоопланктону у пелагіалі. На основі цих даних зроблений висновок щодо ступеню пресу медузи на угруповання зоопланктону.

Ключові слова: прісноводна медуза, інвазія, зоопланктон, Запорізьке водосховище.

Вступ

Медуза *Craspedacusta sowerbii* Lankester, 1880 – перша прісноводна медуза, що стала відомою вченим; вона походить із басейну ріки Янцзи, є інвазійним видом, що у другій половині ХХ сторіччя поширився по всіх континентах з баластовими водами кораблів [7]. Цикл розвитку виду має полипоїдну й медузоїдну стадії, причому остання триває лише біля 2 місяців, оскільки медузоїдна форма з'являється в товщі води при температурі 26°C [1].

Перший випадок виявлення медузи у водоймах України відноситься до 1979 р., коли медуза була знайдена в водоймі-охолоджувачі Чорнобильської АЕС [4]. У наступні роки медуза була виявлена також у районі скиду теплих вод Трипільської ГЕС у Канівському водосховищі, у водоймі-охолоджувачі Хмельницької АЕС та інших водоймах [2, 3]. У ХХІ сторіччі в засобах масової інформації стали з'являтися повідомлення очевидців про випадки скупчення великої кількості медуз у водосховищах Дніпровського та Волзького каскадів. Можливою причиною збільшення чисельності медуз є помітне зростання температури води в літній період в останні роки.

Небезпека безперешкодного розмноження медуз полягає в тому, що об'єктом їхнього харчування є зоопланктон. У сприятливих умовах медузи здатні споживати до чверті всієї продукції зоопланктону, що створює гострий дефіцит харчування для риб-планктофагів [5]. Аналогічна ситуація спостерігається в Чорному морі, де внаслідок вселення гребневика *Mnemiopsis leidyi* Agassiz, 1865 скоротилася чисельність пелагічних риб. Таким чином, вивчення стану і тенденцій розвитку популяції прісноводної медузи у водоймах має велике практичне значення.

Матеріали та методи дослідження

Для вивчення популяції медузи *C. sowerbii* у Запорізькому водосховищі проби відбирали за стандартною методикою [1] з 2007 до 2010 рр. Для дослідження розвитку зоопланктону в 2009 р. відбирали проби в 5 ділянках водоймища: о. Монастирський, гребний канал, біля південного моста, стік теплих вод Придніпровської ТЕС і навпроти с. Старі Кодаки. В 2010 р. паралельно вивчали сезонну динаміку медуз і зоопланктону у двох ділянках: о. Монастирський і гребний канал.

Результати та обговорення

У 2007 р. чисельність особин медузи в поверхневому 2-метровому шарі водної товщі досягала максимуму в липні: 14 екз./м³, а в 2008 р. – у серпні: 10 екз./м³ (рис. 1), причому в 2007 р. діаметр медуз досягав 18 мм, що, вірогідно, пов'язане з тривалим прогріванням води вище 26°C, тоді як у 2008 р. не зафіксовано медуз розміром більше 10 мм.

При вивченні розподілу медуз по осі водойми в 2009 р. було встановлено, що максимальна кількість особин зафіксована у ділянці «гребний канал» – 40 екз./м³, нижче чисельність медуз була в районі впливу стоку теплих вод Придніпровської ТЕС – 16 екз./м³ (рис. 2).

Найменша чисельність медуз біля о. Монастирський і біля південного моста пояснюється великою проточністю водойми на цих ділянках, що стримує розмноження медуз. Саме завдяки цьому чиннику чисельність медуз не досягала максимальних значень на найбільш прогріваємій ділянці водосховища – «навпроти Придніпровської ТЕС».

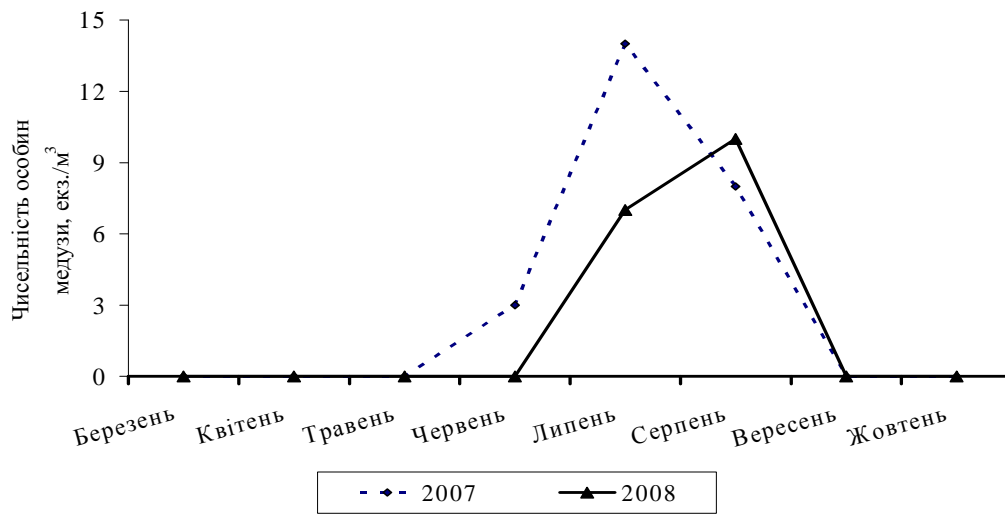


Рис. 1. Сезонна динаміка чисельності медузи *C. sowerbii* Lankester, 1880 у Запорізькому водосховищі у 2007-2008 рр.

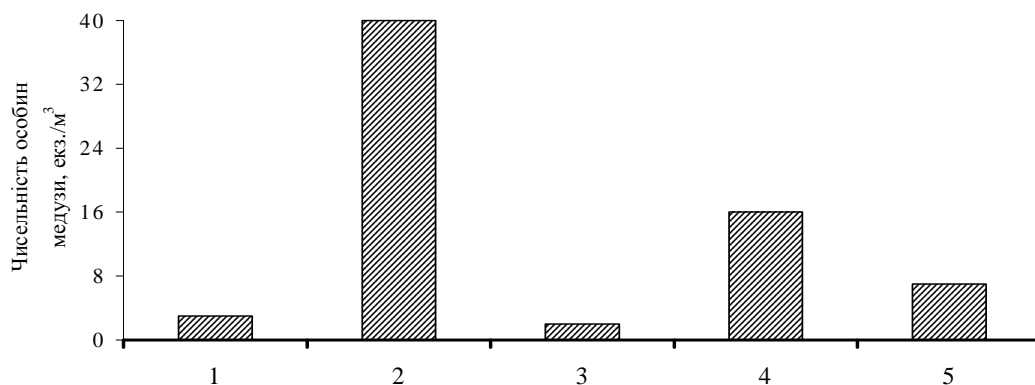


Рис. 2. Розподіл чисельності медузи *C. sowerbii* Lankester, 1880 у Запорізькому водосховищі у 2009 р.: 1 – о. Монастирський, 2 – гребний канал, 3 – біля південного мосту, 4 – навпроти Придніпровської ТЕС, 5 – навпроти с. Старі Кодаки.

Чисельність медузи в досліджених ділянках водосховища не виявила вірогідного зв'язку з чисельністю зоопланктону, що пояснюється різним ступенем розвитку груп зоопланктону. Так, чисельність планктофауни виявилась найбільшою на ділянках «о. Монастирський» і «гребний канал» (рис. 3).

Якщо на першій із цих ділянок чисельність зоопланктону була високою за рахунок рівномірного розвитку його груп, то на другій – за рахунок великої кількості коловерток. Найбільший відсоток коловерток зафіксований на ділянках «гребний канал» – 84,2% і «навпроти Придніпровської ТЕС» – 74,5%, що можна пояснити хижацьким впливом медуз, які видають у першу чергу великих за розмірами представників зоопланктону; при цьому починають активно розмножуватись коловертки. Підтвердження харчовій елективності медуз відносно великих форм зоопланктону зустрічаються в літературі [6]. При цьому відзначається, що домінуючою групою стають коловертки внаслідок того, що зникає прес з боку великих форм зоопланктону.

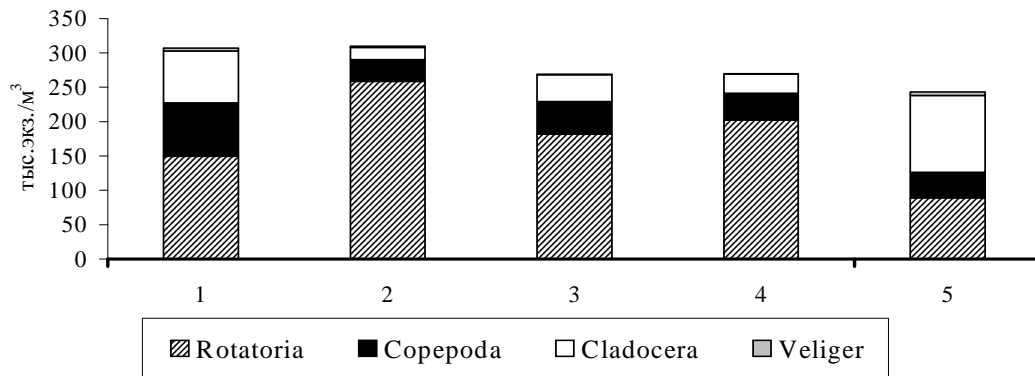


Рис. 3. Розподіл чисельності зоопланктону в Запорізькому водосховищі в 2009 р.: 1 – о. Монастирський, 2 – гребний канал, 3 – біля південного мосту, 4 – навпроти Придніпровської ТЕС, 5 – навпроти с. Старі Кодаки.

На відміну від чисельності, біомаса зоопланктону на ділянках «навпроти Придніпровської ТЕС», «гребний канал» виявилась найбільш низькою (рис. 4).

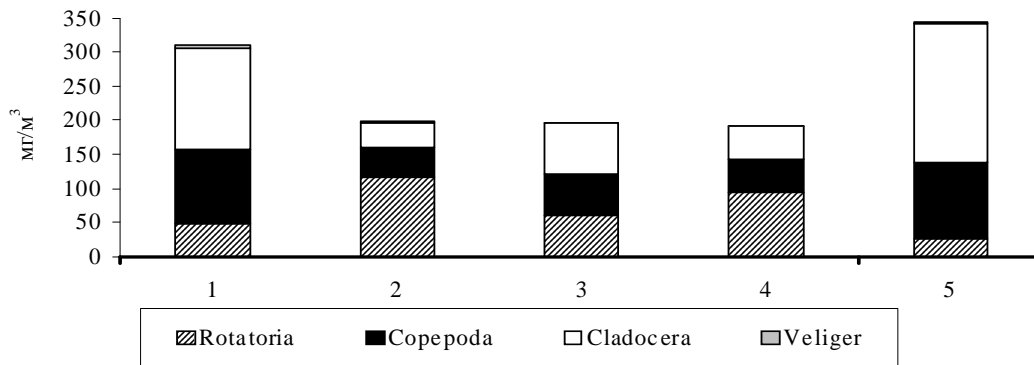


Рис. 4. Розподіл біомаси зоопланктону в Запорізькому водосховищі в 2009 р.: 1 – о. Монастирський, 2 – гребний канал, 3 – біля південного мосту, 4 – навпроти Придніпровської ТЕС, 5 – навпроти с. Старі Кодаки.

Низькі значення біомаси пояснюються пресом медузи, яка виїдає у першу чергу великі форми зоопланктону, забезпечуючи домінування коловерток. Таким чином, на розвиток зоопланктону на вивченому відрізку водосховища впливає прес із боку медузи, швидкість плину й глибина.

Для того, щоб вивчити вплив медузи на структуру зоопланктону, у період із червня до серпня 2010 р. подекадно відбиралися проби у двох ділянках водоймища: «о. Монастирський» й «гребний канал». Для перевірки гіпотези про вплив медузи були обрані саме ці ділянки, виходячи з того, що умови в гребному каналі найбільш сприятливі для розвитку ракоподібних і медуз, а ділянка навпроти о. Монастирський є типовою ділянкою (знаходиться між верхньою та нижньою частинами) та відображає середні гідробіологічні показники за водосховищем.

У процесі дослідження було встановлено, що чисельність медузи корелює з діаметром її дзвону, коефіцієнт кореляції склав $r = 0,88$ (рис. 5).

Синхронність збільшення чисельності й діаметра дзвону медузи зумовлена залежністю обох параметрів від температури води. Аналогічне явище було відзначено також Т. Янковським [5]. Поряд з ростом чисельності медузи в гребному каналі спостерігалось збільшення чисельності зоопланктону, але на 80-90% за рахунок коловерток (рис. 6).

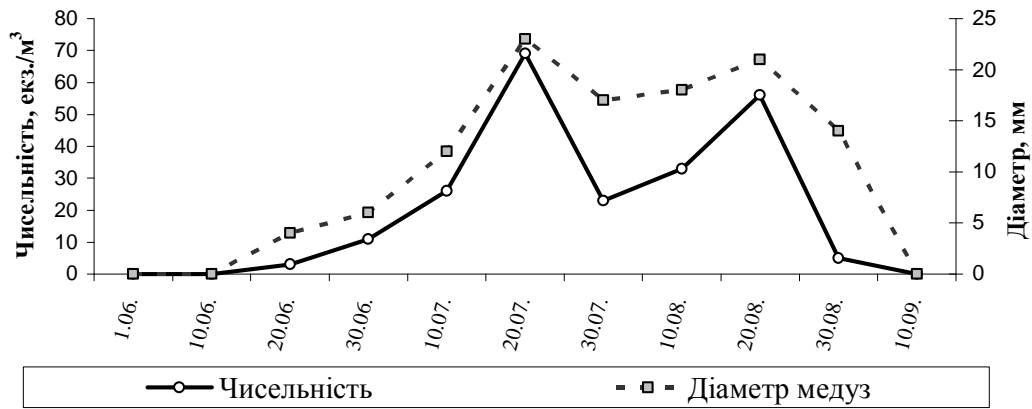


Рис. 5. Сезонна динаміка чисельності та розмірів медузи *C. sowerbii* Lankester, 1880 у гребному каналі Запорізького водосховища в 2010 р.

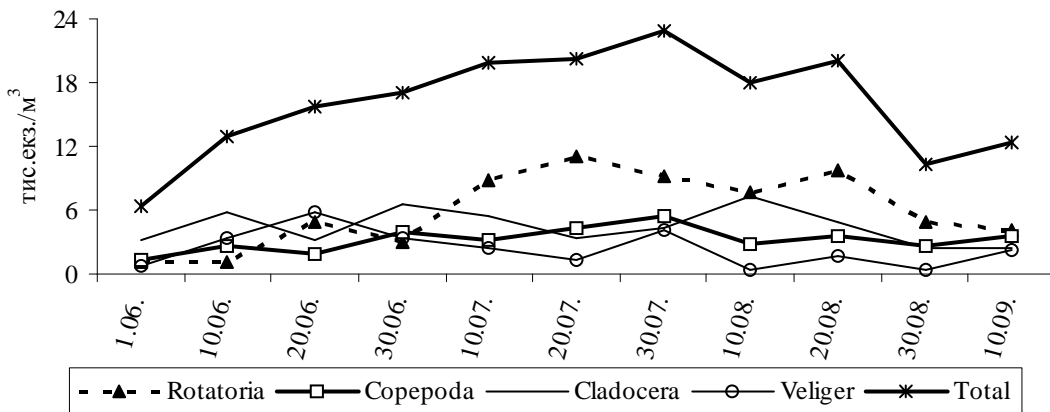


Рис. 6. Сезонна динаміка чисельності зоопланктону в гребному каналі Запорізького водосховища в 2010 р.

Найбільші значення чисельності як медуз, так і коловороток припали на 20 липня й 20 серпня. Така синхронність зумовлена виїданням медузою в першу чергу великих за розміром форм зоопланктону, з яких найбільшою мірою прес медузи зазнавав вид *Bosmina longirostris* O. F. Müller, 1776, а також ювенальні стадії веслоногих ракоподібних (рис. 7).

Чисельність відзначених видів і форм зоопланктону значно зменшувалася 20 липня, а після зниження чисельності медуз унаслідок їхнього відмирання відразу зростала. Найбільший відсоток виїдання медузою босмін й ювенальних стадій веслоногих, імовірно, пов'язаний з тим, що з великих форм у водосховищі саме ці представники були найбільш численними.

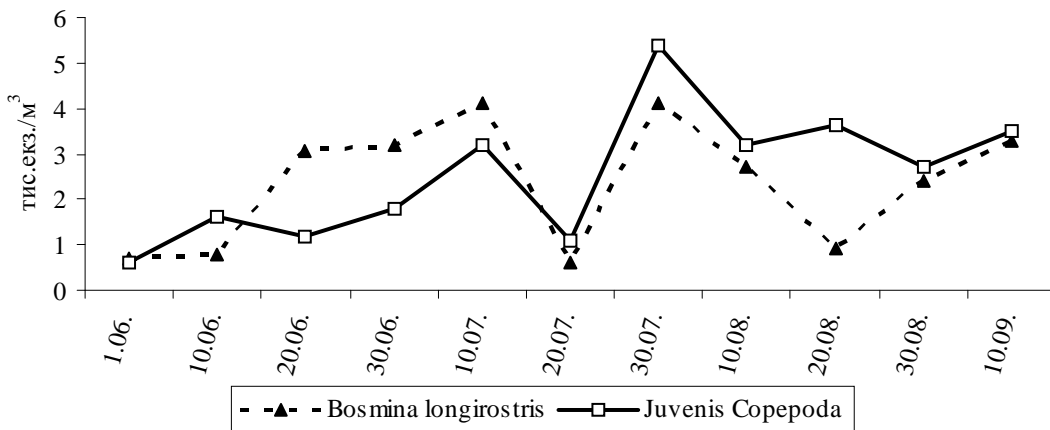


Рис. 7. Сезонна динаміка чисельності виду *B. longirostris* O. F. Müller, 1776 і ювенальних стадій копепод у гребному каналі Запорізького водосховища.

Середня за досліджений період чисельність зоопланкtonу на о. Монастирський була нижче, ніж у гребному каналі, внаслідок малої кількості коловерток (рис. 8).

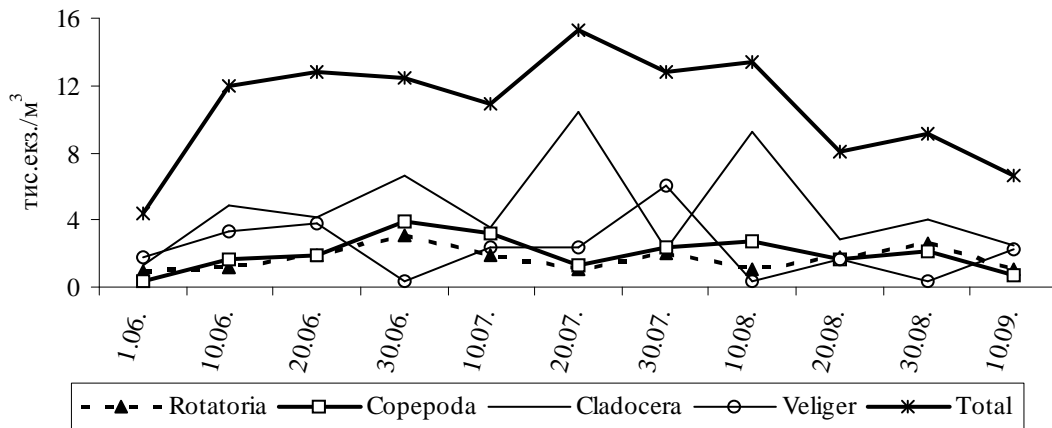


Рис. 8. Сезонна динаміка чисельності зоопланкtonу біля о. Монастирський Запорізького водосховища в 2010 р.

На відміну від гребного каналу, на ділянці біля о. Монастирський чисельність медузи не перевищувала 12 екз./м³ і мала один пік розвитку в липні, що було причиною меншого в порівнянні із гребним каналом ефекту виїдання медузами зоопланкtonу. У результаті середня за досліджений період біомаса зоопланкtonу біля о. Монастирський виявилася вище, ніж у гребному каналі; крім того, в останньому сезонна крива біомаси зоопланкtonу виявила більш коливальний характер унаслідок споживання великих за розміром видів, відсоток яких у загальній біомасі зоопланкtonу є найбільш вагомим (рис. 9).

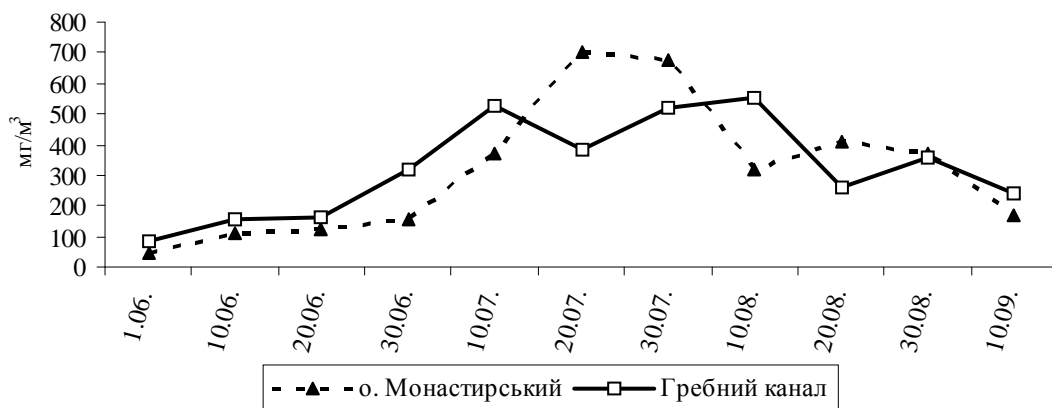


Рис. 9. Сезонна динаміка біомаси зоопланкtonу біля о. Монастирський та в гребному каналі Запорізького водосховища в 2010 р.

Біомаса зоопланкtonу біля о. Монастирський мала чіткий максимум у липні з домінуванням гіллястостовусих ракоподібних, на відміну від гребного каналу, де максимум припадає на серпень, коли прес медузи знижувався. Таким чином, аналіз виявлених закономірностей демонструє різний ступінь впливу медузи *C. sowerbii* на зоопланкton різних ділянок Запорізького водосховища.

Висновки

1. При підвищенні чисельності медуз до 30 екз./м³ змінюється структура зоопланкtonу внаслідок виїдання великих форм: відбувається зменшення частки ракоподібних і збільшення відсотку коловерток.

2. Найбільш сприятливі для розмноження медуз мілководдя, що добре прогріваються, зі слабкою течією. На цих ділянках у результаті харчування медуз зменшується біомаса зоопланктону.

3. Найбільшою мірою медузою виїдалися *Bosmina longirostris* і ювенальні стадії веслоногих ракоподібних, які є відносно великими за розміром серед домінуючих у водосховищі форм зоопланктону.

Список літератури

1. Наумов Д. В. Гидроиды и гидромедузы морских, солоноватых и пресноводных водоемов СССР / Д. В. Наумов. – М.: Изд-во АН СССР, 1960. – 753 с.

2. Протасов А. А. К вопросу о распространении *Craspedacusta sowerbii* (Cnidaria, Limnomedusa) в Украине / А. А. Протасов, С. П. Бабарига // Вестн. зоологии. – 2009. – № 6. – С. 543–545.

3. Протасов А. А. Полип пресноводной медузы *Craspedacusta sowerbii* Lank. в р. Днепр / А. А. Протасов // Гидробиол. журн. – 1978. – № 3. – С. 41–43.

4. Протасов А. А. Полип *Craspedacusta sowerbii* в водоеме-охладителе Чернобыльской АЭС / А. А. Протасов, К. Д. Стародуб, С. А. Афанасьев // Вестн. зоологии. – 1981. – № 5. – С. 67–68.

5. Jankowski T. Chemical composition and biomass parameters of a population of *Craspedacusta sowerbii* Lank, 1880 (Cnidaria: Limnomedusa) / T. Jankowski // J. Plankton Res. – 2000. – N 22. – P. 1329–1340.

6. Jankowski T. Trophic interactions of the freshwater jellyfish *Craspedacusta sowerbii* / T. Jankowski, T. Strauss, H. T. Ratte // J. Plankton Res. – 2005. – N 27. – P. 811–823.

7. Stadel O. Neuere Kenntnisse über Ökologie und Verbreitung der Süwassermeduse *Craspedacusta sowerbii* / O. Stadel // Abh. Verh. Naturwiss. Ver. Hamburg. – 1961. – N 5. – P. 157–192.

Яковенко В. А., Федоненко Е. В. Инвазия медузы *Craspedacusta sowerbii* Lankester, 1880 в Запорожском водохранилище. – В статье приведены данные относительно размножения и распределения пресноводной медузы в Запорожском водохранилище. Определены численность и биомасса медузы в пелагиали. На основе этих данных сделан вывод относительно степени пресса медузы на сообщество зоопланктона.

Ключевые слова: пресноводная медуза, инвазия, зоопланктон, Запорожское водохранилище.

Yakovenko V. O., Fedonenko O. V. Invasion of jellyfish *Craspedacusta sowerbii* Lankester, 1880 in the Zaporozskoe reservoir. – The article presents data of the reproduction and distribution of freshwater jelly-fish in the Zaporozskoe reservoir. In pelagic zone number and biomass of jellyfish are determined. On the base of these data is done the conclusion concerning jellyfish pressing on zooplankton community.

Ключові слова: freshwater jellyfish, invasion, zooplankton, Zaporozskoe reservoir.

УДК 592 : 595.423

© Н. Н. Ярошенко

**ПАНЦИРНЫЕ КЛЕЩИ (ACARIFORMES: ORIBATEI) И ДРУГИЕ
ПОЧВООБИТАТЕЛИ ЗАПОВЕДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ «ВЕЛИКОАНАДОЛЬСКИЙ
ЛЕС», «МАРИУПОЛЬСКАЯ ЛЕСНАЯ ДАЧА» ДОНЕЦКОЙ ОБЛАСТИ**

*Донецкий национальный университет; 83050, г. Донецк, ул. Щорса, 46
e-mail: eco99@i.ua*

Ярошенко Н. Н. Панцирные клещи (Acariformes: Oribatei) и другие почвообитатели заповедных территорий «Великоанадольский лес», «Мариупольская лесная дача» Донецкой области. – В пределах заповедных территорий «Великоанадольский лес» и «Мариупольская лесная дача» Донецкой области в 2011-2012 гг. впервые проведены кадастрово-мониторинговые исследования панцирных клещей и других почвообитателей в шести биотопах (мох на ясене, березовая роща, сосновый лес, степь, сосна крымская, кленовая посадка). Из 150 проб учтено 5103 экз. панцирных клещей (50,82%) со средней плотностью населения 13608 экз./м², других почвообитателей – 4939 экз. (49,18%), плотность – 13172 экз./м², что характерно для лесных биотопов Донбасса. Обнаружен 71 вид орибатид, относящихся к 41 роду, 24 семействам. Доминировали 7 видов: *Metabelba papillipes* (Nic.), *Eremaeus silvestris* Forssl., *Oppiella nova* (Oudms.), *Microppia minus* (Paoli), *Oribatula tibialis* Mich., *Protoribates capucinus* Berl., *Pilagalumna allifera* (Oudms.). Максимум численности панцирных клещей отмечен во мхах на ясене – 1530 экз. (68,33%), плотность – 61200 экз./м², минимум – в кленовой посадке – 336 экз. (39,16%), плотность – 13440 экз./м². Видовой состав панцирных клещей варьировал от 14 (мох на ясене) до 36 (березовая роща). Максимум численности других почвообитателей отмечен на степном участке – 1582 экз. (75,33%), плотность – 15820 экз./м². Среди других почвообитателей доминирующее положение принадлежит сборной группе акариформных клещей и коллемболам. Часто встречались гамазовые клещи и личинки насекомых. Сезонная динамика численности панцирных клещей и других почвообитателей в течение четырех месяцев проведена на трех стационарных участках (березовая роща, сосновый лес и степь), где пик численности отмечен в июне, минимум – в июле 2011 г.

Ключевые слова: панцирные клещи, орибатида, почвообитатели, заповедные территории.

Введение

Известно, что панцирные клещи, или орибатида, являются обитателями всех типов почв и принимают активное участие в почвообразовательных процессах. В естественных и антропогенно нарушенных биотопах они являются индикаторами состояния окружающей среды. На заповедных территориях Донбасса кадастрово-мониторинговые исследования панцирных клещей проведены еще недостаточно, в связи с чем нами впервые были исследованы территории «Великоанадольского леса» и «Мариупольской лесной дачи».

Материал и методы исследования

На заповедных территориях в мае, июне, июле 2011 г. и в апреле 2012 г. обследовано 6 биотопов. В «Великоанадольском лесу» в окр. с. Валерьяновка – 4 биотопа (мох на ясене, березовая роща, сосновый лес, степь) и «Мариупольской лесной даче» – 2 биотопа (насаждения сосны крымской и кленовая посадка). Проведены сезонные наблюдения численности видового состава орибатид и других почвообитателей, их обилия на трех стационарных участках (березовая роща, сосновый лес и степь) «Великоанадольского леса». В исследуемых биотопах пробы брали объемом 250 см³ (5x5x10 см) в 10-кратной повторности «в шахматном порядке» один раз в месяц. Почвенные образцы доставляли в лабораторию акарологии кафедры зоологии и экологии ДонНУ, где проводили камеральную обработку по общепринятым методикам Е. М. Булановой-Захваткиной [2], М. С. Гилярова [3], Н. Н. Ярошенко [5]. Среднюю плотность населения панцирных клещей и других почвенных обитателей определяли по методике К. К. Фасулати [4]. Индекс доминирования по обилию, выраженному в процентах, применяли при сравнении количественных характеристик панцирных клещей и других почвообитателей исследуемых биотопов (свыше 5% – доминирующий, от 2 до 5% – часто встречаемый, менее 2% – редкий вид [1]).

Результаты и обсуждение

«**Великоанадольский лес**». Мох на ясені собран у комля и на стволах ясеня на высоте до 15 см в ясеневых насаждениях. Из 10 проб мха извлечено максимальное количество панцирных клещей – 1530 экз. (68,33%), плотность – 61200 экз./м² (имаго – 577 экз. (37,71%), плотность – 2380 экз./м²; преимагинальные фазы – 953 экз. (62,29%), плотность – 38120 экз./м²), что в 1,3 раза (сосновый лес) – 6,9 (кленовая посадка) раза выше, чем в других исследуемых биотопах. Высокие количественные показатели свидетельствуют о благоприятных условиях для жизнедеятельности членистоногих. Однако видовой состав панцирных клещей здесь минимальный (14) среди всех исследуемых биотопов, что в 2,5 – 2,5 – 1,9 – 2,2 – 2,3 раза меньше, чем в березовой роще, сосновом лесу, степи, сосны крымской, кленовой посадки, соответственно. Доминировали 3 вида: *E. silvestris* – 46,47% (267 экз., плотность – 10680 экз./м²), в остальных биотопах не встречался; *T. velatus* – 10,57% (61 экз., плотность – 2440 экз./м²), не встречался в сосновом лесу, в остальных биотопах – редкий вид; *O. tibialis* – 34,14% (197 экз., плотность – 7880 экз./м²). Часто встречался 1 и редко – 10 видов (табл. 1).

Других почвенных обитателей учтено 709 экз. (31,67%), плотность – 28360 экз./м². Доминировали клопы – 6,35% (45 экз., плотность – 1800 экз./м²) и сборная группа акариформных клещей – 79,83% (566 экз., плотность – 22640 экз./м²). Часто встречались коллемболы, гамазовые клещи, сеноеды. Остальные представители (краснотелковые, тироглифоидные клещи, многоножки, трипсы, муравьи, личинки насекомых) встречались в небольшом количестве. Всего почвенных обитателей учтено максимальное количество (2239 экз., плотность – 89560 экз./м²) среди всех исследуемых биотопов, что в 1,1 – 1,0 – 1,0 – 2,9 – 2,6 раза больше, чем в березовой роще, сосновом лесу, степи, насаждениях сосны крымской, кленовой посадке, соответственно. Как видно, количественные показатели характеризуют более благоприятные микроклиматические условия для жизнедеятельности многих групп почвенных членистоногих (см. табл. 1).

Таблица 1

Биотопическое распределение панцирных клещей в условиях заповедных территорий «Великоанадольский лес» и «Мариупольская лесная дача» (Донецкая обл.) (2011-2012 гг.)

Вид	Мох на ясені	Березовая роща	Сосновый лес	Степь	Сосна крымская	Кленовая посадка	Всего
<i>Hypochthonius luteus luteus</i> Oudms.	-	9/1,17	29/3,55	-	13/3,82	3/1,36	54/1,71
<i>Brachychthonius berlesei</i> Will.	-	-	-	-	-	1/0,46	1/0,03
<i>B. cricoides</i> Weis-Fogh	-	-	-	5/1,13	-	-	5/0,16
<i>Perlohmannia coiffaiti</i> Gr.	-	-	-	-	2/0,60	3/1,36	5/0,16
<i>Epilohmannia styriaca</i> Schuster	-	-	-	5/1,13	1/0,29	-	6/0,19
<i>E. inexpectata</i> Schuster	-	2/0,26	6/0,73	1/0,23	-	1/0,46	10/0,32
<i>Nothrus borussicus</i> Selln.	-	-	-	-	2/0,60	-	2/0,06
<i>N. biciliatus</i> Koch	-	5/0,65	10/1,22	-	1/0,29	5/2,27	21/0,66
<i>Camisia biverrucata</i> (Koch)	1/0,17	-	-	-	-	-	1/0,03
<i>C. horrida</i> (Herm.)	-	1/0,13	-	-	1/0,29	-	2/0,06
<i>Hermanniella dolosa</i> Gr.	-	1/0,13	-	-	-	-	1/0,03
<i>Allodamaeus starki</i> B.-Z.	14/2,43	91/11,88	43/5,26	-	-	1/0,46	149/4,71
<i>A. femoratus</i> (Koch)	1/0,17	23/3,00	80/9,78	-	18/5,23	-	122/3,68
<i>Gymnodamaeus austriacus</i> Will.	-	1/0,13	5/0,61	-	15/4,41	28/12,73	49/1,55
<i>Metabelba pulverulenta</i> (Koch)	-	14/1,83	3/0,37	22/4,98	27/7,94	18/8,18	84/2,66
<i>M. papillipes</i> (Nic.)	-	22/2,87	24/2,93	2/0,45	92/27,06	53/24,09	193/6,10
<i>Eremaeus silvestris</i> Forssl.	267/46,27	-	-	-	-	-	267/8,44
<i>E. triglavensis</i> Tarman	4/0,70	-	-	-	-	-	4/0,13
<i>Fosseremaus laciniatus</i> (Berl.)	-	114/14,88	20/2,45	2/0,45	-	1/0,46	137/4,33
<i>Microzetotchestes emeryi</i> (Coggi)	-	-	-	-	5/1,47	2/0,90	7/0,22
<i>Zetorchestes micronychus</i> (Berl.)	-	2/0,26	1/0,12	-	-	-	3/0,10
<i>Xenillus tegeocranus</i> (Herm.) *	-	2/0,26	2/0,24	1/0,23	1/0,29	1/0,46	7/0,22
<i>Tectocephus sarekensis</i> Trag.	8/1,39	-	-	-	-	-	8/0,25
<i>T. velatus</i> Mich.*	61/10,57	1/0,13	-	3/0,68	1/0,29	1/0,46	67/2,12

Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону. – 2012. – № 1 (12).

Вид	Мох на ясені	Березова роща	Сосновий ліс	Степь	Сосна кримська	Кленова посадка	Всього
<i>Suctobelbella latirostris</i> (Forssl.)	-	14/1,83	49/5,99	-	19/5,59	4/1,82	86/2,72
<i>S. alloanasuta</i> Moritz	-	30/3,92	47/5,75	-	13/3,82	9/4,09	99/3,13
<i>S. subtrigona</i> (Oudms.)	-	19/2,48	34/4,16	-	2/0,60	-	55/1,74
<i>Multioppia glabra</i> Mih.	-	14/1,83	39/4,77	-	14/4,12	4/1,82	71/2,24
<i>Quadroppia quadricarinata</i> (Mich.)	5/0,87	1/0,13	3/0,37	-	10/2,94	5/2,27	24/0,76
<i>Oppiella nova</i> (Oudms.)	-	68/8,88	117/14,3	3/0,68	3/0,88	8/3,63	199/6,29
<i>Lauropia maritima</i> (Will.)	-	5/0,65	8/0,98	-	-	2/0,90	15/0,47
<i>Micropia minus</i> (Paoli)	1/0,17	91/11,88	63/7,70	14/3,17	3/0,88	12/5,45	184/5,82
<i>M. minutissima</i> (Selln.)	-	1/0,13	-	-	-	-	1/0,03
<i>Ramusella clavipectinata</i> Mich.	-	1/0,13	-	60/13,57	5/1,47	6/2,73	72/2,28
<i>R. mihelcici</i> Perez-Inigo	-	-	-	-	3/0,88	2/0,90	5/0,16
<i>Discoppia cylindrica</i> Perez-Inigo	-	-	-	1/0,23	-	-	1/0,03
<i>Epimerella smirnovi</i> var <i>longisetosa</i> Kul.	-	-	-	-	2/0,60	1/0,46	3/0,10
<i>Hypogeoppia sigma</i> (Strenzke)	-	-	-	-	-	1/0,46	1/0,03
<i>Lauropia neerlandica</i> (Oudms.)	-	-	-	-	2/0,60	6/2,73	8/0,25
<i>Medioppia obsoleta</i> (Paoli)	-	-	-	-	1/0,29	4/1,82	5/0,16
<i>M. globosa</i> (Mih.)	-	-	-	-	-	1/0,46	1/0,03
<i>Moritzoppia uncarinata</i> (Paoli)	-	-	-	-	1/0,29	-	1/0,03
<i>Oribatula tibialis</i> Mich.	197/34,14	11/1,44	17/2,08	7/1,58	3/0,88	3/1,36	238/7,52
<i>O. pallida</i> Banks	4/0,70	3/0,39	13/1,59	13/2,94	-	-	33/1,04
<i>O. angustolamellata</i> Iord.	-	-	-	4/0,90	-	-	4/0,13
<i>Phauloppia conformis</i> (Berl.)	11/1,91	3/0,39	-	-	-	-	14/0,44
<i>Zygoribatula frisiae</i> (Oudms.)*	-	-	-	5/1,13	-	-	5/0,16
<i>Z. exarata</i> Berl.	-	-	-	51/11,54	-	-	51/1,61
<i>Z. terricola</i> v. d. Hammen	-	-	-	12/2,71	-	-	12/0,38
<i>Schelorbates latipes</i> (Koch) *	-	-	1/0,12	-	-	-	1/0,03
<i>S. laevigatus</i> (Koch)	-	12/1,57	9/1,10	-	-	-	21/0,66
<i>S. semidesertus</i> B.-Z. et Machmud.	-	1/0,13	26/3,18	-	-	-	27/0,85
<i>P. capucinus</i> Berl.	-	50/6,53	24/2,93	134/30,32	13/3,82	4/1,82	225/7,11
<i>P. monodactylus</i> (Haller)	-	10/1,31	26/3,18	1/0,23	-	-	37/1,17
<i>Ceratozetes minutissimus</i> Will.	-	18/2,35	4/0,49	65/14,71	1/0,29	2/0,90	90/2,85
<i>C. cisalpinus</i> (Berl.)	-	-	1/0,12	2/0,45	-	-	3/0,10
<i>C. mediocris</i> Berl. *	-	-	1/0,12	-	-	-	1/0,03
<i>Punctoribates zachvankini</i> Schald.	-	15/1,96	2/0,24	2/0,45	-	-	19/0,60
<i>Tectoribates ornatus</i> (Schuster)	-	-	-	1/0,23	-	-	1/0,03
<i>Galumna lanceata</i> (Oudms.)	-	-	9/1,10	2/0,45	-	-	11/0,35
<i>Pilagalumna allifera</i> (Oudms.)	-	87/11,36	59/7,21	8/1,81	39/11,47	17/7,73	210/6,64
<i>Phthiracarus laevigatus</i> (Koch)	2/0,34	-	-	-	-	-	2/0,06
<i>P. lanatus</i> Faider et Suciū	-	-	-	-	-	4/1,82	4/0,13
<i>P. anonimus</i> Gr.	-	1/0,13	3/0,37	-	-	-	4/0,13
<i>P. piger</i> (Scopoli)	-	-	5/0,61	-	-	-	5/0,16
<i>Euphthiracarus cribrarius</i> (Berl.)	1/0,17	23/3,00	35/4,28	16/3,62	27/7,94	7/3,18	109/3,45
Всього панцирних кліщів (имаго), экз.	577	766	818	442	340	220	3163
Кількість проб	10	40	40	40	10	10	150
Кількість на 1 пробу, экз.	57,7	19,15	20,45	11,05	34,0	22,0	21,09
Плотність, экз./м ²	23080	7660	8180	4420	13600	8800	8436
Кількість видів	14	36	35	27	31	33	66
Домінуючих	3	6	7	4	6	5	7
Часто зустрічаємих	1	6	10	5	6	7	11
Рідких	10	24	18	18	19	21	26
Процентне відношення до загальної кількості панцирних кліщів	37,71	70,21	71,04	85,33	71,28	65,48	61,98
Кількість преімагінальних фаз (личинки, нимфи)	953	325	333	76	137	116	1940
Кількість проб	10	40	40	40	10	10	150
Кількість на 1 пробу, экз.	95,3	8,125	8,325	1,9	13,7	11,6	12,93

Вид	Мох на ясене	Березовая роща	Сосновый лес	Степь	Сосна крымская	Кленовая посадка	Всего
Плотность, экз./м ²	38120	3250	3330	760	5480	4640	5172
Процентное отношение к общему числу панцирных клещей	62,29	21,79	28,93	14,67	28,72	34,52	38,02
Всего панцирных клещей, экз.	1530	1091	1151	518	477	336	5103
Количество проб	10	40	40	40	10	10	150
Количество на 1 пробу, экз.	153,0	27,275	28,775	12,95	47,7	33,6	34,02
Плотность, экз./м ²	61200	10910	11510	5180	19080	13440	13608
Процентное отношение к общему числу почвообитателей	68,33	57,66	52,65	24,67	62,19	39,16	50,82
Класс Nematoda	-	1/0,13	-	-	-	-	1/0,02
Класс Oligochaeta	-	8/1,00	1/0,09	1/0,06	-	-	10/0,20
Класс Arachnida. Отр. Aranei	-	1/0,13	-	-	-	-	1/0,02
Отр. Pseudoscorpiones	-	14/1,75	7/0,68	-	2/0,69	6/1,15	29/0,59
Класс Arachnida. Отр. Parasitiformes. Надсем. Gamasoidea	15/2,12	31/3,87	63/6,09	65/4,11	33/11,38	31/5,94	238/4,82
Отр. Acariformes, Надсем. Acaroidea	1/0,14	-	4/0,39	7/0,44	8/2,76	1/0,19	21/0,43
Гипопусы	-	-	-	1/0,06	3/1,03	-	4/0,08
Семейство Trombiculidae	12/1,69	2/0,25	4/0,39	58/3,67	3/1,03	-	79/1,60
Прочие сем. Отр. Acariformes	566/79,83	194/24,22	256/24,73	825/52,15	74/25,52	115/22,03	2030/41,10
Класс Crustacea. Отр. Isopoda	-	5/0,62	4/0,39	-	-	-	9/0,18
Класс Мугуарода. Подкл. Chilopoda	-	11/1,37	9/0,87	13/0,82	2/0,69	3/0,58	38/0,77
Подкл. Diplopoda	-	-	8/0,77	1/0,06	1/0,35	1/0,19	11/0,22
<i>Polyxena lagurus</i>	9/1,27	-	-	-	-	-	9/0,18
Класс Insecta. Отр. Diplura	-	10/1,25	15/1,45	-	1/0,35	2/0,38	28/0,57
Отр. Podura	34/4,80	470/58,68	587/56,71	454/28,70	119/41,03	316/60,54	1980/40,09
Отр. Psocoptera	23/3,24	2/0,25	-	2/0,13	1/0,35	6/1,15	34/0,69
Отр. Hemiptera	45/6,35	4/0,50	4/0,39	4/0,25	-	-	57/1,15
Отр. Homoptera. Подотр. Aphidinae	-	3/0,37	15/1,45	18/1,14	-	-	36/0,73
Отр. Thysanoptera	1/0,14	12/1,50	19/1,84	11/0,70	11/3,79	15/2,87	69/1,40
Отр. Hymenoptera. Надсем. Formicoidea	1/0,14	13/1,62	5/0,48	37/2,34	5/1,72	3/0,58	64/1,30
Надсем. Ichneumonidea	-	1/0,13	-	1/0,06	-	1/0,19	3/0,06
Отр. Coleoptera	-	3/0,37	2/0,19	8/0,51	-	-	13/0,26
Отр. Diptera	-	3/0,37	-	1/0,06	-	1/0,19	5/0,10
Личинки насекомых	2/0,28	13/1,62	32/3,09	75/4,74	27/9,31	21/4,02	170/3,44
Всего других почвообитателей, экз.	709	801	1035	1582	290	522	4939
Количество проб	10	40	40	40	10	10	150
Количество на 1 пробу, экз.	70,9	20,025	25,875	39,55	29,0	52,2	32,93
Плотность, экз./м ²	28360	8010	10350	15820	1160	20880	13172
Процентное отношение к общему числу почвообитателей	31,67	42,34	47,35	75,33	37,81	60,84	49,18
Всего почвенного населения, экз.	2239	1892	2186	2100	767	858	10042
Количество проб	10	40	40	40	10	10	150
Количество на 1 пробу, экз.	223,9	47,3	54,65	52,5	76,7	85,8	66,95
Плотность, экз./м ²	89560	18920	21860	21000	30680	34320	26780

Примечания:

1. В числителе – количество особей, в знаменателе – индекс доминирования по обилию;
2. * – виды, принимающие участие в цикле развития ленточных червей сем. Anoplocephalidae.

Березовая роща состоит из насаждений в основном березы бородавчатой. Развита растительная подстилка, сохраняющая почвенную влагу, что создает более благоприятные микроклиматические условия для жизнедеятельности микроартропод. Здесь из 40 проб учтено 10910 экз. (57,66%), плотность – 10910 экз./м² панцирных клещей (имаго – 766 экз. (70,21%), плотность – 7660 экз./м²; преимагинальных фаз – 325 экз. (21,79%), плотность – 3260 экз./м²). В этом биотопе отмечено максимальное видовое богатство панцирных клещей – 36. Доминировали 6 видов: *A. starki* – 11,88%, доминант соснового леса, часто встречаемый вид во мхах на ясене, единичен в кленовой посадке, в остальных биотопах не

обнаружен; *F. laciniatus* – 14,88%, часто встречаемый вид в сосновом лесу, редкий – в степи и кленовой посадке, в остальных биотопах не отмечен; *O. nova* – 8,88%, доминант соснового леса, часто встречаемый вид в кленовой посадке, в остальных биотопах не найден; *M. minus* – 11,88%, доминант соснового леса и кленовой посадки, часто встречаемый вид в степи, в остальных биотопах не обнаружен; *P. capucinus* – 6,53%, доминант степи, часто встречаемый вид в сосновом лесу и насаждениях сосны крымской, во мхах не обнаружен, в остальных биотопах отмечены единичные экземпляры; *P. allifera* – 11,36%, не встречался во мхах на ясене, редкий вид в степи, доминировал в остальных биотопах. Часто встречались 6 и редко – 24 вида (см. табл. 1). Высокие показатели численности и видового богатства панцирных клещей обусловлены наличием растительной подстилки, сохраняющей влажность поверхностного слоя почвы, что способствует поддержанию микроклиматических условий, необходимых для жизнедеятельности панцирных клещей и других почвенных артропод. Других почвенных обитателей учтено 801 экз. (42,34%), плотность – 8010 экз./м², которые относятся к 20 таксономическим группам. Доминировали коллемболы – 58,68% и сборная группа акариформных клещей – 24,22%. Часто встречались гамазовые клещи. Остальные представители (нематоды, дождевые черви, пауки, ложноскорпионы, краснотелковые клещи, мокрицы, многоножки, двухвостки, сеноеды, клопы, трипсы, муравьи, наездники, жуки, двукрылые) немногочисленны. Всего почвенного населения из 40 проб учтено 1892 экз., плотность – 18920 экз./м². Примерно такая же плотность почвенного населения характерна для насаждений березы и хвойных пород в Донбассе [5].

В сосновом лесу с редкой травянистой растительностью и мощной хвойной подстилкой собрано максимальное количество панцирных клещей – 1151 экз. (52,65%), плотность – 11510 экз./м² (имаго – 818 экз. (71,04%), плотность – 8180 экз./м²; преимагинальных фаз – 333 экз. (28,93%), плотность – 3330 экз./м²). Определено 35 видов, доминировали – 7: *A. starki* – 5,26%; *A. femoratus* – 9,78%, доминант подстилки сосны крымской, часто встречаемый вид в березовой роще, редкий – во мхах на ясене, в остальных биотопах не обнаружен; *S. latirostris* – 5,99%, доминант подстилки сосны крымской, редкий вид в березовой роще и кленовой посадке, в остальных биотопах не встречался; *S. alloenasuta* – 5,75%, часто встречаемый вид в березовой роще, в насаждениях сосны крымской и кленовой посадки, в степи и мхах на ясене не обнаружен; *O. nova* – 14,30%; *M. minus* – 7,70%; *P. allifera* – 7,21%. Часто встречались 10 и редко – 18 видов (см. табл. 1). Почвенное население по численности в сосновом лесу занимает первое место среди исследуемых биотопов – 2186 экз., плотность – 21860 экз./м². Других почвообитателей учтено 1035 экз. (47,35%), плотность – 10350 экз./м², которые относятся к 17 таксономическим группам (второе место после степного биотопа). Доминировали коллемболы (56,71%), акариформные (24,73%) и гамазовые (6,09%) клещи. Часто встречались личинки насекомых. Остальные представители (дождевые черви, ложные скорпионы, тироглифоидные, краснотелковые клещи, мокрицы, многоножки, двухвостки, клопы, трипсы, тли, муравьи, жуки) были малочисленны. Как видно, высокие количественные характеристики являются одним из важных показателей экологического состояния почвенного населения в условиях соснового леса, выращенного на обыкновенных черноземах целинной степи.

Степной участок (окр. с. Валерьяновка) расположен среди лесного массива Великоанадольского леса. Из растительности преобладали пырей ползучий, типчаки и разнотравье. Степь по численности учтенных панцирных клещей в биотопах занимает четвертое место – 518 экз. (24,67%), плотность – 5180 экз./м², что характерно для обычных, незаповедных, степей нашего края. Имаго составили 85,33% (442 экз., плотность – 4420 экз./м²), преимагинальные фазы – 14,67% (76 экз., плотность – 760 экз./м²). Определено 27 видов, что немного меньше, чем в биотопах лесного характера с листовой подстилкой. Другие почвенные обитатели по численности заняли первое место – 1582 экз. (75,33%), плотность – 15820 экз./м². Общее количество почвообитателей насчитывает 2100 экз., плотность – 21000 экз./м². По видовому богатству панцирных клещей степь занимает пятое место среди исследуемых биотопов – 27 видов. Доминировали 4 вида: *R. clavipectinata* –

13,57%, часто зустрічається в кленовій посадці, рідкий – в березовій рощі і підстилці сосни кримської, в інших біотопах не зустрічався; *Z. exarata* – 11,54%, в інших біотопах не виявлено; *P. capucinus* – 30,32%; *C. minutissimus* – 14,71%, часто зустрічається в березовій рощі, не знайдено в мохах на ясені, в інших біотопах малочисельний. Часто зустрічалися 5 і рідко – 18 видів. Таким чином, на степному ділянці панцирних кліщів зібрано в 2,1 – 2,9 рази менше, ніж в мохах на ясені і в березовій рощі, відповідно, і в 1,0 – 1,5 рази більше, ніж в насадженнях сосни кримської і кленової посадки «Маріупольської лісної дачі», відповідно. З отриманих даних видно, що видовий спектр панцирних кліщів і їх кількість різко змінюється порівняно з біотопами закритого (лісного) характеру, де едафічні умови більш сприятливі для ґрунтового населення. Серед 18 таксономічних груп ґрунтових обитачів на степному ділянці переважає збирна група акариформних кліщів – 28,70%. Часто зустрічалися гамазові і краснотелкові кліщі, мурашки і личинки комах. Інші представники (дождеві черви, тирогліфоїдні кліщі і їх гіпопусы, багатоножки, сеноїди, клопи, тлі, трипси, наездники, жуки) були малочисельні.

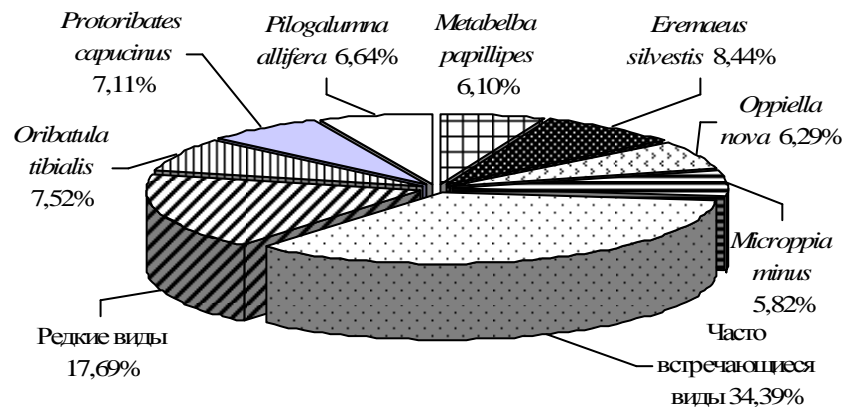
Слід зазначити, що на стаціонарі степного ділянки також була проведена перевірка добової активності панцирних кліщів і інших членистоногих в ґрунтового профілі на глибину до 50 см, де були виявлені 5 видів: *Brachychthonius immaculatus* Forssl., *Liochthonius alpestris* (Forssl), *L. lapponicus* (Berl.), *Dorycranosus punctulatus* (Mich.), *Protoribates glaber* Mih., не вошедших в список табл. 1.

«Маріупольська лісна дача». Насадження сосни кримської. Дослідження проведені на звичайних середньогумусних чорноземах з різотравно-типчаково-ковильною рослинністю. Хвойна підстилка маломощна. З 10 проб враховано панцирних кліщів в 3,2 (мох на ясені) – 1,0 (степь) рази менше, ніж в інших біотопах – 477 экз. (62,19%), густина – 19080 экз./м². Імаго – 340 экз. (71,28%), густина – 13600 экз./м², личинок і нимф – 137 экз. (28,72%), густина – 5480 экз./м². В біотопі виявлено 31 вид. Домінували 6 видів: *A. femoratus* – 5,29%, *M. papillipes* – 27,06%, домінує кленової посадки, часто зустрічається в березовій рощі і сосновому лісі, рідкий – в степі, в мохах на ясені не виявлено; *M. pulverulenta* – 7,94%, домінує кленової посадки, часто зустрічається в степі, рідкий в березовій рощі і сосновому лісі, в мохах на ясені не відзначено; *S. latirostris* – 5,59%, *P. allifera* – 11,47%; *E. cribrarius* – 7,94%, рідкий в мохах на ясені, в інших біотопах – часто зустрічається вид. Часто зустрічалися 6 і рідко – 19 видів (см. табл. 1). Інших ґрунтообитачів враховано мінімальну кількість серед досліджуваних біотопів – 290 экз., в 5,4 (степь) – 1,8 (кленова посадка) рази менше, ніж в досліджуваних біотопах. Маломощна хвойна підстилка, по-видимому, не створює сприятливих мікрокліматических умов для проживання і розвитку багатьох артропод. Загальна чисельність ґрунтового зооценозу також невелика – 767 экз., густина – 30680 экз./м². Переважали колемболы – 41,03%, збирна група акариформних кліщів – 25,52%, гамазові кліщі – 11,38% і личинки комах – 9,31%. Часто зустрічалися акаридієві кліщі, трипси. Інші представники (ложноскорпіони, гіпопусы, краснотелкові кліщі, багатоножки, кивсяки, двохвостки, сеноїди, мурашки) малочисельні (см. табл. 1). Слід зазначити невеликі показники видового багатства і чисельності панцирних кліщів і інших ґрунтових членистоногих в насадженнях сосни кримської, порівняно з іншими досліджуваними біотопами, що характерно для молодих хвойних насаджень.

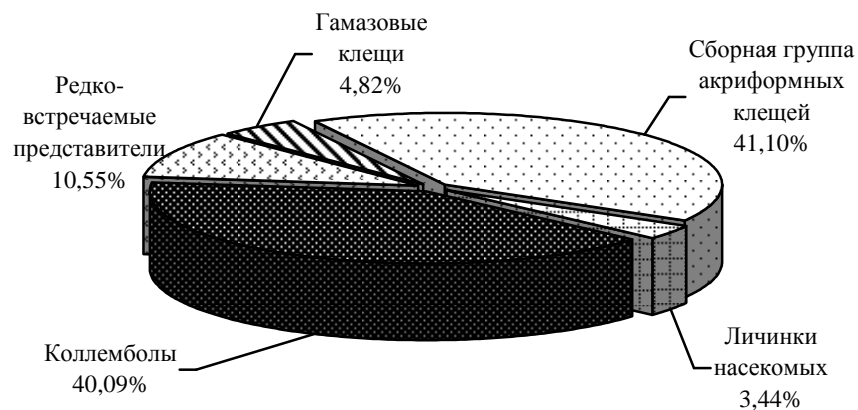
Кленова посадка з рідкою листовою підстилкою менш сприятлива для проживання панцирних кліщів. Тут з 10 проб зібрано мінімум панцирних кліщів – 336 экз. (39,16%), густина – 13440 экз./м², інших ґрунтообитачів небагато більше, ніж під сосною кримської, – 522 экз. (60,84%), густина – 20880 экз./м². Загальна чисельність ґрунтового населення – 858 экз., густина – 34320 экз./м². Панцирних кліщів відзначено 33 види, з них домінували 5: *G. austriacus* – 12,73%, часто зустрічається в насадженнях сосни кримської, рідкий – в березовій рощі і сосновому лісі, в інших біотопах не виявлено; *M. pulverulenta* – 8,18%; *M. papillipes* – 24,09%; *M. minus* – 5,45%; *P. allifera* – 7,73%. Часто

встречались 7 и редко – 21 вид (см. табл. 1). Среди других почвенных обитателей преобладали коллемболы – 60,54%, сборная группа акариформных клещей – 22,03% и гамазовые клещи – 5,94%. Часто встречались трипсы и личинки насекомых. Остальные представители (ложноскорпионы, акаридиевые клещи, многоножки, кивсяки, двухвостки, сенеды, муравьи, наездники, двукрылые) были малочисленными (см. табл. 1).

Таким образом, каждый биотоп характеризуется определенным видовым составом и численностью панцирных клещей и других почвенных обитателей, что является отражением микроклиматических условий обитания той или иной группы членистоногих. Их численность и видовой состав являются индикаторами состояния растительной подстилки и поверхностного десятисантиметрового слоя почвы. В различных биотопах число доминирующих и часто встречаемых видов орибатид варьирует. В целом в шести биотопах исследуемых заповедных территорий было учтено 5103 экз. (52,83%) панцирных клещей, средняя плотность населения которых составила 13608 экз./м², что в целом характерно для лесных биотопов Донбасса [5]. Определено 66 видов панцирных клещей, относящиеся к 39 родам и 24 семействам, из них 5 видов могут принимать участие в цикле развития ленточных червей из сем. Anoplocephalidae, паразитирующих в теле домашних и диких животных (см. табл. 1). Доминировали 7 видов: *M. papillipes* – 6,10%, *E. silvestris* – 8,44%, *O. nova* – 6,29%, *M. minus* – 5,82%, *O. tibialis* – 7,52%, *P. capucinus* – 7,11%, *P. allifera* – 6,64%. Часто встречались 11 и редко – 26 видов. Доминирующие виды в целом составили 47,92%, часто встречаемые – 34,39% и редкие – 17,69%. Других членистоногих в шести биотопах учтено 4939 экз. (49,18%), плотность – 13172 экз./м². Преобладали сборная группа акариформных клещей – 41,10%, плотность – 5412 экз./м², коллемболы – 40,09%, плотность – 5280 экз./м². Часто встречались гамазовые клещи – 4,82%, плотность – 632 экз./м² и личинки насекомых – 3,44%, плотность – 452 экз./м². Редкие виды составили 10,55% (рис. 1-3).



А



Б

Рис. 1. Распределение панцирных клещей (А) и других почвообитателей (Б) заповедных территорий «Великоанадольский лес» и «Мариупольская лесная дача» (2011-2012 гг.)

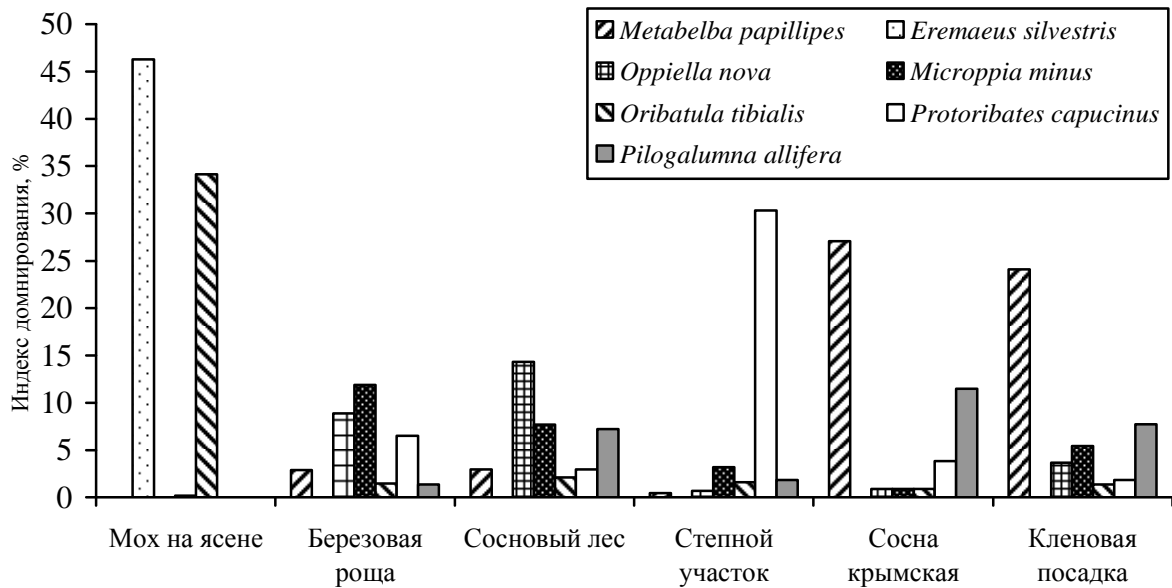


Рис. 2. Доминирующие виды панцирных клещей заповедных территорий «Великоанадольский лес» и «Мариупольская лесная дача» (2011-2012 гг.).

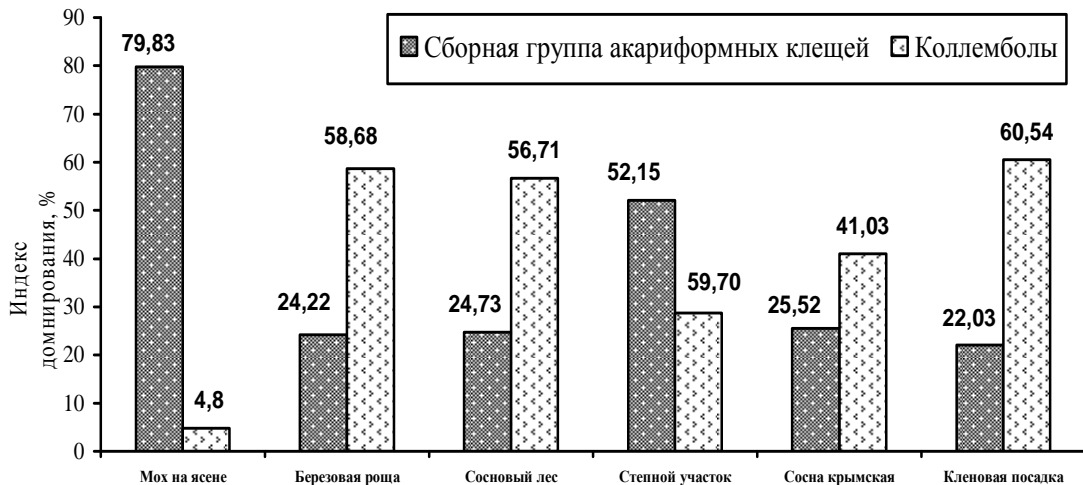


Рис. 3. Доминирующие группы почвенных членистоногих заповедных территорий «Великоанадольский лес» и «Мариупольская лесная дача» (2011-2012 гг.).

Сезонная динамика численности панцирных клещей и других почвенных обитателей на стационарных участках заказника «Великоанадольский лес»

Березовая роща. Почвенные пробы брали в мае, июне, июле 2011 г. и в апреле 2012 г. В мае при температуре воздуха +21 °С, влажности почвы 36,99%, рН почвы 7,2 из 10 проб извлечено минимальное количество панцирных клещей – 177 экз. (57,65%), плотность – 7080 экз./м²; других почвообитателей – 130 экз. (42,35%), плотность – 5200 экз./м². Всего почвенного населения – 307 экз., плотность – 12280 экз./м², что в 2,0 – 1,3 – 1,8 раза меньше, чем в июне, июле и апреле, соответственно. Определено 23 вида панцирных клещей, из них доминировали 7: *A. starki* – 8,28%, доминировал в июне и апреле, в июле не встречался; *M. papillipes* – 5,52%, часто встречаемый вид в июне и апреле, в июле отсутствовал; *F. laciniatus* – 15,17%, доминировал в июле и апреле, редкий в июне; *O. nova* – 12,41%, преобладал в июне, часто встречаемый вид в остальные периоды; *P. capucinus* – 11,72%, доминировал в апреле, часто встречаемый вид в июне и июле; *P. zachvatkini* – 6,89%, часто встречаемый вид в июле, в остальное время не обнаружен; *P. allifera* – 12,41%, редкий в июле, в остальное время доминирующий вид. Часто встречались 6 и редко – 10 видов (табл. 2).

**Сезонная динамика численности панцирных клещей и других почвообитателей
березовой рощи заказника «Великоанадольский лес» (с. Валерьяновка, Донецкая обл.)**

Вид	V 2011 г.	VI 2011 г.	VII 2011 г.	IV 2012 г.	Всего
<i>Hypochthonius luteus luteus</i> Oudms.	-	5/2,08	1/0,74	3/1,22	9/1,17
<i>Epilohmannia inexpectata</i> Schuster	-	2/0,83	-	-	2/0,26
<i>Nothrus biciliatus</i> C. L. Koch	1/0,69	-	-	4/1,63	5/0,65
<i>Camisia horrida</i> (Herm.)	-	1/0,42	-	-	1/0,13
<i>Hermanniella dolosa</i> Gr.	-	-	1/0,74	-	1/0,13
<i>Allodamaeus starki</i> B.-Z.	12/8,28	18/7,50	-	61/64,89	91/11,88
<i>A. femoratus</i> (Koch)	5/3,45	18/7,50	-	-	23/3,00
<i>Gymnodamaeus austriacus</i> Will.	1/0,69	-	-	-	1/0,13
<i>Metabelba pulverulenta</i> (Koch)	3/2,07	1/0,42	2/1,47	8/3,27	14/1,83
<i>M. papillipes</i> (Nic.)	8/5,52	7/2,91	-	7/2,86	22/2,87
<i>Fosseremaeus laciniatus</i> (Berl.)	22/15,17	2/0,83	69/50,73	21/8,57	114/14,88
<i>Zetorchestes micronychus</i> (Berl.)	1/0,69	1/0,42	-	-	2/0,26
<i>Xenillus tegeocranus</i> (Herm.)*	1/0,69	-	1/0,74	-	2/0,26
<i>Tectocephus velatus</i> Mich.*	1/0,69	-	-	-	1/0,13
<i>Suctobelbella latirostris</i> (Forssl.)	1/0,69	10/4,17	1/0,74	2/0,82	14/1,83
<i>S. alloanasuta</i> Moritz	2/1,38	13/5,42	2/1,47	13/5,30	30/3,92
<i>S. subtrigona</i> (Oudms.)	7/4,83	10/4,17	2/1,47	-	19/2,48
<i>Multiopppia glabra</i> Mih.	-	2/0,83	4/2,94	8/3,27	14/1,83
<i>Quadroppia quadricarinata</i> (Mich.)	-	1/0,42	-	-	1/0,13
<i>Oppiella nova</i> (Oudms.)	18/12,41	38/15,83	4/2,94	8/3,27	68/8,88
<i>Lauroppia maritima</i> (Will.)	-	4/1,66	-	1/0,41	5/0,65
<i>Ramusella clavipectinata</i> Mich.	-	1/0,42	-	-	1/0,13
<i>Micropopia minus</i> Paoli	6/4,14	46/19,17	22/16,18	17/6,94	91/11,88
<i>M. minutissima</i> (Selln.)	-	1/0,42	-	-	1/0,13
<i>Oribatula tibialis</i> Mich.	3/2,07	2/0,83	-	6/2,45	11/1,44
<i>O. pallida</i> Banks	-	3/1,25	-	-	3/0,39
<i>Phauloppia conformis</i> (Berl.)	-	3/1,25	-	-	3/0,39
<i>Schelorbates semidesertus</i> B.-Z. et Machm.	1/0,69	-	-	-	1/0,13
<i>S. laevigatus</i> (Koch)	2/1,38	-	10/7,35	-	12/1,57
<i>Protoribates capucinus</i> Berl.	17/11,72	11/4,58	6/4,41	16/6,53	50/6,53
<i>P. monodactylus</i> (Haller)	-	10/4,17	-	-	10/1,31
<i>Ceratozetes minutissimus</i> Will.	1/0,69	-	2/1,47	15/6,12	18/2,35
<i>Punctoribates zachvatkini</i> Schald.	10/6,89	-	5/3,67	-	15/1,96
<i>Pilagalumna allifera</i> (Oudms.)	18/12,41	23/9,58	2/1,41	44/17,96	87/11,36
<i>Phthiracarus anonimus</i> Gr.	-	1/0,42	-	-	1/0,13
<i>Euphthiracarus cribrarius</i> (Berl.)	4/2,76	6/2,50	2/1,47	11/4,49	23/3,00
Всего панцирных клещей (имаго), экз.	145	240	136	245	766
Количество проб	10	10	10	10	40
Количество на 1 пробу, экз.	14,5	24,0	13,6	24,5	19,15
Плотность, экз./м ²	5800	9600	5440	9800	7660
Количество видов	23	27	17	17	36
Доминирующих	7	6	3	7	6
Часто встречаемых	6	7	5	6	6
Редких	10	14	9	4	24
Процентное отношение к общему числу панцирных клещей	81,92	68,18	71,58	65,86	70,21
Количество преимагинальных фаз (личинки, нимфы)	32	112	54	127	325
Количество проб	10	10	10	10	40
Количество на 1 пробу, экз.	3,2	11,2	5,4	12,7	8,125
Плотность, экз./м ²	1280	4480	2160	5080	3250
Процентное отношение к общему числу панцирных клещей	18,08	31,82	28,42	34,14	21,79
Всего панцирных клещей, экз.	177	352	190	372	1091

Вид	V 2011 г.	VI 2011 г.	VII 2011 г.	IV 2012 г.	Всего
Количество проб	10	10	10	10	40
Количество на 1 пробу, экз.	17,7	35,2	19,0	37,2	27,275
Плотность, экз./м ²	7080	14080	7600	14880	10910
Процентное отношение к общему числу почвообитателей	57,65	57,24	46,12	66,67	57,66
Класс Nematoda	-	-	1/0,45	-	1/0,13
Класс Oligochaeta	4/3,07	2/0,76	-	2/1,07	8/1,00
Класс Arachnida. Отр. Aranei	-	-	-	1/0,54	1/0,13
Отр. Pseudoscorpiones	-	11/4,18	2/0,90	1/0,54	14/1,75
Отр. Parasitiformes, Надсем. Gamasoidea	5/3,84	18/6,85	6/2,70	2/1,07	31/3,87
Семейство Trombiculidae	-	-	1/0,45	1/0,54	2/0,25
Прочие сем. Отр. Acariformes	31/23,85	78/29,66	47/2,17	38/20,43	194/24,22
Класс Crustacea. Отр. Isopoda	1,0,77	2/0,76	-	2/1,07	5/0,62
Класс Murgapoda Подкл. Chilopoda	1/0,77	-	4/1,80	6/3,23	11/1,37
Класс Insecta. Отр. Diplura	-	1/0,38	1/0,45	8/4,30	10/1,25
Отр. Podura	79/60,77	129/49,05	152/66,48	110/59,14	470/58,68
Отр. Psocoptera	-	-	-	2/1,08	2/0,25
Отр. Hemiptera	1/0,77	1/0,38	2/0,90	-	4/0,50
Отр. Homoptera. Подотр. Aphidinae	-	-	3/1,35	-	3/0,37
Отр. Thysanoptera	1/0,77	9/3,42	2/0,90	-	12/1,50
Отр. Hymenoptera. Надсем. Formicoidea	2/1,54	-	-	11/5,91	13/1,62
Надсем. Ichneumonidea	1/0,77	-	-	-	1/0,13
Отр. Coleoptera	1/0,77	1/0,38	1/0,45	-	3/0,37
Отр. Diptera	1/0,77	1/0,38	-	1/0,54	3/0,37
Личинки насекомых	2/1,54	10/3,80	-	1/0,54	13/1,62
Всего других почвообитателей, экз.	130	263	222	186	801
Количество проб	10	10	10	10	40
Количество на 1 пробу	13,0	26,3	22,2	18,6	20,025
Плотность, экз./м ²	5200	10520	8880	7440	8010
Процентное отношение к общему числу почвообитателей	42,35	42,76	53,88	33,33	42,34
Всего почвенного населения, экз.	307	615	412	558	1892
Количество проб	10	10	10	10	40
Количество на 1 пробу, экз.	30,7	61,5	41,2	55,8	47,3
Плотность, экз./м ²	12280	24600	16480	22320	18920

Примечание. В числителе – количество особей, в знаменателе – индекс доминирования по обилию.

Среди других почвообитателей в течение всего периода исследований преобладали коллемболы (60,77%) и сборная группа акариформных клещей (23,85%). Часто встречались дождевые черви и гамазовые клещи. Остальные представители (мокрицы, многоножки, клопы, трипсы, муравьи, наездники, жуки и личинки насекомых) были малочисленны (см. табл. 2).

В июне с повышением температуры воздуха до +23°C и влажности почвы 38,46% численность панцирных клещей резко возрастает в 1,9 раза по сравнению с маем – 352 экз. (57,24%), плотность – 14080 экз./м². Видовое богатство увеличивается до 27 видов, из них доминировали 6: *A. starki*, *A. femoratus* – по 7,50%; *S. alloenasuta* – 5,42%, доминировал в апреле, в остальное время редкий; *O. nova* – 15,83%; *M. minus* – 19,17%, часто встречаемый вид в мае, в остальное время – доминант; *P. allifera* – 9,58%. Часто встречались 7 и редко – 14 видов (см. табл. 2). В июне пик численности панцирных клещей обусловлен обилием преимагинальных фаз (112 экз.), количество которых возросло в 3,5 раза по сравнению с маем. Количество других почвообитателей также возросло в 2 раза – 263 экз., плотность – 10520 экз./м². Общая численность почвенного населения также максимальна – 615 экз., плотность – 24600 экз./м².

В июле численность панцирных клещей резко сократилась при температуре воздуха +27°C, влажности почвы 29,87% до 190 экз., плотность – 7600 экз./м². Видовое богатство

минимально – 17 видов, из них доминировали 3: *F. laciniatus* – 50,73%, *M. minus* – 16,18%; *S. laevigatus* – 7,35%, редкий вид в мае, в остальное время не встречался. В июле отмечено резкое снижение численности и преимагинальных фаз (54 экз., плотность – 2160 экз./м²), что связано с биологическими циклами отдельных видов и изменением микроклиматических условий. Других почвообитателей учтено небольшое количество – 222 экз., плотность – 8880 экз./м². Общая численность почвенного населения была минимальной – 412 экз., плотность – 16480 экз./м², что почти в 1,4 раза меньше по сравнению с июнем. В июле отмечаем общий спад численности панцирных клещей и других почвообитателей, обусловленный ухудшением условий обитания, т. к. в жаркий период года поверхностный слой подстилки и почвы высыхает, при этом ухудшаются условия для членистоногих.

В апреле 2012 г. численность панцирных клещей была максимальной за весь период исследований – 372 экз. (66,67%), плотность – 14880 экз./м², что в основном обусловлено высоким обилием благополучно перезимовавших преимагинальных фаз орибатид (127 экз., плотность – 5080 экз./м²). Видовой спектр панцирных клещей небольшой – отмечено 17 видов, из них доминировали 7: *A. starki* – 24,89%; *F. laciniatus* – 8,57%; *S. alloenasuta* – 5,30%, *M. minus* – 6,94%, *P. capucinus* – 6,53%, *C. minutissimus* – 6,12%, редкий вид в мае и июне, не обнаружен в июле; *P. allifera* – 17,96%. Часто встречались 6 и редко – 4 вида (см. табл. 2). Других почвообитателей учтено 186 экз. (33,33%, плотность – 7440 экз./м²). Доминировали коллемболы (59,14%) и сборная группа акариформных клещей (20,43%). Всего почвенного населения учтено 558 экз., плотность – 22320 экз./м². На рис. 4 отмечены пик численности в июне и апреле, минимумы в мае и июле, что обусловлено колебанием экологических условий среды, эдафических факторов экотопа и биологических особенностей каждого представителя обнаруженных членистоногих.

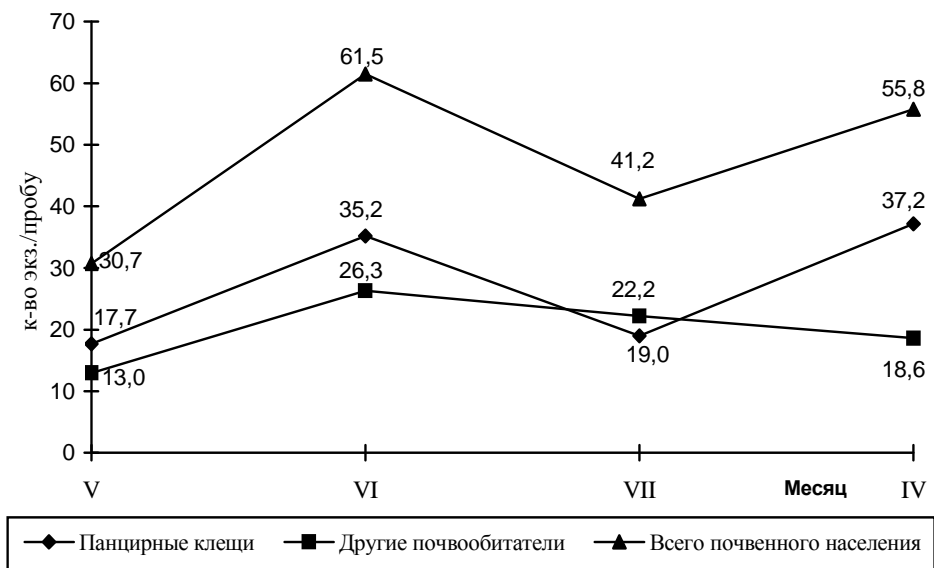


Рис. 4. Динамика численности панцирных клещей и других почвообитателей в березовой роще заказника «Великоанадольский лес» (май-июль 2011 г., апрель 2012 г.).

Сосновый лес. На этом стационарном участке отмечен минимум численности панцирных клещей в мае – 184 экз. (68,66%), плотность – 7360 экз./м², с минимальным количеством преимагинальных фаз – 51 экз., плотность – 2040 экз./м² при температуре воздуха +25°С, влажности почвы 28,21%, рН 7,3. Видовое богатство минимально – отмечено 18 видов, из них доминировали 10, часто встречались 5 и редко 3 вида (табл. 3). В период исследований численность доминирующих видов варьировала: *H. luteus luteus* – 5,26%, не обнаружен в апреле, в остальные месяцы часто встречаемый вид; *A. starki* – 6,02%, в апреле часто встречаемый вид, в остальное время – доминант; *S. latirostris* – 9,02%, доминировал в июне, в остальное время – часто встречаемый вид; *S. alloenasuta* – 9,78%, доминант в июне, редкий в остальные месяцы; *S. subtrigona* – 7,52%, доминант июня, редкий в июле, в апреле

не зустрічався; *O. nova* – 11,28%, домінував все 4 місяці; *M. minus* – 9,02%, часто зустрічається в квітні, в решту часу – домінує; *O. tibialis* – 5,26%, часто зустрічається в квітні, єдинично в червні, не знайдено в липні; *P. allifera* – 7,52%, в липні відсутній, в решту часу – домінує; *E. cribrarius* – 7,52%, домінує в квітні, в решту період – часто зустрічається.

Таблиця 3

Сезонна динаміка численності панцирних кліщів і інших ґрунтообителів соснового лісу заказника «Великоанадольський ліс» (с. Валеріяновка, Донецька обл.)

Вид	V 2011 г.	VI 2011 г.	VII 2011 г.	IV 2012 г.	Всього
<i>Hypochothonius luteus luteus</i> Oudms.	7/5,26	18/4,89	4/2,80	-	29/3,55
<i>Epilohmannia inexpectata</i> Schuster	1/0,75	-	4/2,80	1/0,58	6/0,73
<i>Nothrus biciliatus</i> Koch	6/4,51	4/1,09	-	-	10/1,22
<i>Allodamaeus starki</i> B.-Z.	8/6,02	19/5,16	8/5,59	8/4,60	43/5,26
<i>A. femoratus</i> (Koch)	6/4,51	46/12,50	21/14,68	7/4,02	80/9,78
<i>Gymnodamaeus austriacus</i> Will.	-	-	2/1,40	3/1,72	5/0,61
<i>Metabelba pulverulenta</i> (Koch)	1/0,75	1/0,27	-	1/0,58	3/0,37
<i>M. papillipes</i> (Nic.)	-	9/2,44	8/5,59	7/4,02	24/2,93
<i>Fosserremaeus laciniatus</i> (Berl.)	-	3/0,82	13/9,09	4/2,30	20/2,45
<i>Zetorhynchus micronychus</i> (Berl.)	-	1/0,27	-	-	1/0,12
<i>Xenillus tegeocranus</i> (Herm.)	-	2/0,54	-	-	2/0,24
<i>Suctobelbella latirostris</i> (Forssl.)	12/9,02	26/7,07	4/2,80	7/4,02	49/5,99
<i>S. alloenasuta</i> Moritz	13/9,78	29/7,88	2/1,40	3/1,72	47/5,75
<i>S. subtrigona</i> (Oudms.)	10/7,52	22/5,98	2/1,40	-	34/4,16
<i>Multioplia glabra</i> Mih.	5/3,76	19/5,16	14/9,79	1/0,58	39/4,77
<i>Quadropia quadricarinata</i> Mich.	-	3/0,82	-	-	3/0,37
<i>Oppiella nova</i> (Oudms.)	15/11,28	55/14,94	37/25,87	10/5,75	117/14,30
<i>Lauroppia maritima</i> (Will.)	5/3,76	3/0,82	-	-	8/0,98
<i>Micropia minus</i> (Paoli)	12/9,02	33/8,97	14/9,79	4/2,30	63/7,70
<i>Oribatula tibialis</i> Mih.	7/5,26	2/0,54	-	8/4,60	17/2,08
<i>O. pallida</i> Banks	-	4/1,09	4/2,80	5/2,87	13/1,59
<i>Schelorbates latipes</i> (Koch)	-	-	-	1/0,58	1/0,12
<i>S. laevigatus</i> (Koch)	-	-	-	9/5,17	9/1,10
<i>S. semidesertus</i> B.-Z. et Machm.	-	4/1,09	-	22/12,64	26/3,18
<i>P. capucinus</i> Berl.	-	16/4,35	-	8/4,60	24/2,93
<i>P. monodactylus</i> (Haller)	-	7/1,90	2/1,40	17/9,77	26/3,18
<i>Ceratozetes minutissimus</i> Will.	-	-	-	4/2,30	4/0,49
<i>C. mediocris</i> Berl.	-	-	-	1/0,57	1/0,12
<i>C. cisalpinus</i> (Berl.)	-	-	-	1/0,57	1/0,12
<i>Punctoribates zachvatkini</i> Schald.	-	-	-	2/1,15	2/0,24
<i>Pilogalumna allifera</i> (Oudms.)	10/7,52	28/7,61	-	21/12,07	59/7,21
<i>Galumna lanceata</i> Oudms.	-	-	-	9/5,17	9/1,10
<i>Phthiracarus anonimum</i> Gr.	3/2,26	-	-	-	3/0,37
<i>P. piger</i> (Scopoli)	2/1,50	2/0,54	1/0,70	-	5/0,61
<i>Euphthiracarus cribrarius</i> (Berl.)	10/7,52	12/3,26	3/2,10	10/5,75	35/4,28
Всього панцирних кліщів (імаго), екз.	133	368	143	174	818
Кількість проб	10	10	10	10	40
Кількість на 1 пробу, екз.	13,3	36,8	14,3	17,4	20,45
Щільність, екз./м ²	5320	14720	5720	6960	8180
Кількість видів	18	25	17	26	35
Домінуючих	10	9	7	7	7
Часто зустрічаються	5	4	5	10	10
Рідких	3	12	5	9	18
Процентне відношення до загальної кількості панцирних кліщів	72,28	70,10	65,00	78,38	71,04
Кількість преімагинальних фаз (личинки, нимфи)	51	157	77	48	333
Кількість проб	10	10	10	10	40
Кількість на 1 пробу, екз.	5,1	15,7	7,7	4,8	8,325

Вид	V 2011 г.	VI 2011 г.	VII 2011 г.	IV 2012 г.	Всего
Плотность, экз./м ²	2040	6280	3080	1920	3330
Процентное отношение к общему числу панцирных клещей	27,72	29,90	35,00	21,62	28,93
Всего панцирных клещей, экз.	184	525	220	222	1151
Количество проб	10	10	10	10	40
Количество на 1 пробу, экз.	18,4	52,5	22,0	22,2	28,775
Плотность, экз./м ²	7360	21000	8800	8880	11510
Процентное отношение к общему числу почвообитателей	68,66	50,87	55,98	45,03	52,65
Класс Oligochaeta	1/1,19	-	-	-	1/0,09
Класс Arachnida. Отр. Pseudoscorpiones	-	5/0,99	1/0,58	1/0,37	7/0,68
Отр. Parasitiformes. Надсем. Gamasoidea	3/3,57	43/8,48	7/4,05	10/3,69	63/6,09
Отр. Acariformes. Надсем. Acaroidea	-	1/0,20	-	3/1,11	4/0,39
Сем. Trombiculidae	-	2/0,39	-	2/0,74	4/0,39
Прочие сем. Отр. Acariformes	16/19,05	131/25,84	49/28,32	60/22,14	256/24,73
Класс Crustacea. Отр. Isopoda	1/1,19	2/0,39	-	1/0,37	4/0,39
Класс Мугуарода Подкл. Chilopoda	-	6/1,18	1/0,58	2/0,74	9/0,87
Подкл. Diplopoda (<i>Polixena lagurus</i>)	1/1,19	7/1,38	-	-	8/0,77
Класс Insecta. Отр. Diplura	-	6/1,18	8/4,62	1/0,37	15/1,45
Отр. Podura	62/73,81	248/48,92	101/58,38	176/64,94	587/56,71
Отр. Hemiptera	-	4/0,79	-	-	4/0,39
Отр. Homoptera. Подотр. Aphidinae	-	10/1,97	-	5/1,84	15/1,45
Отр. Thysanoptera	-	14/2,76	2/1,16	3/1,11	19/1,84
Отр. Hymenoptera. Надсем. Formicoidea	-	1/0,20	1/0,58	3/1,10	5/0,48
Отр. Coleoptera	-	-	-	2/0,74	2/0,19
Личинки насекомых	-	27/5,33	3/1,73	2/0,74	32/3,09
Всего других почвообитателей, экз.	84	507	173	271	1035
Количество проб	10	10	10	10	40
Количество на 1 пробу	8,4	50,7	17,3	27,1	25,875
Плотность, экз./м ²	3360	20280	6920	10840	10350
Процентное отношение к общему числу почвообитателей	31,34	49,13	44,02	54,97	47,35
Всего почвенного населения, экз.	268	1032	393	493	2186
Количество проб	10	10	10	10	40
Количество на 1 пробу, экз.	26,8	103,2	39,3	49,3	54,65
Плотность, экз./м ²	10720	41280	15720	19720	21860

Примечание. В числителе – количество особей, в знаменателе – индекс доминирования по обилию.

В мае наблюдалось резкое снижение численности панцирных клещей, что в 2,8 – 1,2 – 1,2 раза меньше, чем в июне, июле, апреле, соответственно (см. табл. 3, рис. 5). Низкая численность клещей обусловлена неблагоприятными условиями обитания в зимний период. Это подтверждает и низкая численность (51 экз.) сохранившихся после зимовки личинок и нимф панцирных клещей. Других почвообитателей также учтено минимальное количество – 84 экз. (31,34%), плотность – 3360 экз./м², что в 6 – 2 – 3 раза меньше, чем в июне, июле и апреле, соответственно. К доминирующим группам отнесены коллемболы – 73,81% и сборная группа акариформных клещей – 19,05%. Общая численность почвенного населения в мае была минимальной – 268 экз., плотность – 10720 экз./м². Низкие количественные показатели указывают на экстремальные условия обитания для почвенных членистоногих в зимний период (см. табл. 3, рис. 5).

В июне при температуре воздуха +26°С и влажности почвы 40,85% собран максимум панцирных клещей – 525 экз. (50,87%), плотность – 21000 экз./м² (имаго – 368 экз., преимагинальных фаз – 157 экз.), что в 2,8 – 2,3 – 2,3 раза превышает численность панцирных клещей в мае, июле и апреле, соответственно. Видовой состав увеличивается почти в 1,3 раза, по сравнению с маем, – отмечено 25 видов, из них доминировали 9, часто встречались 4 и редко – 12 видов.

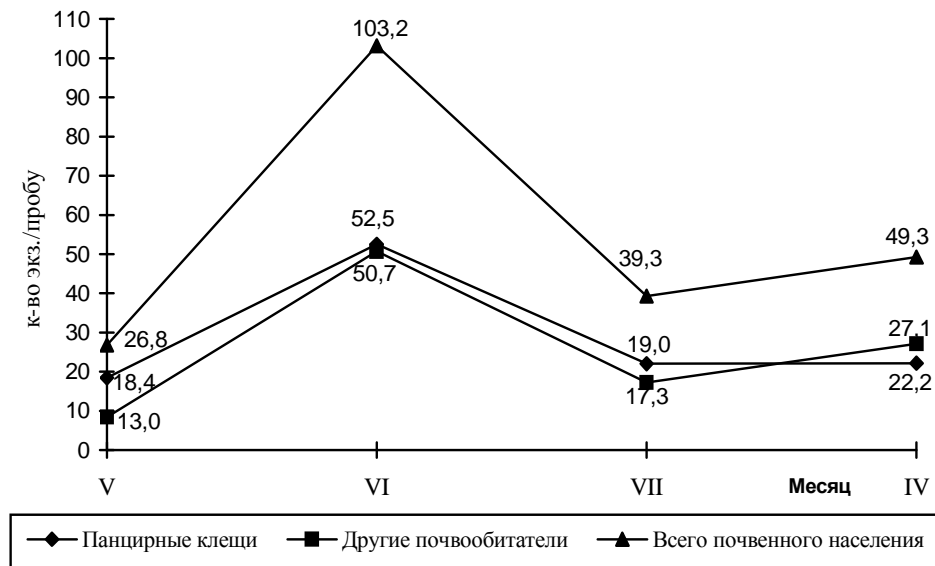


Рис. 5. Динамика численности панцирных клещей и других почвообитателей соснового леса заказника «Великоанадольский лес» (май-июль 2011 г., апрель 2012 г.).

Численность доминирующих видов, как и в березовой роще, варьировала: *A. starki* – 5,16%, *A. femoratus* – 12,50%, доминировал в июле, часто встречаемый вид в мае и апреле; *S. latirostris* – 7,07%, *S. alloenasuta* – 7,87%, *S. subtrigona* – 5,98%; *M. glabra* – 5,16%, преобладал в июле, часто встречаемый вид в мае, редкий – в апреле; *O. nova* – 14,94%; *M. minus* – 8,97%; *P. allifera* – 7,61%. Из количественных показателей видно, что панцирные клещи в июле занимают доминирующее положение в почвенном зооценозе благодаря большой численности личинок вылупившихся из яиц, отложенных весной, и нимф, преобразовавшихся из личинок. Преимагинальных фаз в июле (157 экз.) в 3,0 – 2,0 – 3,2 раза больше, чем в мае, июле и апреле, соответственно (см. табл. 3, рис. 5). Численность других почвенных обитателей, также как и панцирных клещей, была максимальной в июне – 507 экз. (49,13%), плотность – 20280 экз./м². Среди них преобладали коллемболы – 48,92%, плотность – 41280 экз./м², сборная группа акариформных клещей – 25,84%, плотность – 5240 экз./м² и гамазовые клещи – 8,48%, плотность – 1720 экз./м², часто встречались на протяжении трех месяцев. Таким образом, в июне с установлением теплой погоды и благоприятных условий в экотопе численность панцирных клещей и других почвенных членистоногих достигают максимальных показателей (см. табл. 3, рис. 5).

В июле, в жаркий период года, при температуре воздуха +27°С и влажности почвы 36,69%, отмечен минимум численности панцирных клещей – 220 экз. (55,98%): имаго – 143 экз., преимагинальных фаз – 77 экз., плотность – 8800 экз./м². Других почвообитателей обнаружено 173 экз. (44,02%), плотность – 6920 экз./м². Общая численность всего почвенного населения также была минимальной – 393 экз., плотность – 15720 экз./м². Обнаружено 17 видов орибатид, из них доминировали 7, к часто встречаемым и редким отнесено по 5 видов. Доминирующие виды: *A. starki* – 5,59%, *A. femoratus* – 14,68%; *M. papillipes* – 5,59%, часто встречаемый вид в июне и апреле, в мае не обнаружен; *M. glabra* – 9,79%; *O. nova* – 25,87%; *M. minus* – 9,79%; *F. laciniatus* – 9,09%, часто встречаемый вид в апреле, редкий в июне, в мае не обнаружен. Среди других почвообитателей преобладали коллемболы – 58,38% и сборная группа акариформных клещей – 28,32%. Таким образом, в 2011 г. наблюдали пик численности панцирных клещей и других почвенных обитателей в июне, минимум – в мае (см. табл. 3, рис. 5).

В апреле 2012 г. при температуре воздуха +27°С и влажности почвы 36,99% численность панцирных клещей была примерно такой же, как в июле 2011 г. – 222 экз., (45,03%), плотность – 8880 экз./м², однако видовое богатство значительно увеличилось – обнаружено 26 видов, из них доминировали 7, часто встречались 10 и редко – 9 видов.

Домінуючі види: *O. nova* – 5,75%; *S. laevigatus* – 5,17%, в інші місяці не виявлено; *S. semidesertus* – 12,64%, рідкий в червні, в інше час не зустрічався; *P. monodactylus* – 9,77%, рідкий в червні і липні, в травні не зустрічався; *P. allifera* – 12,07%; *G. lanceata* – 5,17%, в інші місяці не зустрічався; *E. cribrarius* – 5,75%. Чисельність преимагинальних фаз майже в 1,6 рази (48 екз.) нижче, ніж в червні. Серед інших ґрунтообитачів (271 екз. (54,97%), густина – 10840 екз./м²) переобладали колемболи – 64,94% і збірний групу акариформних кліщів – 22,14%. Таим чином, в сосновому лісі чисельність панцирних кліщів і інших ґрунтових обитачів значно вище, ніж в березовій рощі, пік чисельності для двох стаціонарів відзначено в червні, мінімум – в травні 2011 р. (см. табл. 2, 3, рис. 4, 5).

На степному ділянці, розташованій в окр. с. Валерьяновка, переобладали пирейні полізучі і різноцвіє. В травні, при температурі повітря +22 С, вологості ґрунту 20,48% і рН 7,85, з 10 проб вилучено 113 екз. орібатид (29,50%), густина – 4520 екз./м² (імаго – 98 екз., густина – 3920 екз./м²; преимагинальних фаз – 15 екз., густина – 600 екз./м²). Видове багатство мінімально – відзначено 11 видів, з них домінували 6, часто зустрічались 3 і рідко – 2 види. Домінуючі види: *R. clavipectinata* – 5,10%, домінував в липні і квітні, часто зустрічається в липні; *Z. terricola* – 9,19%, часто зустрічається в липні, рідкий – в червні, в квітні не виявлено; *P. capucinus* – 29,59%, *C. minutissimus* – 34,70%, домінуючі всіх чотирьох місяців; *P. allifera* – 5,10%, рідкий в квітні, часто зустрічається в липні, відсутній в червні; *E. cribrarius* – 8,16%, домінував в липні, в інші місяці представлений єдиничними екземплярами. Таким чином, в травні на степному ділянці відзначаємо невисоку чисельність панцирних кліщів, де 6 домінуючих видів складають основне ядро нечисленної спільноти. Інших ґрунтових обитачів учтено також невелике кількість – 270 екз. (70,50%), густина – 10800 екз./м². З них переобладали колемболи – 61,12% і збірний групу акариформних кліщів – 24,82%. Часто зустрічались гамазові кліщі – 3,70%, інші представителі були малочисельні (см. табл. 4, рис. 6).

Таблиця 4

Сезонна динаміка чисельності панцирних кліщів і інших ґрунтообитачів степного ділянки заказника «Великоанадольський ліс» (с. Валерьяновка, Донецька обл.)

Вид	V 2011 г.	VI 2011 г.	VII 2011 г.	IV 2012 г.	Всего
<i>Brachychthonius cricoides</i> Weis-Fogh	1/1,02	-	-	4/2,08	5/1,13
<i>Epilohmannia styriaca</i> Schuster	2/2,04	-	2/3,28	1/0,52	5/1,13
<i>E. inexpectata</i> Schuster	-	1/1,10	-	-	1/0,23
<i>Metabelba pulverulenta</i> (Koch)	-	-	-	22/11,46	22/4,98
<i>M. papillipes</i> (Nic.)	-	2/2,20	-	-	2/0,45
<i>Fosseremaeus laciniatus</i> (Berl.)	-	-	2/3,28	-	2/0,45
<i>Xenillus tegeocranus</i> (Herm.)	-	-	-	1/0,52	1/0,23
<i>Tectocephus velatus</i> Mich.	-	1/1,10	-	2/1,04	3/0,68
<i>Oppiella nova</i> (Oudms.)	-	3/3,29	-	-	3/0,68
<i>Ramusella clavipectinata</i> Mich.	5/5,10	18/19,78	2/3,28	35/18,23	60/13,57
<i>Micropopia minus</i> Paoli	2/2,04	3/3,30	1/1,64	8/4,17	14/3,17
<i>Discoppia cylindrica</i> (Perez-Inigo)	-	-	-	1/0,52	1/0,23
<i>Oribatula tibialis</i> Mich.	-	-	-	7/3,65	7/1,58
<i>O. pallida</i> Banks	-	6/6,59	7/11,48	-	13/2,94
<i>O. angustolamellata</i> Iord.	-	-	4/6,56	-	4/0,90
<i>Zygoribatula frisiae</i> (Oudms.)	-	-	-	5/2,61	5/1,13
<i>Z. exarata</i> Berl.	-	27/29,67	3/4,92	21/10,94	51/11,54
<i>Z. terricola</i> v. d. Hammen	9/9,19	1/1,10	2/3,28	-	12/2,71
<i>Protoribates capucinus</i> Berl.	29/29,59	17/18,68	25/40,98	63/32,81	134/30,32
<i>P. monodactylus</i> (Haller)	-	-	-	1/0,52	1/0,23
<i>Ceratozetes minutissimus</i> Will.	34/34,70	9/9,89	5/8,19	17/8,85	65/14,71
<i>C. cisalpinus</i> (Berl.)	-	2/2,20	-	-	2/0,45
<i>Punctoribates zachvatkini</i> Schald.	2/2,04	-	-	-	2/0,45

Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону. – 2012. – № 1 (12).

Вид	V 2011 г.	VI 2011 г.	VII 2011 г.	IV 2012 г.	Всего
<i>Tectoribates ornatus</i> (Schuster)	1/1,02	-	-	-	1/0,23
<i>Pilagalumna allifera</i> (Oudms.)	5/5,10	-	2/3,28	1/0,52	8/1,81
<i>Galumna lanceata</i> Oudms.	-	-	-	2/1,04	2/0,45
<i>Euphthiracarus cribrarius</i> (Berl.)	8/8,16	1/1,10	6/9,83	1/0,52	16/3,62
Всего панцирных клещей (имаго), экз.	98	91	61	192	442
Количество проб	10	10	10	10	40
Количество на 1 пробу, экз.	9,8	9,1	6,1	19,2	11,05
Плотность, экз./м ²	3920	3640	2440	7680	4420
Количество видов	11	13	12	17	27
Доминирующих	6	5	5	5	4
Часто встречаемых	3	4	6	4	5
Редких	2	4	1	8	18
Процентное отношение к общему числу панцирных клещей	86,73	72,22	87,14	91,87	85,33
Количество преимагинальных фаз (личинок, нимф)	15	35	9	17	76
Количество проб	10	10	10	10	40
Количество на 1 пробу, экз.	1,5	3,5	0,9	1,7	1,9
Плотность, экз./м ²	600	1400	360	680	760
Процентное отношение к общему числу панцирных клещей	13,27	27,75	12,86	8,13	14,67
Всего панцирных клещей, экз.	113	126	70	209	518
Количество проб	10	10	10	10	40
Количество на 1 пробу, экз.	11,3	12,6	7,0	20,9	12,95
Плотность, экз./м ²	4250	5040	2800	8360	5180
Процентное отношение к общему числу почвообитателей	29,50	18,53	20,41	30,12	24,67
Класс Oligochaeta	-	-	-	1/0,21	1/0,06
Класс Arachnida. Отр. Parasitiformes, Надсем. Gamasoidea	10/3,70	23/4,15	10/3,66	22/4,53	65/4,11
Отр. Acariformes, Надсем. Acaroidea	-	3,054	3/1,10	1/0,21	7/0,44
Гипопусы	1/0,37	-	-	-	1/0,06
Сем. Trombiculidae	3/1,11	36/6,32	6/2,19	14/2,89	58/3,67
Прочие сем. Отр. Acariformes	67/24,82	375/67,69	163/59,71	220/45,36	825/52,15
Класс Mугуарода. Подкл. Chilopoda	3/1,11	1/0,18	3/1,10	6/1,24	13/0,82
Подкл. Diplipoda	-	1,018	-	-	1/0,06
Класс Insecta. Отр. Podura	165/61,12	101/18,23	72/26,37	116/23,92	454/28,70
Отр. Psocoptera	-	-	-	2/0,41	2/0,13
Отр. Hemiptera	2/0,74	-	-	2/0,41	4/0,25
Отр. Homoptera. Подотр. Aphidinae	2/0,74	3/0,54	11/4,01	2/0,41	18/1,14
Отр. Thysanoptera	1/0,37	8/1,45	1/0,37	1/0,21	11/0,70
Отр. Hymenoptera. Надсем. Formicoidea	3/1,11	-	1/0,37	33/6,80	37/2,34
Надсем. Icheumonoidea	1/0,37	-	-	-	1/0,06
Отр. Coleoptera	3/1,11	-	-	5/1,03	8/0,51
Личинки насекомых	8/2,96	4/0,72	3/1,10	60/12,37	75/4,74
Всего других почвообитателей, экз.	270	554	273	485	1582
Количество проб	10	10	10	10	40
Количество на 1 пробу	27,0	55,4	27,3	48,5	39,55
Плотность, экз./м ²	10800	22160	10920	19400	15820
Процентное отношение к общему числу почвообитателей	70,50	81,47	79,59	69,88	75,33
Всего почвенного населения, экз.	383	680	343	694	2100
Количество проб	10	10	10	10	40
Количество на 1 пробу, экз.	38,3	68,0	34,3	69,4	52,5
Плотность, экз./м ²	15320	27200	13720	27760	21000

Примечание. В числителе – количество особей, в знаменателе – индекс доминирования по обилию.

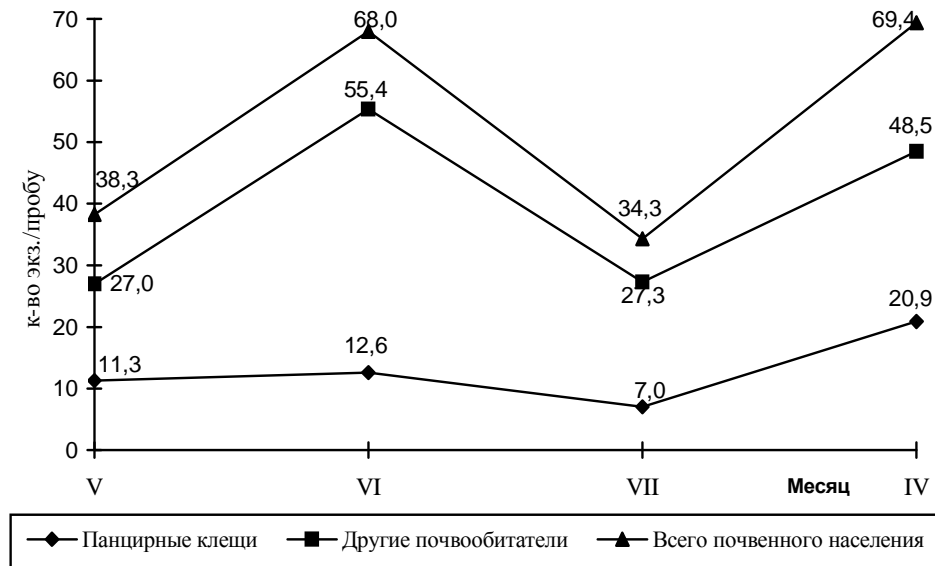


Рис. 6. Динамика численности панцирных клещей и других почвообитателей степного участка заказника «Великоанадольский лес» (май-июль 2011 г., апрель 2012 г.).

В июне, при жаркой погоде (температура воздуха $+31^{\circ}\text{C}$, влажность почвы 13,36%), численность панцирных клещей незначительно увеличивается – до 126 экз. (18,53%), плотность – 5040 экз./м^2 (имаго – 91 экз., личинок и нимф – 35 экз.). Видовое богатство невелико – отмечено 13 видов, из них доминировали 5: *R. clavipectinata* – 19,78%; *O. pallida* – 6,59%, доминант июля, в остальные месяцы не обнаружен; *Z. exarata* – 29,67%, доминировал в апреле, часто встречаемый вид в июле, в мае не обнаружен; *P. capucinus* – 18,68%; *C. minutissimus* – 9,89%. К часто встречаемым и редким отнесено по 4 вида (см. табл. 4, рис. 6). Другие почвообитатели в июне достигали максимума численности – 554 экз. (81,47%), плотность – 22160 экз./м^2 . Доминировали акариформные клещи (67,69%), коллемболы (18,23%) и краснотелковые клещи (6,32%). Таким образом, в июне отмечен незначительный подъем численности панцирных клещей, пик численности других почвообитателей и всего почвенного населения (680 экз., плотность – 27200 экз./м^2) (см. табл. 4, рис. 6).

В июле, при температуре воздуха $+33^{\circ}\text{C}$ и влажности почвы 23,46%, отмечен минимум численности орибатид – 70 экз. (20,41%), плотность – 2800 экз./м^2 , других почвообитателей – 273 экз. (79,59%), плотность – 10920 экз./м^2 , всего почвенного населения – 343 экз., плотность – 13720 экз./м^2 . Определено 13 видов панцирных клещей, из них доминировали 5: *P. capucinus* – 49,98%; *O. pallida* – 11,48%, *O. angustolamellata* – 6,56%, в остальные месяцы не встречались; *C. minutissimus* – 8,19%; *E. cribrarius* – 9,83%. Часто встречались 6 и редко – 1 вид. Количество других почвообитателей резко сократилось до минимума – 273 экз. (79,59%), плотность – 10920 экз./м^2 . Доминировали сборная группа акариформных клещей – 59,71% и коллемболы – 26,37%. Остальные представители малочисленны (см. табл. 4, рис. 6). Таким образом, в июле отмечен минимум численности панцирных клещей и других почвенных членистоногих, что связано с высокой температурой и высыханием поверхностного десятисантиметрового слоя почвы.

В апреле, при температуре воздуха $+22^{\circ}\text{C}$ и влажности почвы 20,48%, численность почвенного населения резко возрастает – 694 экз., плотность – 27760 экз./м^2 . Из них панцирных клещей учтено в 1,8 – 1,6 – 2,9 раза больше, чем в мае, июне и июле, соответственно, – 209 экз. (30,12%), плотность – 8360 экз./м^2 . Видовое богатство также максимально за весь период исследований – отмечено 17 видов, из них доминировали 5: *M. pulverulenta* – 11,46%, в остальной период не встречался; *R. clavipectinata* – 18,23%; *Z. exarata* – 10,94%; *P. capucinus* – 32,81%; *C. minutissimus* – 8,85%. Часто встречались 4 и редко – 8 видов. Других почвообитателей учтено максимальное количество – 485 экз. (69,88%), плотность – 19400 экз./м^2 . Преобладали сборная группа акариформных клещей –

45,36%, коллемболы – 23,92%, личинки насекомых – 12,37% и муравьи – 6,80%. Остальные представители почвенного зооценоза были малочисленны (см. табл. 4, рис. 6). Отмечено 2 пика численности панцирных клещей и других почвенных обитателей, обусловленных благоприятными микроклиматическими условиями в поверхностном десятисантиметровом слое почвы, и минимум – в июле в самый жаркий период года (см. рис. 6). Для всех трех стационарных участков характерен июньский пик численности почвенного населения, в том числе и панцирных клещей, минимум отмечен для степного участка и соснового леса в июне, для березовой рощи – в мае.

Выводы

1. На заповедных территориях «Великоанадольский лес» и «Мариупольская лесная дача» в 2011-2012 гг. обнаружен 71 вид панцирных клещей, относящихся к 41 роду и 24 семействам. В четырех биотопах заказника «Великоанадольский лес» отмечено 54 вида панцирных клещей, относящихся к 34 родам и 24 семействам. В двух биотопах заказника «Мариупольская лесная дача» найдено 39 видов панцирных клещей, относящихся к 32 родам и 20 семействам. В цикле развития ленточных червей из сем. Anoplocephalidae могут принимать участие 5 видов орибатид.

2. В шести исследуемых биотопах заповедных территорий панцирные клещи были доминирующей группой среди почвенных обитателей – 50,82% (5103 экз.) от всего учтенного почвенного населения. Максимум численности орибатид отмечен во мхах на ясене – 11530 экз. (68,33%), плотность – 61200 экз./м², минимум – в кленовой посадке – 336 экз. (39,16%), плотность – 13440 экз./м², что обусловлено различием биотопов и их эдафическими свойствами.

3. Видовое богатство панцирных клещей варьировало от 14 (мох на ясене) до 36 (березовая роща). Доминировали 7 видов: *Metabelba papillipes* (Nic.), *Oppiela nova* (Oudms.), *Microppia minus* (Paoli), *Eremaeus silvestris* Forssl., *Oribatula tibialis* Mich., *Protoribates capucinus* Berl., *Pilogalumna allifera* (Oudms.). Количество доминантов варьировало от 3 (мох на ясене) до 7 (сосновый лес).

4. Другие почвенные обитатели составили 49,18% (4939 экз., плотность – 13172 экз./м²) от всего почвенного населения. Максимум их численности отмечен на степном участке – 1582 экз. (75,33%), плотность – 15820 экз./м², минимум – в насаждениях сосны крымской – 290 экз. (37,81%), плотность – 1160 экз./м². Доминировали коллемболы, сборная группа акариформных клещей, иногда гамазовые клещи.

5. Численность панцирных клещей и других почвообитателей на трех стационарных участках (березовая роща, сосновый лес, степь) на протяжении четырех месяцев исследований резко варьировала. Для всех стационарных участков отмечен резкий пик численности в июне, минимум – в июле (сосновый лес и степь) и в мае (березовая роща). Численность почвенных обитателей зависит от сезона года, экологических условий биотопов и биологических особенностей отдельных видов членистоногих.

Список литературы

1. Беклемишев В. Н. Термины и понятия, необходимые при количественном изучении популяций эктопаразитов и нидиколов / В. Н. Беклемишев // Зоол. журн. – 1961. – Вып. 2. – С. 143–158.
2. Буланова-Захваткина Е. М. Панцирные клещи – орибатиды / Е. М. Буланова-Захваткина. – М.: Высш. шк., 1967. – 254 с.
3. Гиляров М. С. Зоологический метод диагностики почв / М. С. Гиляров. – М.: Наука, 1965. – 278 с.
4. Фасулати К. К. Полевое изучение наземных беспозвоночных / К. К. Фасулати. – М.: Высш. шк., 1971. – 421 с.
5. Ярошенко Н. Н. Орибатидные клещи (Acariformes, Oribatei) естественных экосистем Украины / Н. Н. Ярошенко. – Донецк: ДонНУ, 2000. – 313 с.

Ярошенко М. М. Панцирні кліщі (Acariformes: Oribatei) та інші ґрунтові мешканці заповідних територій «Великоанадольський ліс», «Маріупольська лісова дача» Донецької області. – У межах заповідних територій «Великоанадольський ліс» і «Маріупольська лісова дача» Донецької області в 2011-2012 рр. вперше проведені кадастрово-моніторингові дослідження панцирних кліщів та інших ґрунтових мешканців у шести біотопах (мох на ясені, березовому гаї, сосновому лісі, степу, сосна кримська, кленова смуга). Із 150 проб враховано 5103 екз. панцирних кліщів (50,82%), із середньою щільністю населення 13608 екз./м², інших ґрунтових мешканців – 4939 екз. (49,18%), щільність – 13172 екз./м², що характерно для лісових біотопів Донбасу. Виявлено 71 вид орібатид, що відносяться до 41 роду, 24 родин. Домінували 7 видів: *Metabelba papillipes* (Nic.), *Eremaeus silvestris* Forssl., *Oppiella nova* (Oudms.), *Microppia minus* (Paoli), *Oribatula tibialis* Mich., *Protoribates capucinus* Berl., *Pilogalumna allifera* (Oudms.). Максимум чисельності панцирних кліщів був у мохах на ясені – 1530 екз. (68,33%), щільність – 61200 екз./м², мінімум – у кленовій смузі – 336 екз. (39,16%), щільність – 13440 екз./м². Видовий склад панцирних кліщів варіював від 14 (мох на ясені) до 36 (березовий гаї). Максимум чисельності інших ґрунтових мешканців відмічено на степовій ділянці – 1582 екз. (75,33%), щільність – 15820 екз./м². Серед інших ґрунтових мешканців домінували збірні групи акаріформних кліщів і колемболи. Часто зустрічались гамазові кліщі і личинки комах. Сезонна динаміка чисельності панцирних кліщів та інших ґрунтових мешканців протягом чотирьох місяців проведена на трьох стаціонарних ділянках (березовий гаї, сосновий ліс, степ), де пік чисельності відмічений у червні, мінімум – у липні 2011 р.

Ключові слова: панцирні кліщі, орібатиди, мешканці ґрунту, заповідні території.

Yaroshenko N. N. The oribatid mites (Acariformes: Oribatei) and others soil Arthropoda of reserved territories the «Velikoanadolskiy les», the «Mariupolskaya lesnaya dacha» of the Donetsk region. – First carried out monitoring research of oribatid mites and others soil Arthropoda in 6 biotopes (moss on the ash, birchwood, pinewood, steppe, Crimean pine, maple planting) within reserved territories of the «Velikoanadolskiy les» and the «Mariupolskaya lesnaya dacha» of the Donetsk region in 2011-2012 years. Of 150 samples considered 5103 specimens of oribatid mites (50,82%) with average density of population 13608 specimens/m², others soil Arthropoda – 4939 specimens (49,18%), density – 13172 specimens/m² which is typical for forest biotopes of the Donbass. 71 species of oribatid mites from 41 genera, 24 families are detected. 7 species was dominated: *Metabelba papillipes* (Nic.), *Eremaeus silvestris* Forssl., *Oppiella nova* (Oudms.), *Microppia minus* (Paoli), *Oribatula tibialis* Mich., *Protoribates capucinus* Berl., *Pilogalumna allifera* (Oudms.). The maximum of oribatid mites number is observed in moss on the ash – 1530 specimens (68,33%), density – 61200 specimens/m², the minimum – in maple planting – 336 specimens (39,16%), density – 13440 specimens/m². Oribatid mites species composition varied from 14 (moss on the ash) up to 36 (birchwood). The maximum of others soil Arthropoda number is registered in the steppe biotope – 1582 specimens (75,33%), density – 15820 specimens/m². Among other soil Arthropoda dominated combined group of Acariformes and Collembola. Often encountered Gamasoidea and larva of insects. The seasonal dynamics of oribatid mites and others soil Arthropoda number was carried out on three stationary sites (birchwood, pinewood and steppe) within 4 months, where the peak of number is observed in June and minimum – in July, 2011.

Key words: oribatid mites, soil Arthropoda, reserved territories.

**ФІЗІОЛОГІЯ ТА ЕКОЛОГІЯ РОСЛИН, МІКОЛОГІЯ
ФИЗИОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ, МИКОЛОГИЯ
PHYSIOLOGY AND ECOLOGY OF THE PLANT, MYCOLOGY**

УДК 528.28

© **О. И. Винникова**

**ВЛИЯНИЕ РЕКРЕАЦИИ НА ПОЧВЕННЫЕ МИКРОМИЦЕТЫ
АНТРОПОГЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ**

*Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина
61077, г. Харьков, пл. Свободы, 4; e-mail: Olga.I.Vinnikova@univer.kharkov.ua*

Винникова О. И. Влияние рекреации на почвенные микромицеты антропогенных территорий. –

Представлены результаты исследования структуры почвенной микофлоры Лесопарка на территории г. Харькова и лесного насаждения на территории национального парка «Гомольшанские леса» (Змиевской р-н, Харьковская обл.). Установлено, что в почве, подвергающейся рекреационной нагрузке, встречалось в 1,3-1,4 раза больше видов микромицетов, чем в почве, менее подверженной рекреации. Увеличение видового разнообразия происходило при этом за счет потенциальных фитопатогенов из родов *Fusarium*, *Aspergillus* и темнопигментированных микромицетов.

Ключевые слова: рекреация, почвенные микромицеты, систематическая структура.

Введение

Проблемы экологии и сохранения биоразнообразия являются актуальными в последние десятилетия. На современном этапе научных знаний происходит смена подхода в решении вопросов охраны природы – от накопления данных об изменениях, происходящих в экосистемах, до создания научно обоснованных систем рационального природопользования. Создание такой системы должно опираться на комплексный подход к изучению изменений, происходящих в определенных типах биогеоценозов. Почвенные микромицеты, как известно, являются не только неотъемлемой составляющей любого биоценоза, но и компонентом, достаточно чутко реагирующем на изменения биотической и абиотической составляющих экосистемы в целом [5]. В связи с этим почвенные микроскопические грибы являются удобным объектом для оценки состояния биогеоценоза. Кроме того, результаты изучения структуры почвенной микофлоры разных территорий, испытывающих неодинаковые антропогенные нагрузки, можно использовать при создании центров фиторазнообразия, которые имеют эстетическую, рекреационную, хозяйственную и научную ценность, а также являются основой сохранения биоразнообразия [2].

В связи с вышеизложенным целью данной работы было оценить влияние рекреации на структуру почвенных микромицетов территорий с разной антропогенной нагрузкой.

Материалы и методы исследования

Для изучения влияния рекреации на почвенную микофлору были заложены стационары в Лесопарке г. Харькова (лесное насаждение на территории города) и в лесных насаждениях в пределах национального природного парка «Гомольшанские леса» (Змиевской р-н, Харьковской обл.). Половина стационаров в Лесопарке располагалась непосредственно на пешеходных дорожках, а в национальном парке – на проселочных дорогах; в качестве контрольных к ним выступали стационары, заложенные неподалеку дорожек и на обочине дорог. Пробы почвы с глубины 0-5, 10-15 и 15-20 см отбирали весной (май) и осенью (начало октября) согласно методикам, принятым в микологической практике [7]. Для выделения микромицетов использовали метод глубинного посева почвенной суспензии в расплавленные и подкисленные до pH 4-4,2 питательные среды сусло-агар и Чапека [7]. Засеянные чашки инкубировали в термостате при температуре $22 \pm 1^\circ\text{C}$ в течение одной-двух недель. Чашки периодически просматривали и выросшие колонии микромицетов перевивали в пробирки с соответствующими питательными средами для дальнейшей идентификации.

Оценку флористического сходства микофлоры исследованных стационаров проводили с использованием коэффициента Чекановского-Сьеренсена [10].

Результаты и обсуждение

Всего из почвенных слоев Лесопарка было выделено 56 видов (58 разновидностей) микроскопических грибов, относящихся к отделам Zygomycota и Ascomycota. Видовой перечень микофлоры лесных насаждений природного парка «Гомольшанские леса» был представлен 37 видами (41 разновидностью) грибов, относящихся к тем же отделам. Анализ систематической структуры микофлоры обеих исследованных территорий показал, что в целом перечень ведущих родов, включающих 4 и более видов микроскопических грибов, аналогичен и представлен родами *Penicillium* Link, *Fusarium* Link и *Mucor* Fresen. (рис. 1). Преобладание данных родов микромицетов в разных типах биогеоценов (преимущественно с древесной растительностью) отмечалось многими авторами [1, 3, 6, 10, 12]. Однако перечень родов, представленных меньшим числом видов, различался между двумя исследованными местностями. Так, в урбаноземах г. Харькова был выделен всего 1 вид рода *Mortierella* Coem. – *M. alpina*, в то время как в почвах природного парка их было обнаружено 3 вида, включая данный вид. Видовой спектр другого представителя мукоральных – рода *Rhizopus* Ehrenb., наоборот, был представлен более широко в почвах Лесопарка, так же, как и видовой спектр рода *Trichoderma* Pers. (Ascomycota). Несколько шире в почвах Лесопарка был и видовой спектр темнопигментированных аскомицетов (рис. 1).

Для оценки влияния рекреации на состав почвенной микофлоры территорий с разной антропогенной нагрузкой был проанализирован видовой состав микромицетов в слоях почвы, подвергающейся активному вытаптыванию (дорожки в Лесопарке и проселочные дороги в природном парке), и на участках, менее подверженных влиянию деятельности человека (контрольные участки неподалеку дорожек и обочины проселочных дорог). По данным литературы, в почвах всех интенсивно рекреационно используемых территорий видовое богатство и разнообразие выделяемых микромицетов обычно снижается [5]. Однако в данном исследовании подобный эффект не был отмечен. Наоборот, на стационарах, подвергающихся рекреационной нагрузке, было выделено в 1,3-1,4 раза больше видов микромицетов, чем в почве контрольных участков (рис. 2). Однако расширение спектра видов на вытаптываемых участках происходило за счет разных групп грибов. Так, на дорожках Лесопарка увеличение видового разнообразия происходило преимущественно за счет потенциально фитопатогенных видов родов *Fusarium*, *Aspergillus*, группы темнопигментированных микромицетов и широко распространенных пенициллиев. В условиях ограниченной антропогенной нагрузки – на стационарах в природном парке – число видов микромицетов на дороге увеличивалось исключительно за счет фитопатогенных видов, а количество представителей рода *Penicillium* на дороге было в 1,3 раза ниже, чем на обочине (рис. 2). Увеличение видового разнообразия потенциальных фитопатогенов на рекреационно используемых территориях было показано другими авторами [4, 9]. Также в отдельных публикациях продемонстрировано увеличение разнообразия потенциальных микромицетов-патогенов, но на фоне снижения числа других видов [5, 8]. Указанные отличия результатов настоящей работы от данных цитированной выше литературы, возможно, связаны с тем, что исследования проводили в разных типах почв и разных климатических зонах; также могло иметь место несовпадение интенсивности и длительности рекреационной нагрузки на исследуемые биогеоценозы. Таким образом, высказываемый в литературе постулат о снижении видового разнообразия почвенной микофлоры при рекреационной нагрузке, по-видимому, является справедливым не для всех типов почв и климатических зон.

Оценка флористического сходства микофлоры исследованных стационаров представлена в табл. 1. Оказалось, что наиболее подобной была микофлора контрольных стационаров, заложенных в Лесопарке и природном парке. Наименее подобным был видовой состав микроскопических грибов в почве проселочных дорог и на обочине дорог в природном парке: значение коэффициента флористического сходства 0,23.

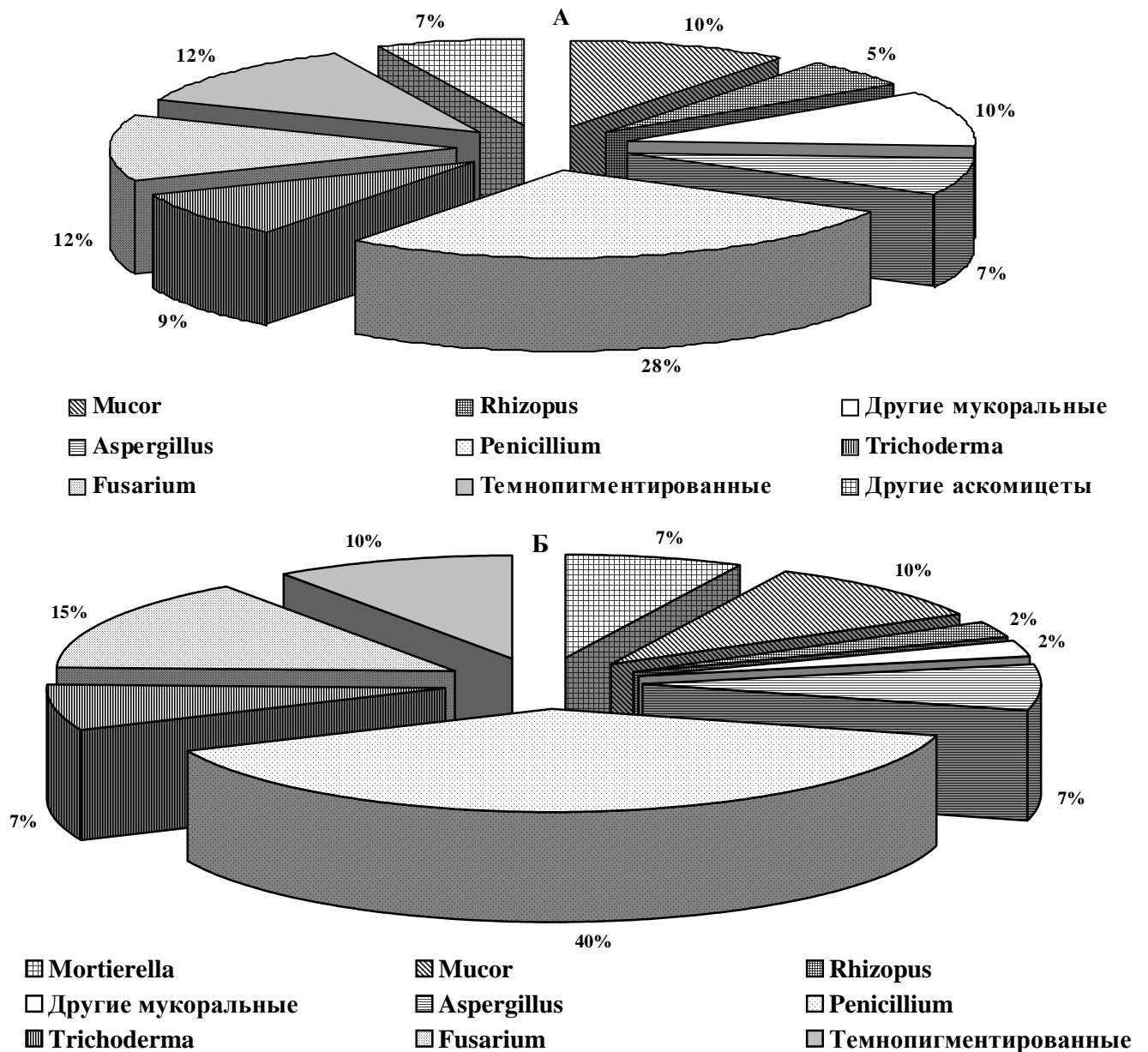


Рис. 1. Систематическая структура почвенной микрофлоры Лесопарка (А) и природного парка «Гомольшанские леса» (Б).

Также следует отметить, что микрофлора в почве дорожек Лесопарка и обочин в природном парке была более подобна между собой, чем состав почвенных микромицетов дорожек и контрольных участков Лесопарка.

Всего было выделено 16 видов микромицетов, которые встречались в почве как Лесопарка, так и природного парка (табл. 2). Преимущественно это широко распространенные в лесных биогеоценозах виды быстрорастущих мукоральных грибов и представители р. *Penicillium*. Относительно микромицетов рода *Trichoderma* следует отметить, что виды *T. aureoviride* и *T. koningii* встречались в почве разных стационаров, а вид *T. viride* – только на участках, менее подверженных вытаптыванию (контрольные стационары).

Аналогичной встречаемостью на исследованных территориях характеризовался и вид *Zygorhynchus moelleri*. Потенциально фитопатогенные виды *Fusarium poae*, *Cladosporium herbarum*, *Aspergillus versicolor* и один вид пенициллиев (*P. variable*) встречались исключительно в почве, подвергающейся постоянной рекреационной нагрузке (дорожки и проселочные дороги).

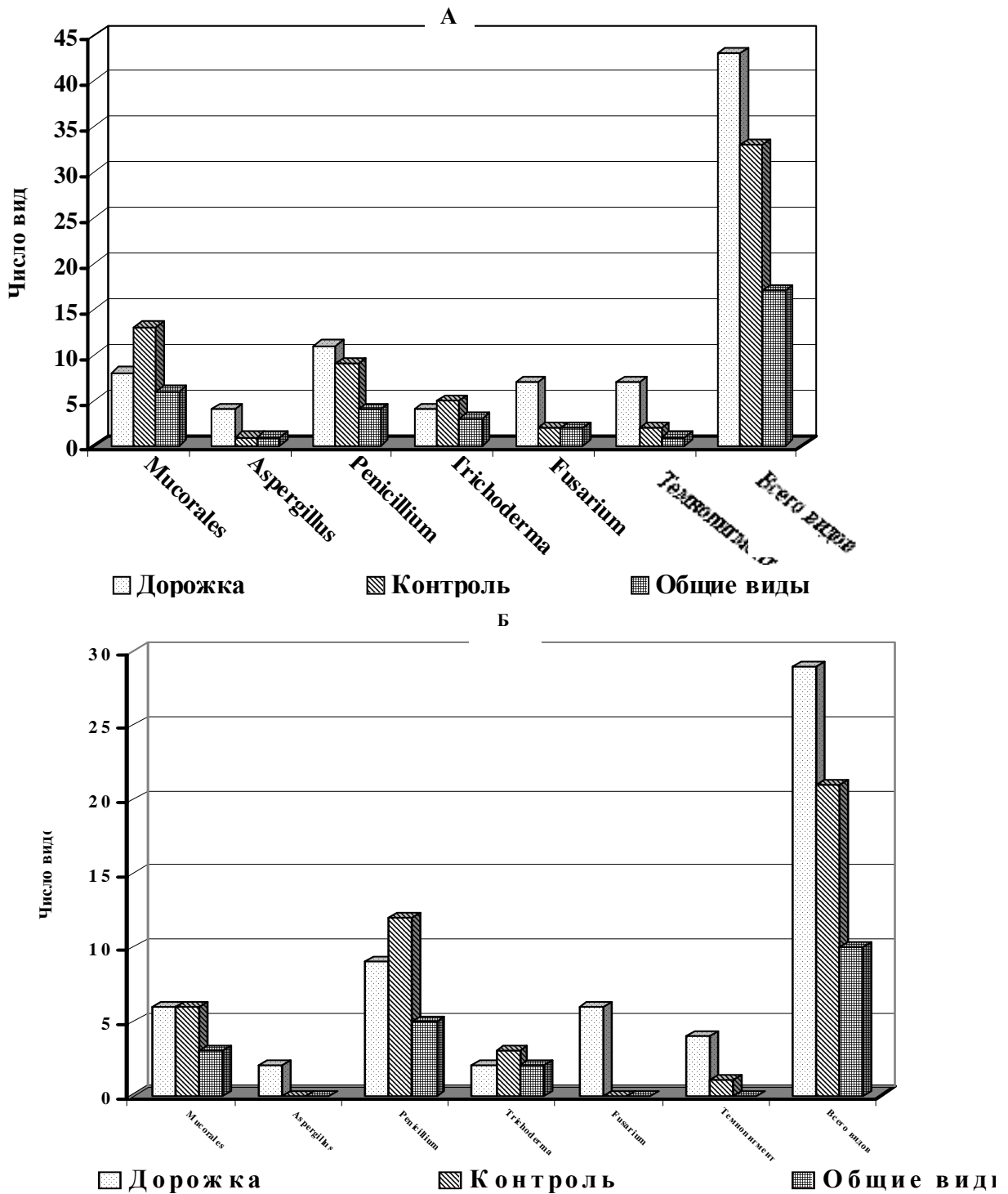


Рис. 2. Число видов микромицетов, обнаруженные на стационарах с разной рекреационной нагрузкой: А – стационары в Лесопарке, Б – стационары в природном парке «Гомольшанские леса».

Таблица 1
Флористическое сходство микофлоры стационаров с разной рекреационной нагрузкой по коэффициенту Чекановского-Сьеренсена

Стационары	Дорожка Лесопарк	Контроль Лесопарк	Дорога Природный парк	Контроль Природный парк
Дорожка Лесопарк	–	0,31	0,35	0,39
Контроль Лесопарк	0,31	–	0,28	0,47
Дорога Природный парк	0,35	0,28	–	0,23
Контроль Природный парк	0,39	0,47	0,23	–

Распределение видов, общих для Лесопарка и природного парка «Гомольшанские леса», по месту обнаружения

Микромицеты	Лесопарк		Природный парк	
	Дорожка	Контроль	Дорожка	Контроль
<i>Mortierella alpina</i> (Peyronel, 1913)	+	–	+	+
<i>Mucor hiemalis f. hiemalis</i> (Wehmer, 1903)	+	+	–	+
<i>M. hiemalis f. corticola</i> ((Hagem) Schipper, 1973)	–	+	+	–
<i>M. plumbeus</i> (Bonorden, 1864)	+	+	–	+
<i>Aspergillus fumigatus</i> (Fresenius, 1863)	+	+	+	–
<i>Penicillium expansum var. crustosum</i> ((Thom) Fassat, 1974)	–	+	+	+
<i>P. janczewskii</i> (Zalessky, 1927)	+	–	–	+
<i>P. citrinum</i> (Thom, 1910)	+	+	+	+
<i>Trichoderma aureoviride</i> (Rifai, 1969)	+	+	+	+
<i>T. koningii</i> (Oudemans, 1902)	+	+	+	+
<i>T. viride</i> (Persoon, 1794)	–	+	–	+
<i>Zygorhynchus moelleri</i> (Vuillemin, 1903)	–	+	–	+
<i>Fusarium poae</i> ((Peck) Wollenweber, 1913)	+	–	+	–
<i>Cladosporium herbarum</i> ((Persoon) Link, 1816)	+	–	+	–
<i>A. versicolor</i> ((Vuillemin) Tiraboschi, 1908)	+	–	+	–
<i>P. variable</i> (Sopp, 1912)	+	–	+	–

Таким образом, проанализировав полученные данные о видовом составе микромицетов в почвах, испытывающих разную антропогенную нагрузку, можно заключить, что 33% грибов обеих исследованных территорий встречаются в равной степени как на вытаптываемых участках, так и на контрольных, 43% видов тяготеют к рекреационным участкам, а 23% – к менее вытаптываемым.

Выводы

В почве, подвергающейся рекреационной нагрузке, было обнаружено в 1,3-1,4 раза больше видов микромицетов, чем в почве, менее подверженной рекреации.

Увеличение видового разнообразия микромицетов в почве дорожек Лесопарка и дорог на территории природного парка происходило за счет потенциальных фитопатогенов родов *Fusarium*, *Aspergillus* и темнопигментированных микромицетов, а в почве дорожек Лесопарка – еще и за счет рода *Penicillium*.

По результатам оценки флористического сходства оказалось, что наиболее подобной была почвенная микофлора стационаров, менее подвергшихся антропогенной нагрузке, заложенных в обоих парках.

В почве только дорожек и проселочных дорог обнаружены виды *Fusarium poae*, *Cladosporium herbarum*, *Aspergillus versicolor* и *Penicillium variable*, а в почве только контрольных участков – *Trichoderma viride* и *Zygorhynchus moelleri*.

Список литературы

1. Виннікова О. І. Вплив умов місцезростання на різноманітність мікромицетів і водоростей у ґрунтах лісових насаджень / О. І. Виннікова, О. Г. Шеховцов // Укр. ботан. журн. – 2004. – 61, № 2. – С. 21–27.
2. Догадина Т. В. Центры фиторазнообразия Харьковской области (значение, история изучения, перспективы охраны) / Т. В. Догадина, О. В. Безроднова // Каразинські природознавчі студії: матер. міжнар. наук. конф. (1–4 лютого 2011 р.). – Х.: Харківський нац. ун-т ім. В. Н. Каразіна, 2011. – С. 30–34.

3. Козлова А. А. Экологическое функционирование почв города Иркутска / А. А. Козлова, А. П. Макарова, Л. А. Иванюта, Н. В. Вашукевич // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2006. – № 2 (48). – С. 50–56.
4. Куимова Н. Г. Условно-патогенные грибы как показатель санитарного состояния городской среды / Н. Г. Куимова, Л. П. Шумилова // Изв. Самарского науч. центра РАН. – 2009. – № 1 (6). – С. 1160–1163.
5. Марфенина О. Е. Антропогенная экология почвенных грибов / Ольга Евгеньевна Марфенина. – М.: Медицина для всех, 2005. – 196 с.
6. Марфенина О. Е. Изменение комплекса грибов рода *Penicillium* в почвах подзолистой зоны при антропогенных воздействиях / О. Е. Марфенина // Микология и фитопатология. – 2000. – Т. 34, вып. 4. – С. 38–42.
7. Методы экспериментальной микологии. – К.: Наук. думка, 1982. – 550 с.
8. Свистова И. Д. Микробиологическая индикация урбаноземов г. Воронежа / И. Д. Свистова, Н. Н. Талалайко, А. П. Щербаков // Вестник ВГУ. Сер.: Хим. Биол. Фармация. – 2003. – № 2. – С. 175–180.
9. Скоробогатова Р. А. Особенности структуры комплекса микроскопических грибов городских почв биогеоценозов г. Гродно / Р. А. Скоробогатова, А. В. Руль, Е. П. Бутько // Экологические проблемы Западного региона Беларуси: сб. науч. статей. – Гродно, 2007. – С. 183–186.
10. Шмидт В. М. Математические методы в ботанике / Владимир Михайлович Шмидт. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1984. – 288 с.
11. Шумилова Л. П. Оценка экологического состояния почв и воздушной среды г. Благовещенска: автореф. дис. ... канд. биол. наук: спец. 03.02.08 «Экология» / Л. П. Шумилова. – Владивосток, 2012. – 20 с.
12. Kubátová A. Diversity of soil microscopic fungi on abandoned industrial deposits / A. Kubátová, K. Prášil, M. Váňová // Cryptogamie, Mycologie. – 2002. – 23 (3). – P. 205–219.

Віннікова О. І. Вплив рекреації на ґрунтові мікроміцети антропогенних територій. – Представлено результати дослідження структури ґрунтової мікофлори Лісопарку на території м. Харкова та лісового насадження на території національного парку «Гомольшанські ліси» (Зміївський р-н, Харківська обл.). Встановлено, що у ґрунті, який зазнав рекреаційного тиску, зустрічалося в 1,3-1,4 рази більше видів мікроміцетів, ніж у ґрунті, що меншою мірою підлягав рекреаційному тиску. При цьому збільшення видової різноманітності відбувалося за рахунок потенційних фітопатогенів з родів *Fusarium*, *Aspergillus* і темнопігментованих мікроміцетів.

Ключові слова: рекреація, ґрунтові мікроміцети, систематична структура.

Vinnikova O. I. The effect of recreation on soil micromycetes of antropogenic territories. – The structure of soil mycoflora had been studied in Lesopark located in Kharkiv city and in cultivated forest plantations in the National reserve park «Gomolshanski Lisy» (Zmiyiv district of Kharkiv region). It had been shown that in the soil undergoing recreation were 1,3-1,4 times more species of micromycetes compared to that in soil which had lower recreation rate. This increase in species diversity occurred mainly due to a higher number of potential phytopatogens from genera *Fusarium* and *Aspergillus* and dark-pigmented micromycetes.

Key words: recreation, soil microscopic fungi, systematic structure.

УДК 631.618 : 633.2.031

© Г. А. Задорожная¹, О. Н. Кунах², А. В. Жуков¹

**ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ДЕРНОВО-ЛИТОГЕННЫХ ПОЧВ
НА КРАСНО-БУРЫХ ГЛИНАХ**

¹Днепропетровский государственный аграрный университет

49600, г. Днепропетровск, ул. Ворошилова, 25; e-mail: zhukov_dnepr@rambler.ru

²Днепропетровский национальный университет им. Олеса Гончара

49050, г. Днепропетровск, пр. Гагарина, 72

Задорожная Г. А., Кунах О. Н., Жуков А. В. Пространственная организация дерново-литогенных почв на красно-бурых глинах. – Исследована пространственная организация дерново-литогенных почв на красно-бурых глинах участка рекультивации Орджоникидзевогo ГOК по данным об изменчивости твердости, собранным по регулярной сетке. С помощью кластерного анализа выделено три основных группы (кластера) почвенных профилей с однотипной сменой твердости – *A*, *B*, *C*. Кластеры *B* и *C* наиболее близки по своим свойствам твердости, а кластер *A* значительно отличается от кластера *C* и в меньшей степени – от кластера *B*. Показано, что кластер *B* является переходной формой между *A* и *C*. Кластеры рассматриваются в качестве педонов. Предложено использовать методы ландшафтной экологии для описания размеров и формы педонов выделенных кластеров, компактности и агрегации их расположения. Даны количественные оценки границ педонов. Выявление меры взаимного влияния элементов почвенной структурной неоднородности проведено с помощью модели Михаэлиса-Ментен.

Ключевые слова: геостатистический анализ, педоны, пространственная организация.

Введение

Морфологическое строение почвы является результатом превращения исходной горной породы в новое физическое естественноисторическое природное тело – почву, с присущими ей объемом и границами. При определении границ почвы как тела природы наиболее надежным является путь определения почвенного тела как индивидуума, а границы – как поверхности раздела между почвенными индивидуумами [3-8]. Почвоведы, использовавшие идею о неоднородности и вариабельности свойств почвенного тела, неоднократно возвращались к теоретическому анализу концепции почвенного индивидуума, уточняя и обосновывая ее новыми аргументами. Вводились искусственно ограничивающие параметры определенной площади при смешивании воедино представления о почвенном индивидууме как о реальном природном теле, как о единице почвенной классификации и как географической единице почвенного покрова [14]. Почвенный индивидуум определяется как подсистема в биогеоценозе, в которой наблюдается взаимное влияние почвенных масс, ведущее к дифференциации процессов превращения и перемещения веществ и возникновению горизонтальной неоднородности свойств [7]. Горизонтальная неоднородность почвенных свойств рассматривается как закономерное изменение свойств почвенного покрова и четко прослеживается в процессе изучения рекультивационных земель, которые созданы в результате трансформации природных ландшафтов при добыче полезных ископаемых открытым способом [13].

Ф. И. Козловский [8] считает, что почвенный индивидуум, определенный путем анализа пространственной изменчивости свойств почвы, соответствует понятию педон. Для определения горизонтальных (боковых) границ или размеров педона предлагается применять сложный статистический анализ с использованием теории случайных функций, что предполагает большой объем полевых (закладка достаточно представительных длинных траншей со взятием множества образцов через короткие интервалы), аналитических и вычислительных работ, практически неосуществимых в обычных почвенных исследованиях [14].

Достаточно удобным инструментом для изучения неоднородности строения почвенной массы есть измерение твердости почвы пенетрометром, с помощью которого можно быстро получить данные о твердости почвы на сравнительно большой территории [11]. Твердость почвы – это мера её механической проницаемости. Показатели твердости позволяют

установить границы неоднородности почвы и выделить почвенный индивидуум на фоне ритмичности пространственного варьирования этого признака [2].

Целью настоящего исследования является изучение пространственной организации дерново-литогенных почв на красно-бурых глинах участка рекультивации по данным об изменчивости их твердости.

В задачи исследования входило: 1) собрать и классифицировать данные твердости дерново-литогенных почв на красно-бурых глинах; 2) определить количественные характеристики педонной организации исследованного почвенного покрова; 3) найти способ установления меры потенциального взаимодействия и взаимного влияния элементов почвенной структурной неоднородности.

Материал и методы исследования

Работы проведены на научно-исследовательском стационаре Днепропетровского государственного аграрного университета в г. Орджоникидзе. Отбор проб осуществлялся на варианте техноземов, сформированных на красно-бурых глинах.

Полигон представлен 8 трансектами, каждая из которых состоит из 20 точек отбора проб. Трансекты расположены в направлении с запада на восток с интервалом 1,5 м. Точки отбора проб также находятся с интервалом 1,5 м. Таким образом, экспериментальный полигон представляет собой регулярную сетку с шириной ячейки 1,5 м. Длина большей стороны полигона равна 28,5 м, меньшей – 10,5 м.

Измерение твердости почв производилось в полевых условиях с помощью ручного пенетromетра Eijkelkamp на глубину до 50 см с интервалом 5 см. Средняя погрешность результатов измерений прибора составляет $\pm 8\%$. Измерения производились с конусом с размером поперечного сечения 1 см². В пределах каждой ячейки измерения твердости почвы производились в однократной повторности. Измерения проведены 22 июня 2011 г.

При статистических расчетах была использована программа Statistica 7.0, для двухмерного картографирования и оценки геостатистических показателей – программы Surfer 8.0 и ArcMap 10.0, для оценки характеристик педонов – программа Fragstat 3.4.

Результаты и их обсуждение

В процессе исследования был использован кластерный анализ – многомерная статистическая процедура, собирающая данные, которые содержат информацию о выборке объектов, и упорядочивающая объекты в сравнительно однородные группы (кластеры). Главная цель кластерного анализа – нахождение групп схожих объектов в выборке. В нашем случае кластерный анализ может быть проведен на основании векторов данных, которые описывают твердость почвы в точках на поверхности и ниже на разных глубинах (рис. 1).

При проведении кластерного анализа был использован метод Варда и коэффициент корреляции Пирсона. Коэффициент корреляции Пирсона, как мера связи, очень чувствителен к форме изменчивости признака, а не к его абсолютному значению, поэтому подходит для сравнения объектов временной или пространственной динамики. Результаты кластерного анализа позволили установить группы почвенных профилей с однотипной сменой твердости. Выделено три основных группы (кластера) почвенных профилей – *A*, *B*, *C*.

Усредненные профили, характерные для каждого кластера, представлены на рис. 2.

Видно, что для кластера *A* характерно увеличение твердости почвы с глубиной, причем до глубины 25 см от уровня почвы нарастание исследуемого показателя идет стремительно, далее – с меньшей интенсивностью (рис. 2, *A*). Профиль кластера *B* характеризуется наличием локального максимума твердости почвы в горизонте 25-35 см. При последующем углублении почва становится менее твердой (рис. 2, *B*). Для кластера *C* характерно увеличение показателя твердости почвы вниз по профилю, но это увеличение идет более плавно, чем в профиле кластера *A* (рис. 2, *C*).

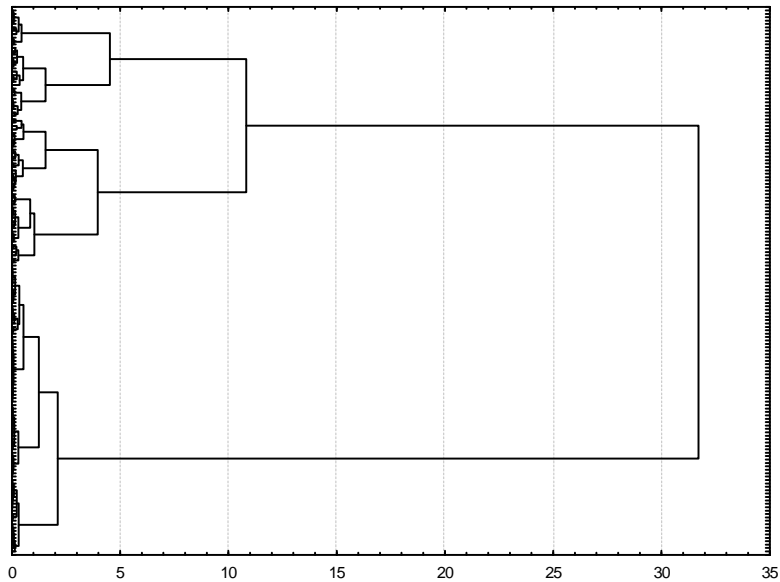


Рис. 1. Иерархическая дендрограмма образцов по данным твердости дерново-литогенных почв на красно-бурых глинах (метод Варда, коэффициент корреляции Пирсона).

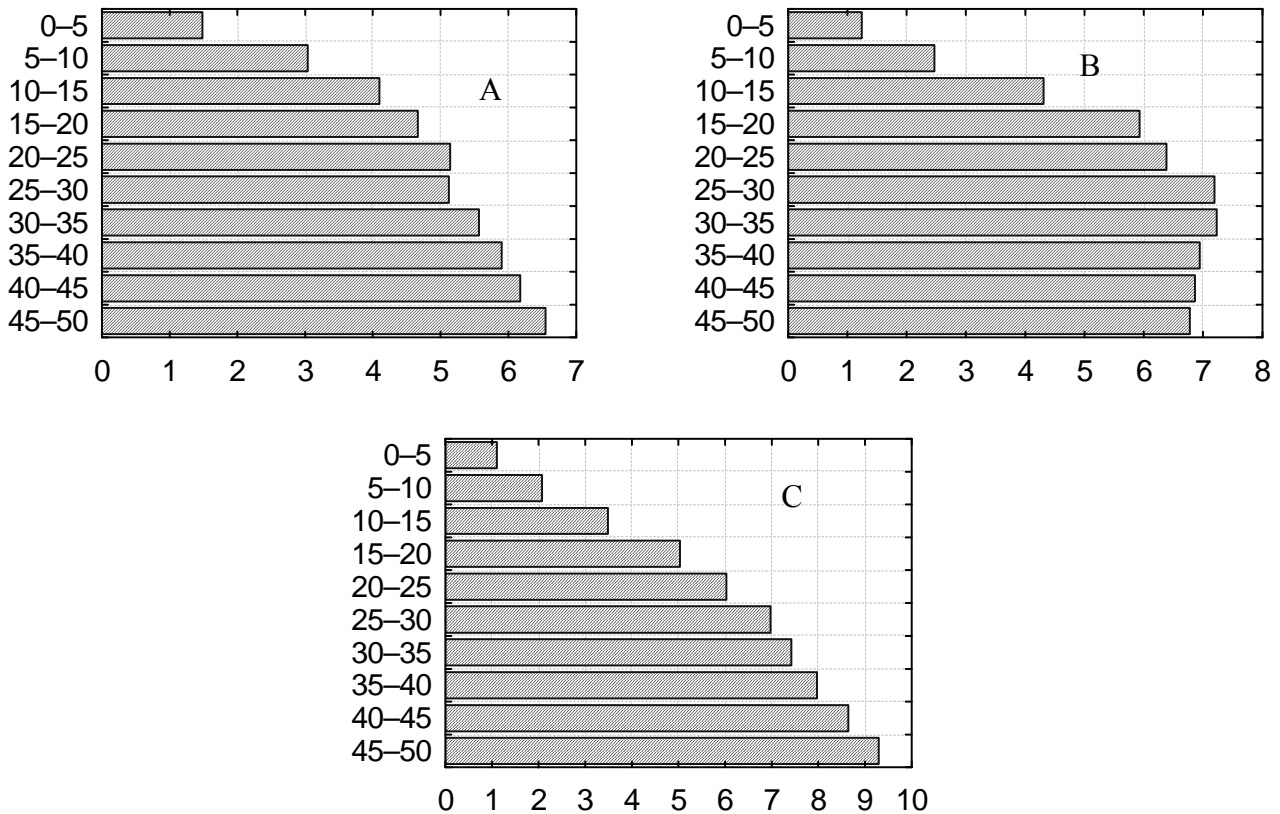


Рис. 2. Изменение твердости дерново-литогенных почв на красно-бурых глинах (в МПа) в зависимости от глубины для кластеров А, В и С.

Условные обозначения: по оси абсцисс – твердость почвы, Мпа; по оси ординат – глубина почвы, см.

Для поиска механизма, определяющего упорядоченность системы, нужно представить эту систему в пространстве переменных, взаимоотношения которых определяют данный процесс. Дискриминантный анализ используется для принятия решения о том, какие переменные различают (дискриминируют) две или более возникающие совокупности (группы), а также для классификации наблюдений в различные группы. Результаты дискриминантного анализа полученных в ходе исследования данных представлены на рис. 3.

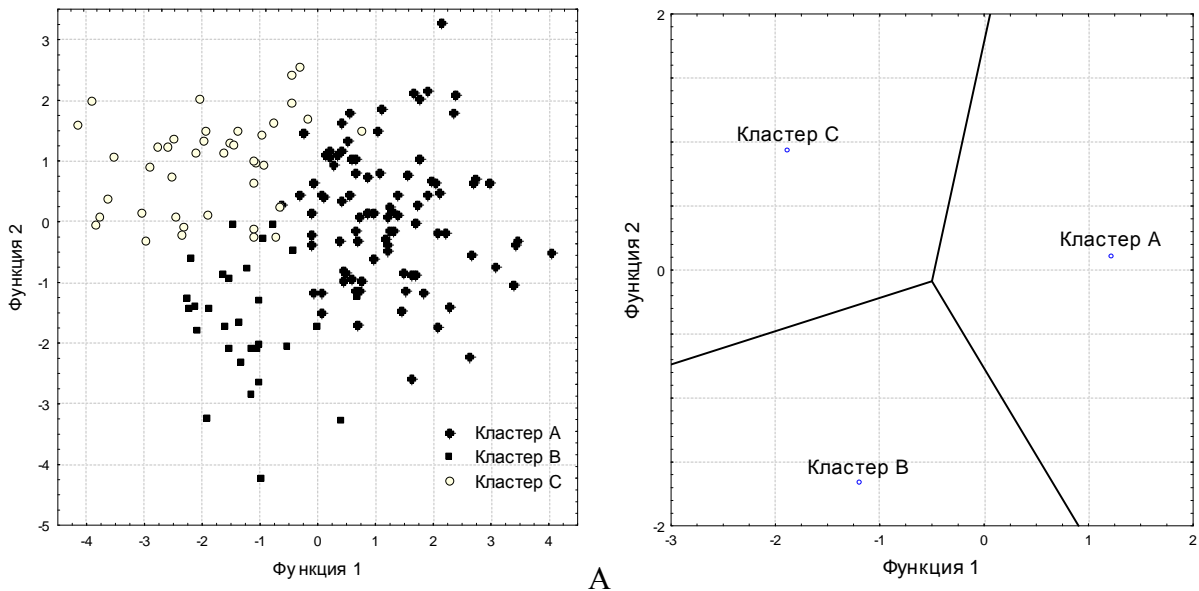


Рис. 3. Расположение кластеров в пространстве первых двух дискриминантных функций.

Условные обозначения: А – расположение экспериментальных точек в пространстве первых двух дискриминантных функций; В – расположение центроидов кластеров в том же пространстве

Дискриминантный анализ полученных данных позволил установить, что показатели твердости четко дифференцируют выделенные кластеры. Взглянув на средние функций для всех совокупностей, мы можем определить характер дискриминации для каждой дискриминантной функции, а построив значения, которые принимают обе дискриминантные функции, можно посмотреть, как две функции дискриминируют между кластерами (табл. 1).

Таблица 1

Факторная структура дискриминантных функций (коэффициенты корреляции значений твердости почвы на различных глубинах и дискриминантных функций)

Твердость на глубине	Функция 1	Функция 2
0-5 см	0,16	-0,15
5-10 см	0,18	-0,12
10-15 см	0,03	-0,21
15-20 см	-0,24	-0,34
20-25 см	-0,25	-0,11
25-30 см	-0,44	-0,17
30-35 см	-0,45	-0,05
35-40 см	-0,41	0,18
40-45 см	-0,52	0,33
45-50 см	-0,47	0,50

Функция 1 обладает наибольшей в пределах данной структуры данных дискриминирующей способностью и, в основном, дискриминирует между кластером А и объединением кластеров В и С. Из приведенных в таблице значений видно, что наибольшую информационную значимость функция 1 приобретает при анализе значений твердости почвы от 25 до 50 см ниже поверхности почвы. По вертикальной оси (функция 2) заметно смещение точек кластера В вниз относительно центральной линии и точек кластера С. Анализируя ряд значений дискриминирующей функции 2 видим, что кластеры В и С наиболее различны в формировании твердости слоев 15-20 и 40-50 см от поверхности почвы. То есть наиболее

отчетливо заметны различия между обнаруженными структурными образованиями в нижних исследованных слоях.

Дистанция Махаланобиса – это расстояние между признаками в гипотетическом многомерном пространстве. Она является обратной величиной сопряженности – меры потенциального взаимодействия или связи между признаками. С помощью дистанции Махаланобиса между центроидами кластеров может быть установлено их взаимное отношение: чем больше расстояние, тем меньше потенциальное физическое взаимодействие (табл. 2).

Таблица 2

Расстояние Махаланобиса между центроидами кластеров дерново-литогенных почв на красно-бурых глинах (верхняя полуматрица) и *p*-уровни значимости различий (нижняя полуматрица) по данным дискриминантного анализа

Кластер	A	B	C
A		7,42	11,38
B	0,00		6,21
C	0,00	0,00	

Из приведенных в табл. 2 данных видно, что наибольшее расстояние Махаланобиса между центроидами кластеров *A* и *C*, наименьшее – между *B* и *C*. Обнаруженные закономерности подтверждают результаты анализа факторной структуры дискриминантных функций и свидетельствуют о том, что кластеры *B* и *C* наиболее близки по своим свойствам твердости, а кластер *A* значительно отличается от кластера *C* и в меньшей степени от кластера *B*, который является переходной формой между *A* и *C*.

Расстояния Махаланобиса от каждого образца до центроидов кластеров можно использовать для построения карты расположения кластеров в двумерном пространстве (рис. 4).

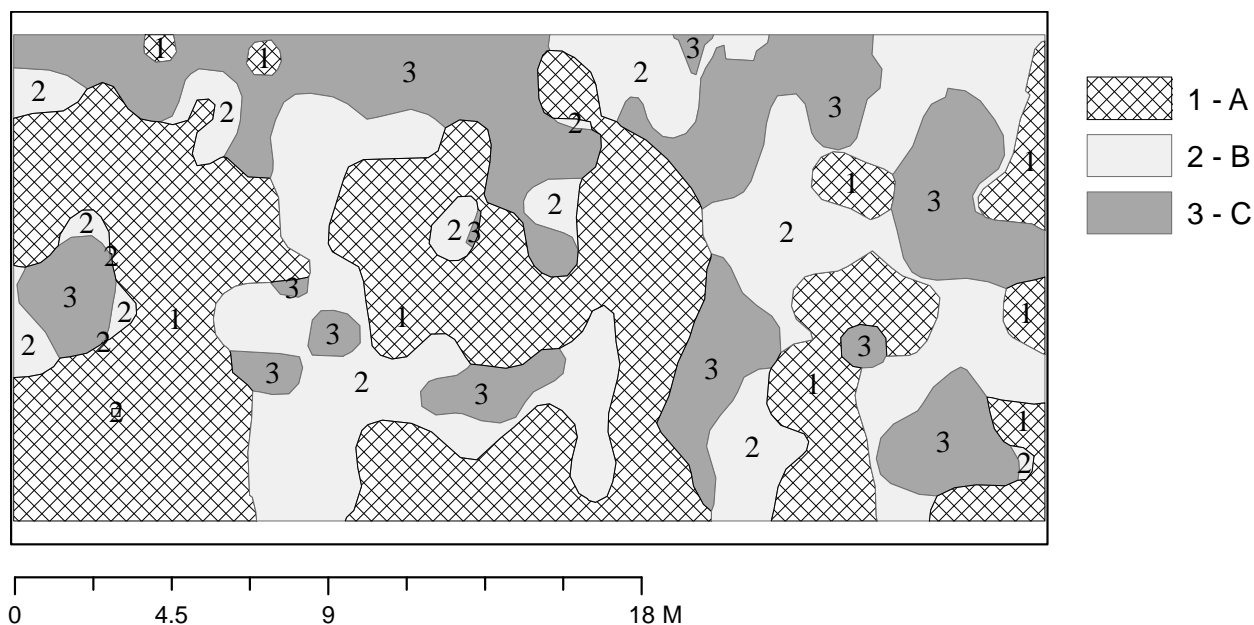


Рис. 4. Расположение педонов дерново-литогенных почв на красно-бурых глинах в двумерном физическом пространстве.

Используя данные дискриминантного анализа и визуального анализа карты расположения педонов, можно предполагать, что почвообразовательный процесс в данном случае идет по пути формирования участков с повышенной твердостью на глубине 25-35 см от поверхности (кластер *B*). Эти образования переходят в участки с дальнейшим нарастанием

твердости с глубиной (кластер *C*), приобретая тем самым округлую форму. Описанные образования находятся в почвенном материале меньшей твердости (кластер *A*) и, возможно, представляют собой противозерозионные и противооползневые факторы устойчивости.

Количественные характеристики педонной организации дерново-литогенных почв на красно-бурых глинах приведены в табл. 3.

Таблица 3

Размерные индексы пространственной организации педонной структуры дерново-литогенных почв на красно-бурых глинах

Индекс	Условное обозначение	<i>A</i>		<i>B</i>		<i>C</i>	
		Среднее	CV, %	Среднее	CV, %	Среднее	CV, %
Площадь педонов, м ²	CA	180,18	–	119,00	–	106,83	
Ср. площадь педона	AREA_MN	20,02	141,33	8,50	176,04	8,22	20,02
Доля от площади, %	PLAND	44,38	–	29,31	–	26,31	–
Число педонов	NP	9,00	–	14,00	–	13,00	–
Плотность педонов, шт./10 м ²	PD	0,22	–	0,34	–	0,32	–
Индекс наибольшего фрагмента, %	LPI	18,79	–	11,39	–	9,06	–

Наибольший размер имеют педоны типа *A*, площадь которых составляет 20,2 м². Педоны *B* и *C* занимают значительно меньшую площадь – в среднем каждый из них располагается на площади 8,50 и 8,22 м² соответственно. Размеры педонов типа *A* и *B* подвержены значительным колебаниям – коэффициент вариации площади одного педона составляет 141,33 и 176,04% соответственно. Размеры педонов типа *C* отличаются стабильностью – коэффициент вариации этого показателя составляет 20,02%.

Размеры педонов обратно пропорциональны их числу: наименьшее число – 9 (а следовательно, и плотность – 0,22/10 м²) характерно для педонов типа *A*, которые имеют наибольшие размеры. Плотность педонов типа *B* и *C* практически не различается и составляет 0,34 и 0,32/10 м² соответственно.

Индекс наибольшего фрагмента (LPI) указывает на долю в процентах, которую занимает наибольший педон данного типа. Соотношение этих показателей повторяет пропорцию средних размеров педонов.

Индексы формы педонов представлены в табл. 4.

Таблица 4

Индексы формы педонов дерново-литогенных почв на красно-бурых глинах

Индекс	Условное обозначение	<i>A</i>		<i>B</i>		<i>C</i>	
		Среднее	CV, %	Среднее	CV, %	Среднее	CV, %
Ландшафтный индекс формы	LSI	4,57	–	6,41	–	5,13	–
Радиус вращения, м	GYRATE_MN	1,65	85,04	1,09	116,45	1,16	90,35
Отношение периметра к площади	PARA_MN	2,94	49,84	5,85	76,66	4,18	89,52
Индекс формы	SHAPE_MN	1,61	33,49	1,73	40,78	1,48	29,62
Фрактальная размерность	FRAC_MN	1,23	39,96	0,02	256,77	1,11	53,98
Индекс описанной окружности	CIRCLE_MN	0,50	37,54	0,60	22,91	0,52	40,34

Ландшафтный индекс формы (LSI) представляет собой нормализованное отношение длины границы (т.е. периметра педона) к его площади, в котором общая протяженность границы сравнивается со структурой стандартной (квадратной) формы такой же площади без

внутренних границ. Значение индекса, которое превышает единицу, свидетельствует о повышенном уровне внутренних границ и соответствует уменьшающейся агрегации типов педонов. Наибольшим значением этого индекса характеризуется педон *B* (6,41), далее следует педон *C* (5,13); ряд заканчивает педон *A* (4,57).

Радиус вращения – это мера протяженности каждого педона. Он оценивается как среднее расстояние между точками педона. По этому показателю педоны отличаются гораздо меньше, чем по площади.

Показатель отношения периметра к площади (PARA_MN) зависит как от формы, так и от размера объекта. При увеличении размера эта метрика имеет тенденцию к снижению. Индекс формы (SHAPE_MN) так же, как и LSI, представляет собой нормализованное отношение периметра к площади педона по сравнению со стандартной формой той же площади, но в значительно меньшей мере зависит от размера объекта. По этой метрике педоны значительно меньше различаются между собой. Наиболее компактными являются педоны типа *C*, а наименее – типа *B*.

В педоне можно выделить сердцевинную часть (ядро) и периферийную часть. Ядро обладает наиболее характерными свойствами педона как целостного образования, а периферия испытывает влияние окружения, поэтому в ней проявляются как свойства окружающих педонов, так и так называемые маргинальные эффекты. Отношение площади ядра педона к площади периферии является интегральным показателем, который зависит от формы и площади педона, а также от интенсивности маргинальных эффектов. При прочих равных условиях усложнение формы педона приводит к уменьшению относительной площади сердцевинной части. Увеличение размеров педона сопряжено с увеличением размеров сердцевинной части, а мощность маргинальных эффектов уменьшает относительную площадь сердцевинной части.

Количественной характеристикой маргинальности является матрица, в которой указывается, на какую протяженность один педон оказывает влияние на свойства другого педона. Та часть, которая не испытывает влияния, называется сердцевинной частью, или ядром.

Для количественной характеристики взаимного влияния педонов нами предложено рассмотреть, как изменяется в географическом пространстве удаление экспериментальных точек от расположения центроидов кластеров в пространстве дискриминантных функций, которое оценено с помощью расстояния Махаланобиса. Это расстояние в дискриминантном анализе является критерием отнесения экспериментальной точки к тому или иному кластеру: наблюдение относится к тому кластеру, расстояние от центроида которого меньше. Однако расстояние от центроида «чужого» кластера можно рассматривать как степень влияния этого кластера на данную точку – чем меньше расстояние, тем больше влияние. Можно предполагать, что с удалением экспериментальной точки от границы с чужим кластером его влияние будет уменьшаться, а дистанция Махаланобиса – увеличиваться. При достижении некоторого порогового расстояния от фокального кластера в географическом пространстве дистанция Махаланобиса не будет отличаться статистически от среднего значения в пределах данного кластера. Такую зависимость можно описать с помощью уравнения Михаэлиса-Ментен:

$$D_i = V_m * \text{Dist}_i / (K_m + \text{Dist}_i),$$

где D_i – расстояние Махаланобиса от центроида фокального кластера i до точки соседнего кластера; Dist_i – расстояние до точки соседнего кластера от границы с фокальным кластером; V_m и K_m – параметры модели.

Для дистанции Махаланобиса от центроида фокального кластера до точек соседнего кластера можно рассчитать статистические характеристики. Точка пересечения кривой Михаэлиса-Ментен с нижним 95%-м доверительным интервалом дистанции Махаланобиса, вычисленной для точек соседнего кластера, указывает на границу между периферийной частью педона, подверженной воздействию фокального кластера и его ядром (рис. 5).

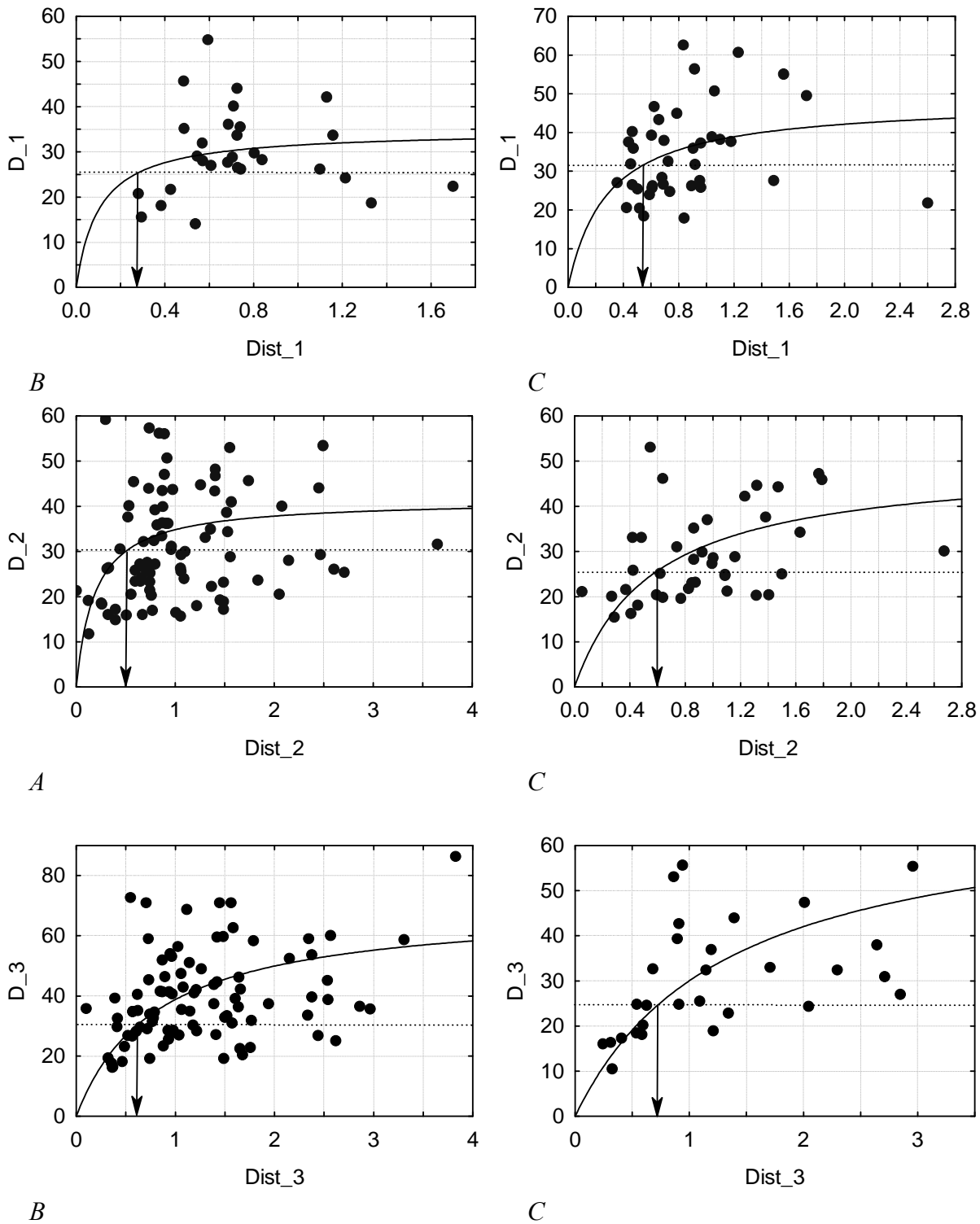


Рис. 5. Оценка границы между периферийной частью педонов и его ядром.

Условные обозначения: A, B, C – соседние кластеры; по оси абсцисс – географическое расстояние (в метрах) от границы с фокальным кластером (Dist_1 – с A, Dist_2 – с B, Dist_3 – с C); по оси ординат – расстояние Махаланобиса от центроидов кластеров (D_1 – от центроида A, D_2 – от центроида B, D_3 – от C). Сплошная линия – аппроксимация зависимости уравнением Михаэлиса-Ментен; горизонтальная штрих-пунктирная линия – 95%-й доверительный интервал (нижняя граница) дистанции от центроида.

Как видно из данных, приведенных на рис. 5, дистанция Махаланобиса закономерно увеличивается при удалении от фокального кластера, что свидетельствует о снижении его влияния на соседний кластер. После преодоления некоторого расстояния дальнейшее удаление от границы не сказывается на значении дистанции Махаланобиса. Значения этой метрики вблизи границы между фокальным и соседним кластерами статистически достоверно меньше, чем в целом в пределах соседнего кластера. Абсцисса точки на кривой Михаэлиса-Ментен, где она пересекается с горизонталью нижней границей доверительного интервала, маркирует степень проникновения достоверного воздействия фокального кластера на соседний кластер в географическом пространстве. На основании этих данных была составлена матрица маргинальности педонов (табл. 5).

Таблица 5

Матрица маргинальности (расстояние в метрах, в пределах которого фокальный кластер оказывает влияние на соседние кластеры)

Педоны		Соседние		
		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
Фокальные	<i>A</i>	0,00	0,27	0,54
	<i>B</i>	0,53	0,00	0,59
	<i>C</i>	0,62	0,73	0,00

На наибольшее расстояние на соседние педоны оказывает влияние педон *C* – на 0,62 м в пределах педона *A* и 0,73 м – в пределах педона *B*. Необходимо отметить, что матрица не симметричная. Обратное влияние этих кластеров на педон *C* меньше – 0,54 и 0,59 м соответственно. Нет симметрии и при взаимодействии педонов *A* и *B*: педон *A* влияет на педон *B* на глубину 0,27 м, а педон *B* на педон *A* – на 0,53 м.

Матрица маргинальности позволяет оценить значение индексов маргинальности, которые характеризует взаимное расположение и степень взаимного проникновения педонов между собой (табл. 6).

Таблица 6

Индексы маргинальности педонной структуры дерново-литогенных почв на красно-бурых глинах

Индекс	Условное обозначение	<i>A</i>		<i>B</i>		<i>C</i>	
		Среднее	CV, %	Среднее	CV, %	Среднее	CV, %
Общая площадь ядер, м ²	TCA	128,00	–	35,00	–	28,00	–
Доля площади ядер, %	CPLAND	31,49	–	8,69	–	6,90	–
Число отдельных ядер	NDCA	9,00	–	19,00	–	10,00	–
Плотность ядер, т./10 м ²	DCAD	0,22	–	0,47	–	0,25	–
Площадь ядер, м ²	CORE_MN	14,00	151,16	3,00	199,47	2,00	14,00
Площадь отдельных ядер, м ²	DCORE_MN	14,00	149,15	2,00	129,22	3,00	14,00
Индекс площади ядра, %	CAI_MN	45,65	58,75	11,69	121,92	12,58	45,65

Наибольшую площадь занимают ядра педона *A*, гораздо меньше площадь ядер педонов ядер *B* и *C*. Ядерная часть педона *A* составляет 31,49% от всей площади участка. Для педонов *B* и *C* этот показатель гораздо меньше – 8,69 и 6,90% соответственно. От площади самих педонов ядерная часть составляет 45,65% для педона *A*, 11,69% – для педона *B* и 12,58% – для педона *C*. Наибольший коэффициент вариации этого показателя характерен для педона *B* – 121,92%, что свидетельствует о значительной пространственной нестабильности данного почвенного образования.

В пределах целостного участка, занятого одним педоном, может не быть ядер, ядро может быть одно или их может быть несколько. Плотность обособленных ядер наибольшая

для педона *B* ($0,47/10 \text{ м}^2$), відповідно, їх площа – найменша. Це також підтверджує представлення о більшій динамічності педона *B*. Для педонів *A* і *C* густина обособлених ядер приблизно однакова – $0,22$ і $0,25/10 \text{ м}^2$ відповідно.

Такі значення індексів маргінальності дозволяють зробити припущення, що педони *B* і *C* є кількісними проявленнями одного якісно однорідного утворення. Незважаючи на те, що хмара кластерів, на основі яких виділені педони *B* і *C*, достовірно відрізняється з позицій непространственої статистики, характер пространственого розміщення і ступінь взаємного впливу в пространстві дають основи до виділення двох педонів – *A* і *BC*, останній з яких представлений кількісними варіаціями *B* і *C*.

Установлення факта статистичної неоднорідності розподілу твердості доводить існування структурної закономірності вивченого ґрунтового покриву. Доказателі множинності будови і випадкового характеру варіювання властивостей ґрунту говорять про пространственої неоднорідності ґрунту як наслідку її природи при ідентичності факторів ґрунтоутворення [10]. В результаті наших досліджень встановлено існування груп схожих ґрунтових об'єктів з однотипною зміною твердості в профілі, які можна достатньо чітко класифікувати. Дані фізичні утворення мають певний розмір, характерну форму, межі і зв'язаність властивостей. Знайдені нами ґрунтові структури, а також правила їх пространственої змінливості означають, що їх формування є результатом дії одного або комбінації декількох фізичних факторів. Виявлені віртуальні фактори представляють собою в дійсності деякі елементарні екосистемні процеси, в своїй сукупності визначають пространственої варіювання вивченої властивості. Суть подібних процесів полягає в обміні речовиною і енергією між різними фазами як всередині ґрунту, так і між ґрунтом і зовнішнім середовищем. А. А. Роде [12] пропонує називати сукупність цих процесів життям ґрунту. Більшість її складових елементарних ґрунтових процесів має циклічний, коливаючий або потоковий характер, різні, звичайно вкладені один в одного ритми: добові, сезонні, річні і різної тривалості багаторічні. Внаслідок неповної замкнутості і неповної оборотності циклів функціонування вони утворюють повний спектр залишкових продуктів: газообразних, рідких і твердих. В відмінність від газових і рідких продуктів, які відносно швидко оновлюються і виводяться з ґрунту, залишкові твердофазні продукти утримуються і накопчуються в ґрунтовій системі. Багаторазове повторення таких мікропроцесів на протязі тривалого функціонування ґрунтовій системі (десятки, сотні, тисячі і більш років) поступово призводять до формування добре виражених педогенних ознак в твердій масі ґрунту, які повністю певно виявляються і морфологічно, і аналітично [12].

В нашому дослідженні ми вивчали структурну організацію дерново-літогенних ґрунтів на червоно-бурих глинах ділянки рекультивувати. Територія для дослідження вибрана не випадково: на рекультивувати землях, які створені в результаті трансформації природних ландшафтів при видобутку корисних копалин відкритим способом, процеси ґрунтоутворення характеризуються значущою пространственої неоднорідністю. По-видимому, це пов'язано з глинистою природою материнської породи і молодим віком досліджуваного ґрунту, в якій велика частка літопамяти [12]. Процеси зміни глинистого матеріалу в ході ґрунтоутворення відбуваються головним чином під впливом гравітаційного, атмосферного і інших абіотических факторів. Механізми формування знайдених структурних утворення можуть бути обумовлені процесами зволоження – висихання, промерзання – оттаивання ґрунту, які при важкому гранулометричному складі можуть призводити до розвитку педотурбаційних процесів. Нисходяща міграція незрушених глинистих частинок по тріщинах і порам під впливом гравітаційних сил і їх переотложення в нижележачих горизонтах – лессиваж – призводять до накопчення глинистого матеріалу в порожнинах і тріщинах. На поверхні структурних окремих

глинистый материал разрушается, а отдельные фрагменты механически «разорванных» кутан оказываются вовлеченными во внутренние части педов [9]. Возможно, именно так формируется регулярная структурная неоднородность дерново-литогенных почв на глинах, которую мы наблюдали в нашем исследовании. Показатель твердости почвы, на наш взгляд, является адекватным диагностическим признаком для определения границ структурной неоднородности и может быть предложен в виде стандартной методической процедуры для выделения педона.

Можно отметить, что определение почвенного индивидуума до сих пор остается неясным, хотя концепция педона как наименьшего целостного объема почвенного тела представляется вполне оправданной. На основании критического анализа имеющихся материалов и следуя докучаевскому учению о почве как самостоятельном естественноисторическом теле природы, можно считать наиболее приемлемым в настоящее время следующее определение: почвенный индивидуум (педон, тессера, почвенная особь, элементарная единица почвы) – это минимальный объем почвы, горизонтальные размеры которого достаточно большие, чтобы иметь полный спектр варибельности соотношений генетических горизонтов, соответствующий минимальной горизонтальной неоднородности почвы по диагностическим признакам.

Выводы

1. Кластерный анализ позволил выделить три основных группы (кластера) почвенных профилей с однотипной сменой твердости – *A*, *B*, *C*. Кластеры *B* и *C* наиболее близки по своим свойствам твердости, а кластер *A* значительно отличается от кластера *C* и в меньшей степени от кластера *B*, который является переходной формой между *A* и *C*.

2. С помощью количественных методов ландшафтной экологии можно четко описать размер и форму педонов выделенных кластеров. Наибольший размер имеют педоны типа *A*, площадь которых составляет 20,2 м²; педоны данного типа наиболее агрегированы. Педоны *B* и *C* занимают значительно меньшую площадь – в среднем каждый из них располагается на площади 8,50 и 8,22 м² соответственно. Размеры педонов типа *A* и *B* подвержены значительным колебаниям – коэффициент вариации площади одного педона составляет 141,33 и 176,04% соответственно. Педоны *B* наименее компактны, характеризуются повышенным уровнем внутренних границ и наименьшей агрегацией. Размеры педонов кластера *C* отличаются стабильностью ($CV = 20,02\%$); эти педоны являются наиболее компактными.

3. В качестве способа характеристики взаимного расположения и установления меры взаимного влияния элементов почвенной структурной неоднородности может быть использовано расстояние Махаланобиса как оценка отнесения экспериментальной точки к тому или иному кластеру. Зависимость описанная с помощью уравнения Михаэлиса-Ментен даёт основания к выделению двух педонов – *A* и *BC*, последний из которых представлен количественными вариациями *B* и *C*.

Список литературы

1. Жуков О. В. Твердость дерново-литогенных почв на лессовидных суглинках / О. В. Жуков, О. М. Кунах // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2011. – № 1. – С. 63–69.
2. Задорожна Г. О. Просторова організація дерново-літогенних ґрунтів на сіро-зелених глинах / Г. О. Задорожна // Біологічний вісник МДПУ. – 2012. – № 1. – С. 48–57.
3. Карпачевский Л. О. О динамике строения почвенного покрова в лесных биогеоценозах / Л. О. Карпачевский, Л. Б. Холопова, А. П. Просвирина // Почвоведение. – 1980. – № 5.
4. Козловский Ф. И. Почва как зеркало ландшафта и концепция информационной структуры почвенного покрова / Ф. И. Козловский, С. В. Горячкин // Почвоведение. – 1996. – № 3. – С. 288–297.

5. Козловский Ф. И. Почвенный индивидуум и элементарный анализ структуры почвенного покрова / Ф. И. Козловский, Н. П. Сорокина // Почвенные комбинации и их генезис. – М.: Наука, 1972.
6. Козловский Ф. И. Современное состояние и пути развития теории структуры почвенного покрова / Ф. И. Козловский, С. В. Горячкин // Почвоведение. – 1993. – № 7. – С. 31–43.
7. Козловский Ф. И. Современные естественные и антропогенные процессы эволюции / Ф. И. Козловский. – М.: Наука, 1991. – 196 с.
8. Козловский Ф. И. Теория и методы изучения почвенного покрова / Ф. И. Козловский. – М.: ГЕОС, 2003. – 536 с.
9. Кремер А. М. Микростроение сильноподзолистой почвы и передвижение глинистых суспензий / А. М. Кремер // Почвоведение. – 1969. – № 6. – С. 28–36.
10. Медведев В. В. Неоднородность как закономерное проявление горизонтальной структуры почвенного покрова / В. В. Медведев // Грунтознание. – 2010. – Т. 11, № 1–2. – С. 6–15.
11. Медведев В. В. Твердость почв / В. В. Медведев. – Харьков: Изд. КГ1 «Городская типография», 2009. – 152 с.
12. Память почв: почва как память биосферно-геосферно-антропосферных взаимодействий / Отв. ред. В. О. Таргульян, С. В. Горячкин. – М.: Изд-во ЛКИ, 2008. – 692 с.
13. Рекультивация нарушенных земель как устойчивое развитие сложных техноэкосистем: монография / И. Х. Узбек, А. С. Кобец, П. В. Волох и др.; под ред. И. Х. Узбека. – Днепропетровск: «Пороги», 2010. – 263 с.
14. Розанов Б. Г. Морфология почв: уч. для высш. шк. / Б. Г. Розанов. – М.: Академический Проект, 2004. – 432 с.

Задорожна Г. О., Кунах О. М., Жуков О. В. Просторова організація дерново-літогенних ґрунтів на червоно-бурих глинах. – Досліджена просторова організація дерново-літогенних ґрунтів на червоно-бурих глинах ділянки рекультиватії Орджонікідзевського ГЗК за даними мінливості твердості, що зібрані по регулярній сітці. За допомогою кластерного аналізу виділено три основних групи (кластера) ґрунтових профілів з однотипною зміною твердості – А, В, С. Кластери В і С найбільш близькі за своїми властивостями твердості, а кластер А значно відрізняється від кластера С і меншою мірою – від кластера В, який є перехідною формою між А і С. Кількісними методами ландшафтної екології описані розмір і форма педонів виділених кластерів, компактність і агрегація їх розташування, надані кількісні оцінки суміжних і внутрішніх кордонів педонів. Як спосіб характеристики взаємного розташування і встановлення міри взаємного впливу елементів ґрунтової структурної неоднорідності використано відстань Махаланобіса як оцінку віднесення експериментальної точки до того чи іншого кластеру. Залежність, описана за допомогою рівняння Міхаеліса-Ментен, дає підстави до виділення двох педонів – А та ВС, останній з яких представлений кількісними варіаціями В і С.

Ключові слова: геостатичний аналіз, педони, просторова організація.

Zadorozhna G. O., Kunah O. N., Zhukov O. V. The spatial organization of soddy-lithogenic soils on the red-brown clays. – The spatial organization of the sod lithogenic soil on the red brown clay has been investigated. Data have been collected within regular network. By means of cluster analysis the three main group of the soil profile pattern have been selected (A, B, C). The clusters B and C are the most close related on the basis of the impedance properties. The cluster A is considerable different from the cluster C and in the low degree different from the cluster B. The cluster B has been shown to be transition form from the cluster A to cluster C. The clusters have been recognized as soil pedons. The methods of the landscape ecology have been proposed to describe size and form of separated clusters and their compactness and aggregation of spatial distribution. The quantitative estimation of the pedon edges have been presented. Michaelis-Menten kinetic model has been involved to assess the measure of the mutual effect of the elements of the soil structural heterogeneity.

Key words: geostatistical analysis, pedons, spatial organization.

УДК 582.282.1: 581.55

© О. В. Корольова

АСКОЛОКУЛЯРНІ ГРИБИ (DOTHIDEOMYCETES) РОСЛИННИХ УГРУПОВАНЬ КІНБУРНЬСЬКОЇ КОСИ

*Миколаївський національний університет імені В. О. Сухомлинського
54030, м. Миколаїв, вул. Нікольська, 24; e-mail: koroleva1975@rambler.ru*

Корольова О.В. Асколокуляльні гриби (Dothideomycetes) рослинних угруповань Кінбурнської коси. – У статті розглядаються таксономічна структура, еколого-трофічні особливості та розповсюдження мікроміцетів класу Dothideomycetes в рослинних угрупованнях Кінбурнської коси. У фітоценозах 5 типів рослинності на 22 видах судинних рослин з 12 родин, рослинних рештках знайдено 30 видів асколокулярних грибів з 18 родів 12 родин 4 порядків підкласів Dothideomycetidae, Pleosporomycetidae та групи таксонів Incertae sedis класу Dothideomycetes. Встановлено специфіку виявленої мікобіоти, проаналізовано видовий склад і проведено порівняння видових комплексів локулоаскоміцетів різних типів угруповань.

Ключові слова: асколокуляльні гриби, видовий склад, таксономічна структура, екологічні особливості, біорізноманіття.

Вступ

Питання збереження та охорони біологічної різноманітності у сучасному світі набули надзвичайно великого значення. Окремо це стосується компонентів біоти еталонних екосистем, які репрезентують значне флористичне багатство, зберігаються у складі природоохоронних територій або потребують створення заповідного режиму.

Кінбурнська коса є природним піщаним масивом, однією з арен Лівобережжя Нижнього Дніпра, розташованої на Кінбурнському півострові в межах Херсонської та Миколаївської областей. Територія коси (площею близько 15 тис. га) смугою простирається із сходу на захід, з півночі омивається Дніпровським лиманом, з півдня – Ягорлицькою затокою басейну Чорного моря. Ендемічний комплекс рослинності, що сформувався на цій території, перш за все унікальний поєднанням зональних та азональних компонентів. Значна кількість рідкісних та ендемічних видів зумовлює високу ценотичну цінність цих екосистем, які частково знаходяться під охороною в об'єктах природно-заповідного фонду, розташованих на території Кінбурнського півострова. В таких своєрідних умовах актуально вивчити видове різноманіття мікроскопічної мікобіоти, в тому числі й асколокулярних грибів (Dothideomycetes), пов'язаних із вищими рослинами у складі рослинних угруповань.

За геоботанічним районуванням територія дослідження входить до складу Цюрупинсько-Скадовського округу підзони типчаково-ковилкових степів Олешківського геоботанічного району Причорноморської степової провінції Причорноморсько-Казахстанської степової підобласті, Євразійської степової області [4, 8]. Рослинність Кінбурнської коси розглядається в роботах О. А. Янати, Й. К. Пачоського, Є. Лавренка, Л. Порецького, М. І. Котова, Ф. О. Гриня, Г. І. Білика, І. І. Гордієнка, М. В. Клокова, В. С. Ткаченка, О. Ю. Уманець, П. А. Тимошенко [1, 2, 5, 7, 9-11, 13-16, 18] та в інших публікаціях, присвячених вивченню рослинного різноманіття Нижнього Дніпра. В залежності від рельєфу, рівнів зволоження та засолення на дослідженій території формується псамофітно-степова, лісова, лучна, галофітна, літоральна, болотна, водна і прибережно-водна природна рослинність.

У той же час мікобіота Кінбурнського півострова, зокрема аскоміцети, залишається недостатньо описаною в науковій літературі, потребуючи всебічного дослідження. Так, для дослідженої території, за літературними даними [6, 29] та гербарними джерелами (KW), наводяться лише 9 видів локулоаскоміцетів, зібраних різними колекторами на Соленозерній ділянці Чорноморського біосферного заповідника, але ці відомості не дають уявлення про різноманіття мікроміцетів півострова.

Метою даної статті є вивчення мікроскопічних грибів класу Dothideomycetes (локулоаскоміцетів або асколокулярних грибів) у природних рослинних угрупованнях Кінбурнської коси.

Матеріал і методи дослідження

Матеріалами роботи стали оригінальні мікологічні збори, що проводились шляхом маршрутно-експедиційного обстеження у 2007-2011 рр. в угрупованнях природної рослинності Кінбурнської коси, на території регіонального ландшафтного парку «Кінбурнська коса» та ділянок Чорноморського біосферного заповідника «Волижин ліс» і «Соленоозерна». Збір та гербаризація мікологічних зразків виконувались за загальноприйнятими методиками камеральної обробки матеріалу; при з'ясуванні таксономічної належності видів використовувались мікроскопічні методи; отримані результати опрацьовані за допомогою методів порівняльно-статистичного аналізу [17]. Для ідентифікації видів рослин та грибів застосовані визначники і монографії вітчизняних та іноземних авторів [3, 12, 19, 20, 22, 25], видові назви судинних рослин узгоджені з довідником «Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist» [24], видові назви грибів – з міжнародною базою даних із систематики грибів «Index of Fungi» [26]. Обсяг класу Dothideomycetes подається у розумінні 10 видання «Dictionary of the Fungi» [21].

Результати та обговорення

У результаті наших досліджень у природних рослинних угрупованнях Кінбурнської коси виявлено 30 видів асколокулярних грибів, що належать до 18 родів 12 родин 4 порядків підкласів Dothideomycetidae і Pleosporomycetidae та групи таксонів Incertae sedis класу Dothideomycetes відділу Ascomycota (табл. 1). До складу підкласу Pleosporomycetidae входить порядок Pleosporales, до підкласу Dothideomycetidae – порядки Dothideales та Capnodiales, до таксонів з невизначеним таксономічним положенням належать порядок Botryosphaeriales та рід Pseudopleospora.

Таблиця 1

Кількісний розподіл видів асколокулярних грибів Кінбурнської коси за таксонами

Порядок	Родина	Рід	Кількість видів	% від загальної кількості
Pleosporales	Leptosphaeriaceae	Leptosphaeria	6	20
		Ophiobolus	2	6,7
	Lophiostomataceae	Lophiostoma	2	6,7
		Lophiotrema	1	3,3
	Pleosporaceae	Pleospora	3	10
	Cucurbitariaceae	Cucurbitaria	2	6,7
	Pleomassariaceae	Splanchnonema	2	6,7
	Mytiliniaceae	Lophium	1	3,3
	Phaeosphaeriaceae	Nodulosphaeria	1	3,3
	Venturiaceae	Venturia	1	3,3
Incertae sedis		Didymella	1	3,3
Dothideales	Dothideaceae	Dothidea	1	3,3
		Metasphaeria	1	3,3
		Sacothecium	1	3,3
	Dothioraceae	Dothiora	2	6,7
Capnodiales	Mycosphaerellaceae	Mycosphaerella	1	3,3
Botryosphaeriales	Botryosphaeriaceae	Phaeobotryon	1	3,3
Incertae sedis	Incertae sedis	Pseudopleospora	1	3,3
Разом	12	18	30	100

У таксономічному спектрі переважають представники порядку Pleosporales (22 види), значно меншою кількістю видів представлені порядки Dothideales (5), Capnodiales та Botryosphaeriales (по 1 виду). Серед родин локулоаскоміцетів переважають Leptosphaeriaceae (8), дещо менше видів включають Dothioraceae (4), Lophiostomataceae та Lophiostomataceae (по 3), інші родини нараховують 1-2 представників (див. табл. 1).

Родинний та родовий спектри дослідженої мікобіоти відрізняються досить високим різноманіттям, але показники видової різноманітності родин та родів є низькими: середнє число видів у родині дорівнює двом, у роді – одному виду. У спектрі родів переважають види роду *Leptosphaeria* (6 видів, 20%), інші 17 родів (24 види, 80%) представлені 1-3 видами (див. табл. 1).

За екологічною структурою більшість виявлених асколокулярних грибів є герботрофами (20 видів, 67%), асоційованими із трав'янистими рослинами (представники родів *Leptosphaeria*, *Pleospora*, *Ophiobolus*, *Nodosphaeria* та ін.). Щодо інших екологічних груп, то розповсюдженими є ксилотрофи, знайдені на 11 видах деревних рослин та їхніх рештках (представники родів *Dothidea*, *Dothiora*, *Phaeobotryon*, *Splanchnonema*, *Sacothecium* та ін.).

Досліджені види асколокулярних грибів утворюють консортивні зв'язки з 22 видами судинних рослин з 12 родин (табл. 2). Аналіз розподілу видів грибів за родинами поживних рослин демонструє, що найбільше число мікроміцетів асоційовано з представниками родини Asteraceae (13 видів), значно менше – Fabaceae (3 види), Betulaceae, Salicaceae (по 2 види), на рослинах з решти родин відмічені поодинокі види локулоаскоміцетів. Найбільш розповсюдженою рослиною-господарем є *Artemisia marschalliana* Spreng. (5 видів грибів-консортивів).

Таблиця 2

Кількісний розподіл видів локулоаскоміцетів-консортивів за родинами та родами асоційованих рослин

№ п/п	Назва родини рослин (назва роду)	Кількість видів	
		рослин	грибів
1.	Asteraceae (<i>Achillea</i> , <i>Artemisia</i> , <i>Cephalaria</i> , <i>Centaurea</i> , <i>Chondrilla</i> , <i>Helianthus</i>)	8	13
2.	Fabaceae (<i>Chamaecytisus</i> , <i>Medicago</i> , <i>Robinia</i>)	3	3
3.	Betulaceae (<i>Alnus</i> , <i>Betula</i>)	2	1
4.	Salicaceae (<i>Populus</i> , <i>Salix</i>)	2	3
5.	Pinaceae (<i>Pinus</i>)	1	2
6.	Urticaceae (<i>Urtica</i>)	1	2
7.	Caprifoliaceae (<i>Sambucus</i>)	1	1
8.	Brassicaceae (<i>Alisum</i>)	1	1
9.	Euphorbiaceae (<i>Euphorbia</i>)	1	1
10.	Fagaceae (<i>Quercus</i>)	1	1
11.	Rosaceae (<i>Cerasus</i>)	1	1
12.	Ulmaceae (<i>Ulmus</i>)	1	1

Асколокулярні гриби відмічені в складі природних угруповань 5 типів рослинності (степової, лісової, лучної, болотної, галофітної) та угруповань антропогенного флористичного комплексу. Найбільш різноманітний видовий склад цих грибів у рослинних угрупованнях піщаного степу – 17 видів герботрофів з 9 родів, переважно з родин Leptosphaeriaceae та Pleosporaceae, відмічених на 9 видах трав'янистих рослин-ефікаторів та рослинних рештках. Найбільш поширеними видами в піщаному степу є *Leptosphaeria doliolum* (Petr.) Ces. & De Not., *L. kalmusia* Niessl, *Pleospora herbarum* (Pers.) Rabenh. ex Ces. & De Not., *Lophiostoma caulium* (Fr.) Ces. & De Not., *Cucurbitaria obducens* (Schumach.) Petr.

Виявлені також рідкісні для України види – *Ophiobolus fruticum* (Roberge ex Desm.) Sacc. та *Pleospora longispora* Speg.

У складі деревно-чагарникової рослинності коси, що представлена березово-дубовими гайками та вільшняками, знайдено 6 видів асколокулярних грибів – *Dothiora sphaeroides* (Pers.) Fr. (на *Populus tremula* L.), *Lophiostoma caulium* (Fr.) Ces. & De Not. (на *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), *Phaeobotryon quercicola* (A. J. L. Phillips) Crous & A. J. L. Phillips (на *Quercus robur* L.), *Pleospora cytisi* Fuckel (*Chamaecytisus* sp.), *Splanchnonema foedans* (Fr.) Kuntze (на *Ulmus minor* Mill.), *S. argus* (Berk. & Broome) Kuntze (на *Betula borysthena* Klokov).

Меншу кількість асколокулярних грибів зафіксовано в лучних, болотяних, галофітних та літоральних рослинних угрупованнях Кінбурнської коси. У лучних та прісноводно-болотяних ценозах часто траплялися *Leptosphaeria acuta* (Moug. & Nestl.) P. Karst., *Lophiostoma vagabundum* Sacc., у галофітних угрупованнях – *Leptosphaeria cephalaria-uraliensis* Naumov & Dobrozr. У смузї літоральної рослинності, разом із звичайними видами, характерними для піщано-степових ділянок, знайдений рідкісний в Україні вид *Nodulosphaeria modesta* (Desm.) Munk.

У складі угруповань антропогенного флорокомплексу асколокулярні гриби були відмічені в плодівих садах та поблизу садиб, у соснових і робінієвих посадках на 10 видах рослин (*Pinus sylvestris* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Cerasus vulgaris* Mill., *Sambucus nigra* L. та ін.) та їх різноманітних рештках. Найбільш часто зустрічалися *Cucurbitaria elongata* (Fr.) Grev., *Dothidea sambuci* (Pers.) Fr., *Sacchettoecium sepincola* (Fr.) Fr. Також були відмічені види, що траплялись і на степових ділянках.

Порівняння таксономічних спектрів дослідженої мікобіоти різних типів угруповань показало, що на родовому рівні відмічається певний ступінь подібності. У першу чергу це зумовлено присутністю майже в усіх угрупованнях представників розповсюджених родів – *Leptosphaeria*, *Pleospora* та *Lophiostoma*. Проте порівняння видових спектрів локулоаскомицетів за допомогою коефіцієнта дискримінації Стугрена-Радулеску [17] демонструє досить суттєву їх відмінність, що вказує на формування в досліджених угрупованнях специфічних видових комплексів. Найбільш відмінним виявилися видовий склад степових та лісових угруповань ($K_{sr} = +0,90$), найбільш подібним – степових та лучних угруповань ($K_{sr} = +0,44$).

Висновки

Видове різноманіття асколокулярних грибів (*Dothideomycetes*) Кінбурнської коси включає 30 видів з 18 родів 12 родин 4 порядків підкласів *Dothideomycetidae*, *Pleosporomycetidae* та групи таксонів *Incertae sedis*, асоційованих з 22 видами судинних рослин з 12 родин. Особливостями виявленого видового складу грибів є домінування в систематичній структурі представників порядку *Pleosporales* (22 види, 73%), специфіку мікобіоти на родовому рівні визначають роди *Leptosphaeria* та *Pleospora*. В екологічній структурі видового складу переважають представники екологічної групи герботрофів (20 видів). Видові комплекси угруповань різних типів рослинності певною мірою є своєрідними, але відмічалось поширення грибів-космополітів, характерних у тому числі і для антропогенно-трансформованих місцезростань. Вивчення мікобіоти території Кінбурнського півострова необхідно продовжувати в напрямку досліджень видового різноманіття грибів-мікроміцетів інших таксономічних груп.

Список літератури

1. Білик Г. І. Рослинність Нижнього Придніпров'я / Г. І. Білик. – К.: Вид-во АН УРСР, 1956. – 178 с.
2. Білик Г. І. Рослинність урочища Потіївка Чорноморського державного заповідника / Г. І. Білик, В. С. Ткаченко // Укр. ботан. журн. – 1970. – Т. 27, № 4. – С. 491–496.
3. Васильева Лар. Н. Пиреномицеты и локулоаскомицеты севера Дальнего Востока / Лар. Н. Васильева. – Л.: Наука, 1987. – 257 с.

4. Геоботанічне районування Української РСР / Т. Л. Андрієнко, Г. І. Білик, О. М. Брадїс та ін. / Відп. ред. А. І. Барбарис. – К.: Наук. думка, 1977. – 304 с.
5. *Гордиенко И. И.* Олешские пески и биогеоценологические связи в процессе их зарастания / И. И. Гордиенко. – К.: Наук. думка, 1969. – 242с.
6. Гриби заповідників та національних природних парків Лівобережної України / І. О. Дудка, В. П. Гелюта, Т. В. Андріанова [та ін.]. – К.: Арістей, 2009. – Т. І. – 306 с.
7. *Гринь Ф. О.* Про минуле і сучасне лісових гайків на Нижньодніпровських пісках / Ф. О. Гринь // Ботан. журн. АН УРСР. – 1954. – № 1. – С. 45–54.
8. *Дідух Я. П.* Геоботанічне районування України та суміжних територій / Я. П. Дідух, Ю. Р. Шеляг-Сосонко // Укр. ботан. журн. – 2003. – Т. 60, № 1. – С. 6–17.
9. *Клоков М. В.* Псаммофильные флористические комплексы на территории УССР (Опыт анализа псаммофитона) / М. В. Клоков // Новости систематики высших и низших растений. – К.: Наук. думка, 1981. – С. 90–150.
10. *Котов М. И.* Растительность Нижнеднепровских песков / М. И. Котов // Растительный и животный мир юга Украинской ССР и Северного Крыма. – К.: Изд-во АН УССР, 1952. – С. 49–54.
11. *Лавренко Є.* Рослиність Челбаського і Іванівського масивів та Кінбурнської коси Нижньодніпровських пісків / Є. Лавренко, Л. Порецький // Мат. охорони природи на Україні. – 1928. – Вып. 1. – С. 127–177.
12. Определитель высших растений Украины / Д. Н. Доброчаева, М. И. Котов, Ю. Н. Прокудин [и др.]. – К.: Наук. думка, 1987. – 548 с.
13. *Пачосский Й. К.* Описание растительности Херсонской губернии. Плавни, пески, солончаки. Сорные растения / Й. К. Пачосский. – Херсон: Естеств.-истор. музей Херсонского губернского земства, 1927. – Вып. 3. – 228 с.
14. *Тимошенко П. А.* Флороценологічні комплекси Нижньодніпровських арен в умовах антропогенного впливу: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.05 / П. А. Тимошенко. – К., 2000. – 19 с.
15. *Ткаченко В. С.* Рослиність Кінбурнської коси та її зміни з гідробудівництвом / В. С. Ткаченко, В. В. Осичнюк, Н. О. Парахонська // Укр. ботан. журн. – 1980. – Т. 37, № 4. – С. 70–75.
16. *Уманець О. Ю.* Еколого-ценологічна характеристика флори піщаних масивів Лівобережжя Нижнього Дніпра та її генезис: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.05 / О. Ю. Уманець. – К., 1997. – 18 с.
17. *Шмидт В. М.* Математические методы в ботанике: учеб. пособие / В. М. Шмидт. – Л.: Изд-во Ленингр. гос. ун-та, 1984. – 288 с.
18. *Яната А.* Материалы к флоре Соленоозерной лесной дачи Днепровского уезда Таврической губернии / А. Яната // Зап. Крым. общ-ва естествоисп. – 1916. – Вып. 6. – С. 31–109.
19. *Aptroot A.* A key to the Dutch species of *Didymosphaeria*, *Massarina* and related genera / A. Aptroot // *Coolia*. – 1998. – Vol. 41, № 1. – P. 1–7.
20. *Dennis R. W.* British Ascomycetes / R. W. Dennis. – Hirschberg: J. Cramer Verlag, 1978. – 586 p.
21. Dictionary of the Fungi / [Ed. by P. M. Kirk, P. F. Cannon, D. W. Minter, J. A. Stalpers]. – 10th edn. – Kew, Surrey: CABI, 2008. – 784 p.
22. *Ellis M. B.* Microfungi on land plants: An identification handbook / M. B. Ellis, J. P. Ellis. – London, Sydney: Croom Helm, 1987. – 818 p.
23. Fungi of Ukraine: a preliminary checklist / [Ed. By D. W. Minter, I. O. Dudka]. – Egham, Kiev: International Mycological Institute CABI, M. G. Kholodny Inst. of Botany, 1996. – 361 p.
24. *Mosyakin S. L.* Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist / S. L. Mosyakin, M. M. Fedoronchuk; ed. S. L. Mosyakin. – Kiev: M. G. Kholodny Inst. of Botany, 1999. – 345 p.
25. *Sivanesan A.* The Bitunicate Ascomycetes / A. Sivanesan. – Lehre: J. Cramer, 1984. – 701 p.

26. Index of Fungi // CABI Bioscience databases. – 2008. – [Electronic resource]. Mode of access: <http://www.indexfungorum.org>

Королёва О. В. Асколокулярные грибы (Dothideomycetes) растительных сообществ Кинбурнской косы. – В статье рассматриваются таксономическая структура, эколого-трофические особенности и распространение микромицетов класса Dothideomycetes в растительных сообществах Кинбурнской косы. В фитоценозах 5 типов растительности на 22 видах сосудистых растений из 12 семейств, растительных остатках найдено 30 видов асколокулярных грибов из 18 родов 12 семейств 4 порядков подклассов Dothideomycetidae, Pleosporomycetidae и группы таксонов Incertae sedis класса Dothideomycetes. Установлено специфику микобиоты, проанализирован видовой состав и проведено сравнение видовых комплексов локулоаскомицетов разных типов сообществ.

Ключевые слова: асколокулярные грибы, видовой состав, таксономическая структура, экологические особенности, биоразнообразие.

Korol'ova O. V. Loculoascomycetes in plants communities of the Kinburns'ka Kosa. – A species composition of fungi from class Dothideomycetes in plants communities of the Kinburns'ka Kosa (Ukraine) has been established. The 30 species from 18 genera, 12 families, 4 orders of subclasses Pleosporomycetidae, Dothideomycetidae and group Incertae sedis were identified. Taxonomic structure, ecological and trophic features of species composition are considered. Distribution of fungi in steppe communities were analyzed. A species complexes of loculoascomycetes have been investigated.

Key words: Dothideomycetes, species composition, taxonomic structure, ecological features, species diversity.

УДК 582.542.12 : 581.44

© В. Г. Миколайчук¹, Т. Г. Самойленко²

**ЗВ'ЯЗОК МІЖ ГАБІТУСОМ РОСЛИН *CYPERUS ESCULENTUS* L. (CYPERACEAE)
ТА ФОРМУВАННЯМ ЇХ АСИМІЛЯЦІЙНОГО АПАРАТУ ПРИ ІНТРОДУКЦІЇ
В ПІВНІЧНОМУ ПРИЧОРНОМОР'І**

¹Миколаївський національний університет ім. В. О. Сухомлинського
54030, м. Миколаїв, вул. Нікольська, 24; e-mail: nikolaychuk07@mail.ru

²Миколаївський національний аграрний університет; м. Миколаїв, вул. Паризької Комуни, 8

Миколайчук В. Г., Самойленко Т. Г. Зв'язок між габітусом рослин *Cyperus esculentus* L. (Cyperaceae) та особливостями формування їх асиміляційного апарату при інтродукції в Північному Причорномор'ї. – Подані результати досліджень габітусу рослин і динаміки формування асиміляційного апарату *C. esculentus* протягом вегетації. Встановлено, що співвідношення кількості еректоїдних і горизонтальних листків змінюється протягом вегетації. Максимальних показників площа листової поверхні досягає в серпні. Коефіцієнт корисної дії фотосинтетично активної радіації посівів *C. esculentus* становить 0,85%.

Ключові слова: *Cyperus esculentus* L., еректоїдні листки, ортотропні пагони, архітектоніка, індекс листової поверхні.

Вступ

Cyperus esculentus L. (чуфа, смикавець їстівний) – малопоширена трав'яниста рослина, яка походить із Долини Білого Нілу, – є одним із небагатьох видів рослин родини Cyperaceae J. St. Nil., що введені в культуру. Це багаторічна (в культурі однорічна) довгокореневищна столоноутворююча рослина, що формує надземні ортотропні пагони з неповним розвитком [5, 6, 8, 15]. Останнім часом до цієї культури виник підвищений інтерес як до олійної, харчової, технічної, фармакологічної та кормової [2, 3, 7, 23].

Надземні органи *C. esculentus* представлені ортотропними пагонами. Н. Ф. Сергєєва [18] запропонувала поділяти пучки листків на два яруси: перший ярус і підгон. Пучки першого ярусу характеризували, на її думку, силу розвитку рослин та ознаки пригнічення, а підгін – розвиток кореневищ і його життєвість. С. В. Голіцин [6], описуючи процес розвитку рослин, стверджував, що бічні пагони утворюються в результаті куціння головного пагону і подальшого розвитку надземних пагонів із підземних стolonів. Кількість останніх значно менша, ніж утворених від бічних пагонів. Завдяки цьому процесу відбувається поширення пагонів у всі боки.

Ортотропні розетковидні пагони *C. esculentus* біля основи потовщені, високо та інтенсивно оліснені. Листки скупчені біля основи стебла, мають ширину 2-10 мм. Довжина листків 20-60 см. Травостій куцистий [6, 12].

П. Є. Булах [4] одним із способів прогнозування передумов інтродукції рослин розглядає фізіолого-біохімічні та генетичні методи оцінки інтродукційної здатності рослин. Але при вирощуванні інтродуцентів необхідно також врахувати продуктивний потенціал, який залежить від формування асиміляційної поверхні рослин.

Висока продуктивність фітоценозу забезпечується при умові сформованості оптимального за розмірами і тривалості роботи фотосинтетичного апарату (площі листків), забезпечення найкращої ефективності його роботи [21].

Враховуючи, що для процесу фотосинтезу велике значення відіграють серединні листки, їх розміщення на рослині, кількість і кут відхилення важливі для формування архітектоніки посівів [1, 14, 19, 22]. На жаль, ці питання морфології асиміляційних органів рослин *C. esculentus* не були достатньо вивчені.

У зв'язку з тим, що дослідження даного виду часто є неповними, а існуючі відомості не розкривають деякі фізіологічні аспекти формування продуктивності рослин, виникла необхідність у більш повному дослідженні формування асиміляційної поверхні окремих парцел і всієї рослини, просторового положення листків протягом вегетації; встановленні особливостей накопичення сухої речовини, продуктивного потенціалу виду в умовах Північного Причорномор'я. свєдения

Матеріал і методи дослідження

Дослідження проводилися в степовій частині Північного Причорномор'я, яке розміщується в Чорноморській кліматичній підобласті західної половини степової атлантико-континентальної області і відрізняється від північної частини України значно меншою зволоженістю, а також впливом моря. Землі належать до третього агрокліматичного району, для якого характерний континентальний, дуже теплий і посушливий клімат, середньорічні температури повітря знаходяться в межах 8-10°C. Найвища середньорічна температура повітря становить +9,8°C, найтриваліший період вегетації (225 діб) і тривалий безморозний період (195-205 днів), найменша кількість опадів за рік (380-410 мм) і за період з температурою понад +10°C становить 220-250 мм. Суми позитивних температур вище +10°C знаходяться в межах 3200-3400°C, вище +15°C – 644-778°C. Тепла в цьому районі достатньо для вирощування більшості культур, але обмежуючим фактором є недостатня кількість вологи [17]. Найбільш дощовим місяцем є червень, а сухим – березень. Основна кількість опадів (70 %) випадає в теплий період року, переважно у вигляді злив, інколи з градом.

Об'єктом досліджень були рослини *C. esculentus*, вирощені з посадкового матеріалу власної репродукції. Дослідження проводилися протягом вегетаційного періоду. Для встановлення габітусу рослин і вивчення орієнтації листків у просторі були обрані 10 типових рослин, які вивчали в основні фази розвитку: відростання, парцеляції, формування бульб і закінчення вегетації. Біометричні та розрахункові дані асиміляційних органів рослин зводилися у відповідні таблиці.

Для морфологічної характеристики надземних органів *C. esculentus* використовували термінологію, наведену в «Атласе по описательной морфологии высших растений» [20] і «Ілюстрованому довіднику з морфології квіткових рослин» [11]. При вивченні парцел встановлювали динаміку кількості та довжини листків протягом вегетації, площу листкової поверхні. Для встановлення площі листкової поверхні використовували поправочний коефіцієнт, який вираховували за методикою М. М. Третьякова [16]. Товщину листкової пластинки визначали за допомогою мікрометра, листкорозміщення досліджували за методикою П. М. Жуковського [9]. Розрахунок архітектоніки рослин, продуктивності проводили за методикою А. А. Ничипоровича [14]. Статистичну обробку морфометричних даних проводили за програмою Excel 7.0. Визначали середнє арифметичне значення ознак та його відхилення [10].

Результати та обговорення

Висаджували бульби *C. esculentus* середньої фракції в повітряно-сухому стані в першій декаді травня на глибину 9 см за схемою: міжряддя – 45 см, в рядку – 25 см. Тривалість вегетації рослин складає 156 діб (з третьої декади травня до третьої декади жовтня).

Протягом вегетаційного періоду габітус рослин змінюється й ускладнюється. На початку вегетації (фаза відростання) він складається з «виродженої» материнської бульби, кореневища 1-го порядку та парцели 1-го порядку з низовими і серединними листками. У фазі парцеляції рослини мають «вироджену» бульбу, кореневища першого та другого порядків, парцели першого порядку з низовими і серединними листками та парцели другого порядку з низовими листками. У рослин *C. esculentus* надземні вегетативні та генеративні пагони ортотропного типу. Для вегетативних розеткових пагонів характерні вкорочені міжвузля, у генеративних пагонів, окрім ділянки з укороченими міжвузлями, є довге необлиствене субфлоральне міжвузля, яке закінчується суцвіттям [6, 13]. Сформовані пагони умовно можна розділити на яруси: 1 – із лусковидними низинними листками; 2 – із листками перехідної формації; 3 – укорочених міжвузль, на них бруньки і корені відсутні, але розміщуються листки серединної формації; 4 – суцвіття.

Тривалість функціонування ортотропних пагонів становить один вегетаційний період (від першої декади червня до третьої декади жовтня).

В межах ортотропного пагона у *C. esculentus* розрізняють три формації листків: низові, серединні й верхівкові. Довжина листкової пластинки серединних листків коливається в межах 2,6-27,0 см, товщина молодих листків становить 0,18, старих – 0,30 мм. У перехідних листків *C. esculentus* від низових до серединних виявлені листки з короткою пластинкою і довгою піхвою. Індекс серединних листків становить 29, розрахунковий поправочний коефіцієнт для визначення площі листків – 0,72.

У результаті досліджень листкорозміщення серединних листків вегетативних пагонів виявлено, що число обертів становить 1,3, кількість листків у циклі 4,4, кут розходження – 84°. Формула листкорозміщення *C. esculentus* – $1/4$. Між кількістю листків і кутом розходження виявлена обернена кореляція (-0,96), між кількістю обертів та кількістю листків на парцелі існує пряма кореляція (0,56).

У фазі формування бульб (третья декада липня) будова ускладнюється: крім названих морфологічних структур, відбувається формування кореневищ і парцел наступних порядків, стolonів і бульб на них.

Для вегетативних пагонів першого порядку характерні низові і добре розвинені серединні листки, кількість і параметри яких збільшується протягом вегетації. Парцеляція триває від 3-ї декади червня до закінчення вегетації (третья декада жовтня). У рослин *C. esculentus* утворюється до 4-5 порядків асимілюючих ортотропних пагонів, що утворюють парціальну систему за рахунок симподіального галузження кореневищ. Парцели вищих порядків не утворюють добре розвинених серединних листків, асимілюючий апарат представлений лише нижніми і перехідними серединними листками.

Починаючи із 3-ї декади липня, за середніми багаторічними даними, в Північному Причорномор'ї у рослин *C. esculentus* на парцелах першого-третього порядків формуються стolони, на кінцях яких утворюються бульби.

Починаючи від 2-ї декади вересня спостерігається підсихання кінчиків серединних листків парцел перших порядків, розщеплення піхв нижніх та перехідних листків, частина бульб зрілі і легко відокремлюються від стolonів. Одночасно з цим відбувається наростання кількості молодих парцел, що підтверджує біологічні особливості виду: відмирання парцел першого порядку, відцентрове розростання парцел вищих порядків та структурний зв'язок їх в єдиний комплекс.

Архітекtonіка рослин. Встановлено, що у *C. esculentus* в онтоморфогенезі протягом вегетації спостерігається нерівномірне збільшення кількості парцел і листків на одній рослині. Максимальна кількість парцел характерна для рослин у третій декаді серпня, що відбувається за рахунок наростання кількості молодих парцел вищих порядків. Найбільш інтенсивно збільшення кількості парцел відбувається в період між другою декадою липня та третьою декадою серпня, воно збігається із фазами формування бульб і продовженням фази парцеляції. У подальшому розвитку рослин зменшується середня кількість парцел на рослині, що збігається із посухами, які спостерігаються в цей період (табл. 1).

Парцели різних порядків відрізняються за кількістю, розмірами і розміщенням серединних листків. Максимальна кількість листків на парцелах протягом вегетації змінюється: найбільша спостерігається у фазі утворення бульб. Для парцел першого порядку характерна кількість листків від 9 у фазі відростання до 14 у фазі формування бульб. На парцелах вищого порядку кількість листків – близько 3. Встановлені закономірності динаміки кількості серединних листків у рослин *C. esculentus* протягом вегетаційного періоду. Повільне збільшення кількості листків спостерігається до другої декади липня, тобто до початку фази утворення бульб. Інтенсивне збільшення загальної кількості листків виявлено в період від сходів (перша декада червня) до третьої декади серпня, що, можливо, пов'язано із закінченням періоду літнього напівспокою рослин у сухому степу.

У наступний період і до закінчення вегетації в рослин відбувається зменшення загальної кількості листків за рахунок засихання і руйнування серединних горизонтальних листків нижніх ярусів.

Динаміка асиміляційного апарату рослин *C. esculentus* протягом вегетаційного періоду

Дата спостереження	Показник						Індекс площ
	Кількість парцел, шт./росл.	Загальна кількість листків, шт./рослину	Загальна площа листків, см ² /рослину	Площа листків, см ² /рослину		Площа листків еректоїдних / площа листків горизонтальних, %	
				еректоїдні	горизонтальні		
08.06	1,3±0,14	5,2±0,57	2,91±0,66	2,91±0,66	0	$\frac{100}{0}$	-
17.06	1,8±0,09	13,4±0,75	18,74±1,60	10,26±0,77	8,48±1,18	$\frac{54,75}{45,25}$	1,2
24.06	4,10±0,16	27,00±0,93	58,68±3,60	15,32±1,28	43,36±4,05	$\frac{26,11}{73,89}$	0,35
03.07	5,80±0,15	48,30±1,94	153,77±9,08	51,32±3,48	102,45±6,09	$\frac{33,37}{66,63}$	0,50
18.07	12,22±1,21	99,89±10,23	425,28±35,52	209,61±15,50	215,67±24,52	$\frac{49,29}{50,71}$	0,97
09.08	48,33±1,30	336,33±34,43	2046,90±153,32	1226,80±100,47	823,45±63,10	$\frac{59,93}{40,07}$	1,50
26.08	61,89±0,21	350,33±1,13	2854,11±14,57	1936,82±11,04	917,29±5,92	$\frac{67,15}{32,84}$	2,04
21.09	45,11±2,00	212,89±11,31	837,56±68,25	492,08±49,14	345,48±29,29	$\frac{58,75}{41,25}$	1,42

Примітка. Індекс площ – співвідношення площі еректоїдних до площі горизонтальних листків.

У посівах *C. esculentus* протягом вегетації змінюється співвідношення кількості еректоїдних і горизонтальних листків. У фазі відростання зустрічаються лише еректоїдні листки. У подальшому у рослин формуються листки еректоїдні і горизонтальні, але їх кількість і співвідношення непостійні: у фазі парцеляції в архітектоніці рослин переважають горизонтальні листки, що складає 33% від загальної кількості листків у рослини, в інших фазах переважають еректоїдні листки, що складає від 100% (відростання) до 58% (закінчення вегетації). У наступний період (до другої декади липня) переважають горизонтальні, а починаючи з першої декади серпня і до закінчення вегетації – знову еректоїдні листки за рахунок збільшення кількості парцел вищого порядку.

Таким чином, для архітектоніки рослин *C. esculentus* характерне переважання кількості еректоїдних листків на початку та протягом другої частини вегетації.

Для встановлення співвідношення площ еректоїдних і горизонтальних листків нами введений індекс площ. Встановлено, що цей показник найбільший в третій декаді серпня. Для площі листків, що формується протягом вегетації у рослин *C. esculentus*, встановлена залежність між часткою площ еректоїдних від загальної площі листків і розподілом кількості листків, що розміщуються під різним кутом (див. табл. 1).

Протягом вегетації найменшу площу мають рослини *C. esculentus* у фазі сходів (перша декада червня), максимальна площа характерна для рослин у кінці серпня, що пов'язано з формуванням парцел вищих порядків після періоду напівспокою. До закінчення вегетації відбувається зменшення загальної площі листків, це пов'язано з відмиранням листків нижніх ярусів парцел першого-третього порядків. Аналіз розподілу площі між еректоїдними і горизонтальними листками протягом вегетації показав, що для рослин *C. esculentus* характерне переважання площ еректоїдних листків.

У результаті проведених досліджень встановлено, що площа листової поверхні рослин *C. esculentus* складає близько 25373 см². Частка площі еректоїдних листків у загальній площі листків збігається з розподілом кількості листків, які розміщуються під різним кутом.

Для більш повної картини формування і розподілу площ між еректоїдними і горизонтальними листками нами запропонований індекс співвідношення між площами листків (див. табл. 1). При проходженні фаз парцеляції і формування бульб у рослин *C. esculentus* індекс між площами еректоїдних і горизонтальними листків менший 1

(переважають площі горизонтальних листків), для інших фаз – понад 1 (переважають площі еректоїдних листків). Максимального показника індекс площ досягає в третій декаді серпня (2,04).

Динаміка індексу листкової поверхні *C. esculentus* в онтоморфогенезі. Основними факторами, що визначають поглинання радіації посівом, є індекс листкової поверхні (ІЛП) і характер листкорозміщення, головним чином кут відхилення листкової пластинки від стебла (табл. 2).

Таблиця 2

Динаміка площі та індексу листкової поверхні рослин *C. esculentus* протягом вегетації

Дата вимірювань	Показник					
	Еректоїдні листки		Горизонтальні листки		Загальна	
	Площа листкової поверхні, см ² /рослину	Індекс листкової поверхні	Площа листкової поверхні, см ² /рослину	Індекс листкової поверхні	Площа листкової поверхні, см ² /рослину	Індекс листкової поверхні
08.06	25,87	0,003	0	0	25,87	0,003
17.06	91,21	0,009	0,7538	0,0001	166,60	0,017
24.06	136,0	0,014	385,47	0,039	521,66	0,052
03.07	456,20	0,046	910,78	0,091	1367,00	0,137
18.07	1863,0	0,186	1917,31	0,192	3780,74	0,378
09.08	10906,25	1,091	7320,50	0,732	18196,94	1,820
26.08	17218,0	1,722	8154,71	0,815	25373,04	2,537
21.09	4427,90	0,443	3071,32	0,307	7445,91	0,745

Складовими індексу листкової поверхні рослин *C. esculentus* є індекси листкової поверхні (ІЛП) еректоїдних і горизонтальних листків. Мінімальний показник ІЛП для еректоїдних листків характерний в першу декаду червня (фаза відростання), а максимальний – у третю декаду серпня, що збігається із фазами парцеляції і формування бульб (див. табл. 2). Для горизонтальних листків спостерігається збільшення ІЛП починаючи з другої декади червня (фази парцеляції). Максимальних показників досягає ІЛП для горизонтальних листків також у третій декаді серпня, надалі спостерігається його зменшення. До закінчення вегетації спостерігається різке зменшення ІЛП еректоїдних і горизонтальних листків, що відбувається за рахунок руйнування серединних листків парцел нижчих порядків.

У процесі онтоморфогенезу відбувається збільшення кількості парцел і переважання у парцел вищих порядків еректоїдних листків.

Таким чином, складовими індексу листкової поверхні рослин *C. esculentus* є індекси еректоїдних і горизонтальних листків, які мають особливості формування протягом онтогенезу рослин.

Кут нахилу листків. Для забезпечення надходження необхідної кількості сонячної радіації на одиницю поверхні, рівномірного освітлення всіх ярусів рослин у фітоценозі необхідне створення як просторової, так і часової організації листкового апарату, тобто архітекtonіки посіву. Однією із складових архітекtonіки посіву є кут нахилу листка.

Встановлено, що в рослин *C. esculentus* співвідношення між кутом відхилення листків та індексом їх листкової поверхні при максимальному розвитку рослини та індексі листкової поверхні має особливості. Частка еректоїдних листків верхнього ярусу переважає в загальній площі листків (табл. 3).

У профілі посіву еректоїдні листки складають найбільший індекс листкової поверхні, частка горизонтальних листків є значно меншою.

Таблиця 3

Динаміка основних показників структури посіву *C. esculentus* при максимальному розвитку листкового апарату рослин

Кут відхилення листків, °	Показник		
	кількість листків, шт.	площа листків, см ²	індекс листкової поверхні
0-10	115,44±6,48	761,77±77,39	0,68
11-20	40,67±3,59	367,40±38,45	0,33
21-30	40,33±2,25	369,49±25,14	0,33
31-45	50,22±1,90	430,57±27,25	0,39
46-50	22,44±2,10	198,88±22,7	0,18
51-60	31,89±1,46	273,48±28,90	0,24
61-70	11,11±1,34	110,30±14,52	0,10
71-80	19,00±1,40	173,03±15,61	0,15
81-90	19,78±2,29	160,93±17,13	0,14

Найбільший індекс листкової поверхні мають листки з кутом відхилення від 0 до 10°, а найменший – від 61 до 70°. При цьому загальна кількість листків *C. esculentus*, що мають кут відхилення від 0 до 10°, також більша, ніж загальна кількість листків, які мають кут відхилення від 61 до 70°.

Важливим показником, який характеризує активність роботи листкового апарату, є накопичення сухої речовини в різних органах рослин. За даними Миколаївської обласної метеообсерваторії, за період онтогенезу рослин *C. esculentus* прихід ФАР складає близько 1265 МДж/м². Встановлено, що за період онтоморфогенезу рослинами *C. esculentus* було накопичено сумарної сухої речовини 586,97 г на 1 м² (табл. 4), більшу частку в загальній сухій речовині складають бульби (51%), на частку трави припадає 40%, на корені – лише 9%.

Таблиця 4

Ефективність поглинання ФАР рослинами *C. esculentus* у Північному Причорномор'ї

Веgetативна частина	Маса вегетативних органів, г/м ²		Вміст енергії, кДж/м ²	ККД ФАР, %
	повітряно-суха	абсолютно суха		
Бульби	369,38	297,17	5497,65	0,43
Трава	576,00	232,24	4296,44	0,34
Корені	104,00	57,56	1065,86	0,08
Разом	1049,38	586,97	10859,95	0,85

Показником ефективності фотосинтетичної діяльності фітоценозів слугує коефіцієнт корисної дії фотосинтетично активної радіації (ККД ФАР). Порівнюючи розрахований нами коефіцієнт корисної дії посівів *C. esculentus*, встановили, що в умовах Північного Причорномор'я рослини використовують 0,85% фотосинтетично активної радіації, що свідчить про її перспективність для вирощування в цьому регіоні.

Висновки

У результаті вивчення габітусу рослин *C. esculentus* встановлено його зв'язок з архітекtonікою окремих рослин і посіву протягом вегетаційного періоду при інтродукції в Північному Причорномор'ї, зміну асиміляційної поверхні та кількості листків. Виявлено переважання еректоїдних листків у фазі відростання та закінченні вегетації; при збільшенні ЛПП спостерігається перехід до вертикального положення листків верхнього ярусу. Коефіцієнт корисної дії ФАР *C. esculentus* складає 0,85%, в бульбах накопичується більша частка сухої речовини. На підставі проведеного дослідження можемо стверджувати, що культура є перспективною для вирощування в Північному Причорномор'ї і потребує подальших досліджень продуктивності.

Список літератури

1. *Алексеев Ю. Е.* Осоки: морфология, биология, эволюция / Ю. Е. Алексеев. – М.: Агрис, 1996. – 215 с.
2. *Антипов С. Т.* Забытая чуфа. Новые перспективы / С. Т. Антипов, С. Н. Соболев, Д. Ю. Крамарев, Т. В. Санина // Масложировая промышленность. – 2009. – № 4. – С. 40–41.
3. *Бузлама А. В.* Сравнительная характеристика фармакологической активности фенолсодержащих препаратов – олипифата, динофена и *Superus esculentus* L.: автореф. дис. ... канд. мед. наук: спец. 14.00.25 «Фармакология, клиническая фармакология» / А. В. Бузлама. – Курск, 2005. – 24 с.
4. *Булах П. Е.* Физиолого-биохимические и генетические предпосылки интродукции растений / П. Е. Булах // Интродукція рослин. – 2000. – № 3–4. – С. 44–48.
5. *Вульф Е. В.* Мировые ресурсы полезных растений: справочник / Е. В. Вульф, О. Ф. Малеева. – Л.: Наука, 1969. – 565 с.
6. *Голицын С. В.* Чуфа – новое культурное растение для СССР: научное наследие / С. В. Голицын. – Воронеж: Научная книга, 2010. – 147 с.
7. *Григорук І. П.* Чуфа – земляний мигдаль / І. П. Григорук, Д. Б. Рахметов, С. П. Машковська // Країна знань. – 2003. – № 10 (14). – С. 34–35.
8. *Жуковський П. М.* Культурные растения и их сородичи (систематика, экология, использование, происхождение). – М.: Советская наука, 1971. – 751 с.
9. *Жуковський П. М.* Ботаника [5-е изд., перераб и доп.]: учебники и учеб. пособия для высш. с.-х. учебн. заведений / П. М. Жуковский. – М.: Колос, 1982. – 589 с.
10. *Зайцев Г. Н.* Математика в экспериментальной ботанике / Г. Н. Зайцев. – М.: Наука, 1990. – 296 с.
11. Ілюстрований довідник з морфології квіткових рослин: навчально-методичний посібник / [С. М. Зиман, С. Л. Мосякін, О. В. Булах та ін.]; під ред. С. М. Зиман. – Ужгород: Медіум, 2004. – 156 с.
12. *Кузнецов К. А.* Некоторые различия видов (*Superus esculentus* L. и *Superus rotundus*) / К. А. Кузнецов // В сб. ВНИИМК «Чуфа». – Краснодар: Изд-во ВНИИМК, 1933. – № 4. – С. 25–29.
13. *Миколайчук В. Г.* Утворення генеративних органів чуфи *Superus esculentus* L. в умовах Північного Причорномор'я / В. Г. Миколайчук // Теоретичні і прикладні аспекти інтродукції рослин і зеленого будівництва: матер. IV міжнар. конф. молодих дослідників (Тростянець, 20–23 травня 2004 р.). – К.: Фітосоціоцентр, 2004. – 240 с.
14. *Ничипорович А. А.* Основы фотосинтетической продуктивности растений / А. А. Ничипорович // Современные проблемы фотосинтеза: матер. сессии (г. Москва, 17-18 ноября 1971 г.). – М.: Изд-во МГУ, 1973. – С. 17–44.
15. Определитель высших растений Украины / [Ю. Н. Прокудин, Д. Н. Доброчаева, Б. В. Заверуха и др.]; под ред. Ю. Н. Прокудина. – [2-е изд.]. – К.: Фитосоциоцентр, 1999. – 548 с.
16. Практикум по физиологии растений / [Н. Н. Третьяков, Т. В. Карнаухов, Л. А. Паничкин и др.]. – [3-е изд.]. – М.: Агропромиздат, 1990. – 271 с.
17. Природа Украинской ССР. Климат / [В. Н. Бабиченко, Б. Б. Барабаш, К. Т. Логвинов и др.]. – К.: Наук. думка, 1984. – 232 с.
18. *Сергеева Н. Ф.* К биологии чуфы (*Superus esculentus*) / Н. Ф. Сергеева // Научно-производственный сборник ВНИИМК. – Краснодар: Изд-во ВНИИМК, 1933. – № 4. – С. 40–48.
19. *Серебрякова Т. И.* «Архитектурная модель» и жизненные формы некоторых травянистых розоцветных / Т. И. Серебрякова, Л. В. Петухова // Бюл. МОИП, отд. Биол. – 1978. – 832 (6). – С. 51–65.
20. *Федоров Ал. А.* Атлас по описательной морфологии высших растений. Лист / Ал. А. Федоров, М. Э. Кирпичников, З. Т. Артюшенко. – М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1956. – 300 с.

21. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений / [В. Н. Терентьев, Е. И. Кошкин, Н. М. Макрушин и др.]; под ред. В. Н. Терентьева. – М.: Колос, 1998. – 640 с.

22. Харченко О. В. Основи програмування врожаїв сільськогосподарських культур: навч. посібник / О. В. Марченко. – [2-е вид., переробл. і доп.]. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2003. – 296 с.

23. Pascual B. Morphological and productive characteristics of nine «chufa» (*Cyperus esculentus* L. var. *sativus* Boeck.) clones / B. Pascual, J. V. Maroto, A. San Bautista et al. // VI International symposium on protected cultivation in mild winter climate: product and process innovation. – [Electronic resource]. Mode of access: <http://www.actahort.org/members/showpdf>

Миколайчук В. Г., Самойленко Т. Г. Связь между габитусом растений *Cyperus esculentus* L. (Cyperaceae) и особенностями формирования их ассимиляционного аппарата при интродукции в Северное Причерноморье. – Представлены результаты исследования габитуса растений и динамика формирования ассимиляционного аппарата *C. esculentus* на протяжении вегетации. Установлено, что соотношение эректоидных и горизонтальных листьев изменяется на протяжении вегетации. Максимального развития площадь листовой поверхности достигает в августе. Коэффициент полезного действия фотосинтетически активной радиации составляет 0,85%.

Ключевые слова: *Cyperus esculentus* L., эректоидные листья, ортотропные побеги, архитектура, индекс листовой поверхности.

Mikolajchuk V. G., Samojlenko T. G. The connection between habitus of plants *Cyperus esculentus* L. (Cyperaceae) and the peculiarities of formation of its assimilation apparatus during the introduction into the northern Black Sea Coast. – The results of the study of *C. esculentus* plants habitus and the dynamics of formation of their assimilation apparatus during the growing season are represented. It is established that the ratio of erektoidal and horizontal leaves changeing during the growing season. The maximum development of leaf surface reaches in August. The efficiency of the photosynthetically active radiation is 0,85%.

Key words: *Cyperus esculentus* L., erektoidal plants, orthotropic shoots, architectonics, leaf area index.

УДК 582.284 : 57.083.132 : 577.125

© О. В. Федотов, О. В. Чайка, О. Г. Метрусенко

**ВПЛИВ БЕНЗОПІРЕНУ НА ІНТЕНСИВНІСТЬ ПРОЦЕСІВ ПЕРЕКИСНОГО
ОКИСНЕННЯ ЛІПІДІВ ШТАМУ *PLEUROTUS OSTREATUS* P-107**

Донецький національний університет; 83050, м. Донецьк, вул. Щорса, 46
e-mail: bio.graff@yandex.ua

Федотов О. В., Чайка О. В., Метрусенко О. Г. Вплив бензопірену на інтенсивність процесів перекисного окиснення ліпідів штаму *Pleurotus ostreatus* P-107. – Розглянуто результати вивчення динаміки інтенсивності процесів перекисного окиснення ліпідів (ПОЛ) штаму *Pleurotus ostreatus* P-107 на рідких живильних середовищах та впливу концентрацій бензопірену від 0,001 до 0,15% на вміст продуктів ПОЛ в культуральному фільтраті та міцелії штаму. Встановлено поріг чутливості на бензопірен за інтенсивністю процесів ПОЛ досліджуваного штаму та запропоновано метод його використання у біоіндикації цього поліотанту.

Ключові слова: біоіндикація, бензопірен, перекисне окиснення ліпідів, *Pleurotus ostreatus*, культуральний фільтрат, міцелій.

Вступ

Результати моніторингових досліджень екологічного стану територій Донбасу показують, що в антропогенний період його розвитку відбулися значні хімічні перетворення практично всіх компонентів біосфери регіону [6, 17]. Значне техногенне навантаження призводить до деградації довкілля, надмірного забруднення поверхневих і підземних вод, атмосферного повітря та ґрунтів, накопичення величезної кількості промислових і побутових відходів. Донбас є щільно заселеним, і всі техногенні перетворення як наслідок відбуваються на здоров'ї мешканців регіону.

Забруднення навколишнього середовища зумовлює необхідність проведення комплексного моніторингу екологічного стану антропогенно зміненого середовища та розробки ефективних методів біоіндикації і способів утилізації промислових відходів [5, 12, 18, 19].

Мікоіндикація – один з напрямів у біоіндикації, який використовує як організми-індикатори гриби. Індикаторні властивості грибів на даний момент все більше затребувані при оцінці стану навколишнього середовища [1, 4, 5, 18]. Глива звичайна *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kuntm. відноситься до екологічної групи грибів деструкторів деревини – ксилотрофів. Культури гливи звичайної перспективні для біотехнологічного використання для отримання біологічно активних речовин [16, 20]. *P. ostreatus* є типовим та широко розповсюдженим грибом для Донецького регіону з добре вивченою біологією, а отже, може бути використаний в мікоіндикації. Досить перспективними також є дослідження біотехнологічних методів біодеградації фенольних сполук [9]. Деградація цих сполук у природі – складний багатоступінчатий та надзвичайно тривалий, а тому й низькопродуктивний процес, який здійснюють ґрунтові мікроорганізми. Лігнотрофні гриби відомі як деструктори складних лігноцелюлозних комплексів деревини, здатні до ефективного розкладу і фенольних сполук [9, 13].

Як відомо, фенольні сполуки є найбільш токсичними та широко розповсюдженими забруднювачами навколишнього середовища [6, 11], тому актуальним є пошук ефективних організмів – індикаторів цих речовин.

Бензопірен (рис. 1.) – $C_{20}H_{12}$, п'ятикільцевий поліциклічний ароматичний вуглеводень, утворюється при піролізі ацетилену, стирулу, тетраліну [7].

Бензопірен міститься в кам'яновугільній смолі, сирій нафті, тютюновому димі, забрудненому повітрі великих міст, особливо біля магістралей, а також у ґрунті поблизу бензоаправних станцій. Це дуже сильний мутаген і канцероген, один з найнебезпечніших вуглеводнів, є загрозою для здоров'я в будь-якій кількості. Спроби організму знешкодити бензопірен призводять до утворення іншої, ще більш токсичної речовини, спроможної безпосередньо ушкоджувати ДНК [6, 7, 11]. На даний момент в Україні є діючою ГДК бензопірену для повітря – 0,01 мг/м³, води – 0,005 мкг/дм³, ґрунту – 0,02 мг/кг.

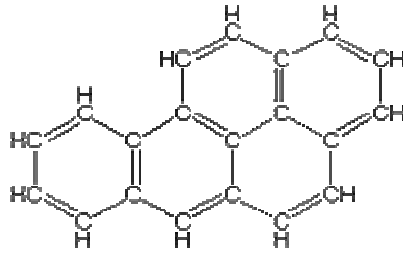


Рис. 1. Структурна формула бензопірену.

Встановлено, що вільнорадикальні процеси, зокрема реакції перекисного окиснення ліпідів (ПОЛ) залучені до транспорту електронів у ланцюзі дихальних ферментів, проліферації і диференціювання клітин й регуляції ліпідного складу біологічних мембран тощо [2, 9]. Інтенсивність цих процесів проявляється за конститутивним та індукційним типами. Другий тип розвивається у відповідь на зміну умов навколишнього середовища [2, 8, 10]. Тобто інтенсивність процесів ПОЛ є показником фізіологічного стану організму-індикатора.

Таким чином, цікавим є вивчення впливу поллютантів фенольної природи на рівень інтенсивності процесів ПОЛ мікологічних організмів з метою розробки способів індикації цього забруднення.

З урахуванням вищезазначеного, метою даної роботи було дослідження впливу бензопірену на інтенсивність процесів перекисного окиснення ліпідів штаму *Pleurotus ostreatus* P-107.

Матеріали та методи дослідження

Матеріалами дослідження були міцелії та культуральний фільтрат (КФ) штаму P-107 гливи звичайної *P. ostreatus* колекції культур шапинкових грибів кафедри фізіології рослин ДонНУ [16]. Штам отриманий з дикоростучих плодових тіл зі Слов'янського лісництва за загальновідомими методами [3].

Досліджуваний штам P-107 культивували при 27,5°C в культивувальних колбах ємністю 250 мл на рідкому глюкозо-пептонному (ГПС) та синтетичному (СС) живильних середовищах об'ємом 50 мл. ГПС мало такий склад, г/л: глюкоза – 10,0; пептон – 3,0; KH_2PO_4 – 0,6; K_2HPO_4 – 0,4; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,5; CaCl_2 – 0,05; $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,001; дистильована вода – до 1 л; а СС, г/л: глюкоза – 10; $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ – 2,3; KH_2PO_4 – 0,5; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,5; CaCl_2 – 0,1; FeSO_4 – 0,02; $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ – 0,02; $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,02, дистильована вода – до 1 л.

Використовували наступні методи досліджень. Інтенсивність процесів ПОЛ в міцелії та КФ визначали за вмістом продуктів, активних до тіобарбітурової кислоти (ТБК-АП), з використанням модифікованого методу. В основі методу лежить реакція між малоновим дільдегідом (МДА) і тіобарбітуровою кислотою (ТБК), що веде до утворення забарвленого триметинового комплексу з максимумом поглинання при 532 нм [15].

Досліди проводили у трикратній повторності, отримані експериментальні дані обробляли з використанням програм для проведення статистичної обробки результатів біологічних експериментів. Достовірною вважається різниця при показнику достовірності $P > 0,95$. Експериментальні дані представлені у вигляді $M \pm m$, де M – середнє арифметичне, m – похибка середньої [14].

Результати дослідження та їх аналіз

Постановка досліду з вивчення впливу бензопірену на міцеліальну культуру *P. ostreatus* P-107 починалась зі встановлення конститутивної динаміки інтенсивності процесів ПОЛ у міцелії та КФ досліджуваного штаму під час його росту на ГПС та на СС протягом 15 діб (табл. 1.).

Таблиця 1

Динаміка інтенсивності процесів ПОЛ штаму P-107 *P. ostreatus* на ГПС та на СС

Термін культивування, доба	Вміст ТБК-АП, нмоль/г (мл)			
	ГПС		СС	
	Міцелій	КФ	Міцелій	КФ
6	103,14±7,26	1,48±0,06	210,46±11,01	1,65±0,07
9	90,00±3,27	1,17±0,04	116,30±1,31	1,29±0,08
12	112,61±6,29	1,11±0,07	197,88±7,34	1,12±0,06
15	67,38±2,84	1,13±0,10	127,86±5,55	1,11±0,09

Із табл. 1 видно, що на синтетичному живильному середовищі спостерігались більш високі показники інтенсивності процесів ПОЛ в міцелії штаму *P. ostreatus* P-107, ніж на глюкозо-пептонному середовищі. Під час його росту на даних живильних середовищах високий вміст продуктів ПОЛ в міцелії було встановлено на 6-ту і 12-ту добу, а відносно низький – на 9-ту і 15-ту добу. На ГПС максимальний вміст ТБК-АП в міцелії зафіксовано на 12-ту, а мінімальний – на 15-ту добу. На СС цей показник мав максимальне значення 6-ту, а мінімальне на 9-ту добу ферментації.

Максимальний вміст ТБК-АП у культуральному фільтраті припадає на 6-ту добу ферментації як на ГПС, так і на СС. Далі відбувається незначне поступове зниження вмісту ТБК-АП до мінімального рівня наприкінці культивування на обох живильних середовищах.

Періодичність активності процесів ПОЛ в міцелії може бути пояснена генотиповими біосинтетичними особливостями штаму. Аналіз цих даних дозволив обрати ГПС, як більш придатне, для культивування та встановлення впливу бензопірену на штам *P. ostreatus* P-107.

Виходячи з того, що глибинний метод культивування дозволяє інтенсифікувати обмінні процеси культури і скоротити термін ферментації, наступним завданням дослідження було встановлення та порівняння динаміки інтенсивності процесів ПОЛ штаму P-107 *P. ostreatus* при поверхневому (ПК) та глибинному культивуванні (ГК) на ГПС.

Результати цього дослідження представлені в табл. 2.

Таблиця 2

Динаміка інтенсивності процесів перекисного окиснення ліпідів штаму P-107 *P. ostreatus* при поверхневому та глибинному культивуванні

Термін культивування, доба	Вміст ТБК-АП, нмоль/г (мл)			
	ПК		ГК	
	Міцелій	КФ	Міцелій	КФ
6	103,04±10,30	1,36±0,08	88,55±7,85	1,27±0,07
9	77,97±7,55	1,22±0,07	86,70±7,72	1,22±0,09
12	98,50±9,65	1,05±0,09	68,29±6,91	0,96±0,09

Отримані дані свідчать про наступне. Вміст ТБК-АП у міцелії значно вищий, ніж у культуральній рідині штаму P-107. У міцелії максимальну інтенсивність процесів ПОЛ встановлено на 6-ту добу ферментації як при поверхневому, так і при глибинному культивуванні, а мінімальну – на 9-ту при ПК та на 12-ту – при ГК. Максимальний вміст ТБК-АП за абсолютними показниками в КФ припадає на 6-ту добу ферментації. При подальшому культивуванні відбувається незначне, але поступове зниження інтенсивності процесів ПОЛ.

Отже, при глибинному культивуванні внаслідок механічного перемішування середовища та прискорення дифузії речовин створюються більш сприятливі умови росту культури, що відображається в нижчій інтенсивності процесів перекисного окиснення ліпідів, ніж при поверхневому. Тому для подальших досліджень застосовувався метод глибинного культивування. Результати цього дослідження використовувались у подальшому з метою встановлення впливу бензопірену на інтенсивність процесів ПОЛ штаму та порог

чутливості до нього.

Наступним етапом експерименту було вивчення вмісту продуктів ПОЛ штаму P-107 залежно від часу експозиції бензопірену в концентрації 0,01%. Штам культивували на ГПС глибинним методом протягом 6 діб, після цього в колби вносили бензопірен у кінцевій концентрації 0,01%. Результати впливу бензопірену на інтенсивність перекисного окиснення ліпідів штаму P-107 представлені у табл. 3.

Таблиця 3

Вплив бензопірену (в концентрації 0,01%) на вміст продуктів перекисного окиснення ліпідів штаму P-107 гриба *Pleurotus ostreatus* в залежності від часу культивування

Експозиція бензопірену, доба	Вміст ТБК-АП, нмоль/ г (мл)			
	Міцелій		КФ	
	Дослід	Контроль	Дослід	Контроль
1	65,50 ± 0,01	90,70 ± 0,01	6,75 ± 0,03	1,25 ± 0,01
2	308,05 ± 1,88	90,80 ± 0,21	8,30 ± 1,68	1,70 ± 0,08
3	116,75 ± 0,92	90,70 ± 0,36	10,40 ± 1,84	1,65 ± 0,02
4	95,05 ± 1,29	90,75 ± 0,45	11,25 ± 0,92	1,20 ± 0,07
5	90,10 ± 1,25	90,85 ± 0,43	9,35 ± 0,34	1,01 ± 0,05

Порівняння та статистичний аналіз показників вмісту продуктів ПОЛ залежно від часу культивування дослідів і контролю показує наступне.

Виявлений достовірний вплив бензопірену на вміст ТБК-АП як в міцелії, так і в культуральному фільтраті. Культури, в які вносили бензопірен, мали вищі показники ТБК-АП міцелію в порівнянні з контролем, за виключенням першої доби експозиції діючої речовини. Максимальна активність ПОЛ в міцелії була зафіксована на 2 добу експозиції бензопірену. Максимальний вміст продуктів ПОЛ у культуральному фільтраті зафіксовано дослідних культур на 3 і 4 добу після внесення бензопірену.

Подальшим етапом експерименту стало вивчення впливу різних концентрацій бензопірену на інтенсивність процесів ПОЛ штаму P-107 *P. ostreatus*. Штам культивували в стандартних умовах протягом 6 діб, після чого в колби вносили бензопірен у кінцевій концентрації 0,005; 0,01; 0,05; 0,1; 0,15%. Обрані концентрації дорівнюють чи перевищують ГДК бензопірену. Вміст продуктів ПОЛ визначали через 24 години після внесення бензопірену.

Таблиця 4

Вплив різних концентрацій бензопірену на вміст продуктів перекисного окиснення ліпідів штаму P-107 *Pleurotus ostreatus*

Концентрація бензопірену, %	Вміст ТБК-АП, нмоль/ г (мг)	
	Міцелій	КФ
0,005	99,36 ± 0,52	1,97 ± 0,05
0,01	308,05 ± 0,92	8,40 ± 0,84
0,05	367,50 ± 0,05	10,30 ± 0,45
0,1	122,03 ± 0,82	2,68 ± 0,45
0,15	102,93 ± 0,07	1,87 ± 0,21
контроль (0)	90,23 ± 0,68	1,27 ± 0,02

Порівняння отриманих показників вмісту продуктів ПОЛ показує наступне. Статистично доведено достовірний вплив бензопірену на вміст ТБК-АП як в міцелії, так і в культуральному фільтраті: культури, в які вносили бензопірен, мали вищі показники інтенсивності ПОЛ в порівнянні з контролем (ГПС). Поріг чутливості штаму P-107 до бензопірену складає 0,005%, але максимальна кількість ТБК-АП в міцелії та культуральному фільтраті була зафіксована при концентрації бензопірену 0,05%.

Висновки

Глибинне культивування на глюкозо-пептонному живильному середовищі за показниками інтенсивності ПОЛ є більш сприятливими для культивування штаму *P. ostreatus* P-107. Виявлений поріг чутливості штаму P-107 до бензопірену в концентрації 0,005%, але максимальна кількість ТБК-АП в міцелії та культуральному фільтраті була зафіксована при концентрації бензопірену 0,05%. Вивчення процесів перекисного окиснення ліпідів штамів базидіоміцетів може бути використане в оцінці впливу на них різноманітних поллютантів, зокрема бензопірену. На основі отриманих експериментальних даних запропоновано спосіб індикації бензопірену та визначення стресового стану базидіоміцетів за вмістом продуктів перекисного окиснення ліпідів.

Список літератури

1. *Арефьев С. П.* Дереворазрушающие грибы – индикаторы состояния леса / С. П. Арефьев // Вестн. экол., лесоведения и ландшафтоведения. – 2000. – № 1. – С. 91–105.
2. *Барабой В. А.* Механизмы стресса и перекисное окисление липидов / В. А. Барабой // Усп. совр. биол. – 1991. – Т. 11, вып. 6. – С. 923–931.
3. *Бухало А. С.* Высшие съедобные базидиомицеты в чистой культуре. – К.: Наук. думка, 1988. – 144 с.
4. *Гродзинська Г. А.* Макроміцети – біоіндикатори забруднення радіоцезієм лісових екосистем України / Г. А. Гродзинська, С. О. Сирчин, М. Д. Кучма, В. В. Конішук // Вісник НАН України. – 2008. – № 9. – С. 26–37.
5. *Дудка І. О.* Мікологічний моніторинг як засіб оцінки і прогнозування фітосанітарного стану лісових екосистем / І. О. Дудка, Т. О. Мережко, В. П. Гайова // Укр. ботан. журн. – 1994. – Т. 51, № 6. – С. 53–59.
6. Земля тревоги нашей. По материалам докладов о состоянии окружающей природной среды в Донецкой области в 2007–2008 годах / Под ред. С. Третьякова, Г. Аверина. – Донецк, 2009. – 124 с.
7. *Ильницкий А. П.* Содержание бенз(а)пирена в сельскохозяйственных растениях / А. П. Ильницкий, П. Н. Краснянская, Л. Г. Соленова // Растения и химические канцерогены: сб. статей. – Л.: Наука, 1979. – С. 139–142.
8. *Капич А. Н.* Антиоксидантные свойства дереворазрушающих базидиомицетов / А. Н. Капич, Л. Н. Шишкина // Микол. и фитопатол. – 1992. – Т. 26, № 6. – С. 486–492.
9. *Капич А. Н.* Процессы перекисного окисления липидов у грибов (биотехнологические аспекты) // Проблемы микробиологии и биотехнологии. – Минск, 1998. – С. 185–188.
10. *Капич А. Н.* Содержание в грибах продуктов перекисного окисления липидов, реагирующих с тиобарбитуровой кислотой / А. Н. Капич, Т. С. Гвоздкова // Микол. и фитопатол. – 1998. – Т. 32, вып. 4. – С. 30–36.
11. *Лукачев С. В.* Выброс канцерогенов при сжигании углеводородных топлив / С. В. Лукачев, С. Г. Матвеев, М. Ю. Орлов. – Самара: СГАУ, 2007. – 160 с.
12. *Мелехова О. П.* Биологический контроль окружающей среды. Биоиндикация и биотестирование: учеб. пос.е для студ. вузов / О. П. Мелехова, Е. И. Сарапульцева, Т. И. Евсеева. – М.: Академия, 2007. – 287 с.
13. Патент 57945 України. Спосіб мікотестування забруднення навколишнього середовища фенолом / Федотов О. В., Перцевой М. С. Заявка № u201009019, від 19.07.2010, МПК (2011.01), кл. A01G7/00, A01H15/00. Бюл. № 6, від 25.03.2011.
14. *Приседський Ю. Г.* Статистична обробка результатів біологічних експериментів / Ю. Г. Приседський. – Донецьк: Кассиопея, 1999. – 210 с.
15. *Стальная И. Д.* Метод определения малонового диальдегида с помощью тиобарбитуровой кислоты / И. Д. Стальная, Т. Г. Гаришвили / Современные методы в биохимии. – М.: Медицина, 1977. – С. 66–68.
16. *Федотов О. В.* Колекція культур шапинкових грибів – основа мікологічних

досліджень та стратегії збереження біорізноманіття базидіоміцетів / О. В. Федотов, О. В. Чайка, Т. Є. Волошко, А. К. Велигодська // Вісник Донецького національного університету. Сер. А. Природ. науки. – 2012. – № 1. – С. 209–213.

17. Федотов О. В. Мікотестування забруднення навколишнього середовища фенолом / О. В. Федотов, М. С. Перцевой // Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону. – 2010. – № 1 (10). – С. 208–213.

18. Щеглов А.И. Грибы – биоиндикаторы техногенного загрязнения / А. И. Щеглов, О. Б. Цветнова // Природа. – 2002. – № 11. – С. 13–16.

19. International bioindicators. International conference on environmental bioindicators. – Praha, 2005.

20. Wasser S. P. Therapeutic effects of substances occurring in higher basidiomycetes mushrooms: a modern perspective / S. P. Wasser, A. L. Weis // Crit. Rev. Immunol. – 1999. – Vol. 19. – P. 65–96.

Федотов О. В., Чайка А. В., Метрусенко Е. Г. Влияние бенз(а)пирена на интенсивность процессов перекисного окисления липидов штамма *Pleurotus ostreatus* P-107. – Рассмотрены результаты исследования динамики интенсивности процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ) штамма *Pleurotus ostreatus* P-107 на жидких питательных средах и влияния концентраций бенз(а)пирена от 0,001 до 0,15% на содержание продуктов ПОЛ в культуральном фильтрате и мицелии штамма. Установлен порог чувствительности на бенз(а)пирен по интенсивности процессов ПОЛ исследуемого штамма и предложен метод его использования в биоиндикации этого поллютанта.

Ключевые слова: биоиндикация, бенз(а)пирен, перекисное окисление липидов, *Pleurotus ostreatus*, культуральный фильтрат, мицелий.

Fedotov O. V., Chaika O. V., Metrusenko O. G. Effect of benzo(a)pyrene on the intensity of strain *Pleurotus ostreatus* P-107 lipid peroxidation. – The results of the study in dynamics of strain *Pleurotus ostreatus* P-107 lipid peroxidation (LP) intensity at the liquid nutrient media and the effect of benzo(a)pyrene concentrations from 0,001 to 0,15% on the LP products density in the culture filtrate and P-107 strain mycelium are considered. The sensitivity threshold of studied strain for benzo(a)pyrene via the intensity of lipid peroxidation was established and the way for using the strain in biological indication of this pollutant was proposed.

Key words: biological indication, benzo(a)pyrene, lipid peroxidation, *Pleurotus ostreatus*, culture filtrate, mycelium.

ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ТА ПРИКЛАДНІ ПРОБЛЕМИ БІОФІЗИКИ І ФІЗІОЛОГІЇ
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БИОФИЗИКИ И ФИЗИОЛОГИИ
FUNDAMENTAL AND APPLIED PROBLEMS OF BIOPHYSICS AND PHYSIOLOGY

УДК 541.515 : 577.3

© В. М. Билобров¹, Н. М. Богдан¹, Е. В. Хомутова¹, В. Л. Гладий², Ю. А. Федченко²
ЕДИНАЯ «ЭВОЛЮЦИОННАЯ» ТЕОРИЯ ТРАНСДИСЦИПЛИНАРНОСТИ.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ

¹ *Институт физико-органической химии и углехимии им. Л. М. Литвиненко НАН Украины*
83114, г. Донецк, ул. Р. Люксембург, 70; e-mail: postmast@infou.donetsk.ua

² *Донецкий национальный университет; 83050, г. Донецк, ул. Щорса, 46*

Билобров В. М., Богдан Н. М., Хомутова Е. В., Гладий В. Л., Федченко Ю. А. Единая «эволюционная» теория трансдисциплинарности. Современное состояние. – Рассмотрены особенности трансдисциплинарности с позиции современных представлений решения проблем науки XXI века. Показано, что современные воззрения об эволюции, как о Вселенском процессе развития окружающего нас Мира, начали формироваться благодаря созданию неравновесной термодинамики.

Ключевые слова: трансдисциплинарность, термодинамика, эволюция, нанометрическая шкала.

Введение

Еще в 60-70 годы XX столетия в научных кругах назрела необходимость расширения научного мировоззрения за счет более глубокого проникновения в суть законов природы. Как результат этого, взамен узкого дисциплинарного подхода, начали формироваться «междисциплинарный», а затем и «трансдисциплинарный» подходы [1].

Трансдисциплинарность провозглашает равенство больших и малых научных дисциплин, известных и малоизвестных ученых, разных культур и религий в исследовании окружающего мира и, таким образом, трансдисциплинарность по существу играет роль своеобразной «охранной грамоты» для любой точки зрения. Кроме того, трансдисциплинарность можно трактовать и как высокий уровень просвещенности, разносторонности и, наконец, универсальности знаний.

Более того, трансдисциплинарность предполагает универсальное правило изучения окружающего мира, когда исследования ведутся сразу на нескольких уровнях. То есть трансдисциплинарность следует понимать как «принцип организации» научных знаний, как возможность взаимодействия многих дисциплин для комплексного решения проблемы. Наконец, трансдисциплинарность позволяет ученым официально выходить за рамки своей дисциплины, не опасаясь при этом быть обвиненным в дилетантстве [2].

Очевидно, трансдисциплинарность резонно также рассматривать в качестве одного из основных способов решения проблем науки XXI века. В этой связи сошлемся на текст «Всемирной Декларации о высшем образовании для XXI века: подходы и практические меры», принятой участниками Международной конференции по высшему образованию, состоявшейся в октябре 1998 г. в Париже, в штаб-квартире ЮНЕСКО.

Статьи 5 и 6 данной Декларации содержат рекомендации – поощрять трансдисциплинарность в программах учебного процесса и учить будущих специалистов использовать трансдисциплинарный подход для решения сложных проблем природы и общества.

Сформировались уже и национальные школы трансдисциплинарности (американская, швейцарская, российская и др.), которые отличаются способами и приемами изучения объектов, их структурных и функциональных особенностей, свойств и взаимодействий с окружающим миром. При этом в качестве критерия достоинств научных подходов обычно служит степень полноты познания объекта изучения.

Таким образом, трансдисциплинарность предполагает такую организацию научных знаний, которая обеспечит возможность взаимодействия многих дисциплин для комплексного решения важнейших научных проблем [1, 2].

Есть обоснованное мнение, согласно которому наиболее плодотворный подход к трансдисциплинарной унификации наук ожидается (по Эрвину Ласло)* в случае принятия эволюции в качестве базового понятия (*evolvere* – от латинского «развертывание взрослого организма из крохотного гомункулуса», которое лишь в XXI веке стали отождествлять с теорией Дарвина). В наше время «эволюция» уже не рассматривается как чисто биологическое понятие, а является частью организационно-когнитивной структуры многих естественнонаучных дисциплин. Достаточно сказать, что все существующее в нашей Вселенной принято рассматривать как продукт структурирования (т. е. эволюционирования) вещества в результате взрывной неустойчивости 15 миллиардов лет назад. При этом его синтез (водород, гелий) начался уже в первые 10^{-34} секунды, а синтез более тяжелых химических элементов до сих пор продолжается как в недрах звезд, так и в межзвездном пространстве. Биологическая эволюция началась на нашей планете 3,5 ÷ 4,5 миллиардов лет назад, гоминиды появились лишь несколько миллионов лет тому, а *sapiens*, способный к членораздельной речи, использованию орудий труда и абстрактно мыслить, существует лишь 100 тысяч лет. И только 20 тысяч лет *Homo* начал эволюционировать в социокультурные и технологические сообщества.

Таким образом, представления об эволюции в последние десятилетия существенно развились, обогатились и закрепились в эмпирических естественных науках и вывели этот термин из числа чисто философских умозрительных построений, превратив его тем самым в предмет широкого научного исследования. Более того, есть основания думать, что современные представления о эволюции, как о Вселенском процессе развития окружающего нас Мира, начали формироваться благодаря созданию неравновесной термодинамики [3].

В этой связи следует напомнить, что классическая термодинамика, занимаясь изучением превращений в замкнутых системах свободной энергии в тепловую с последующим превращением порядка в случайность, в первой половине XX века открыла и начала изучать новые подходы. Так, работа Л. Онзагера «Соотношения взаимности в необратимых процессах» (1931 г.) означала решительный поворот исследователей в сторону необратимых процессов, которые не только не приближают систему к термодинамическому равновесию, а напротив, уводят её от него. В 1947 г. И. Пригожин в своей докторской диссертации изучил поведение сильно неравновесных систем, а в 60-е годы вместе с группой математиков разработал основы новой науки – неравновесной термодинамики.

Совокупные исследования в этой области показали, что постепенные изменения, происходящие в реальных системах, формируют в них неравновесность и тем самым способствуют их дальнейшей нелинейной эволюции, открытости для потоков энергии из окружающей среды и в окружающую среду. Таким образом, открытая система вдали от термодинамического равновесия «импортирует» свободную энергию из окружающей среды и «экспортирует» в окружающую среду энтропию. По-видимому, именно это еще в середине XX века Шредингеру позволило заявить, что «жизнь питается негэнтропией». Действительно, если система (живое вещество) импортирует больше негэнтропии, чем рассеивает во вне энтропию, то такая система и растет и развивается. Таким образом, если энтропия, произведенная необратимыми процессами внутри открытой (живой) системы, переносится в окружающую среду, то такая система в общем случае может находиться или в стационарном состоянии ($\Delta S = 0$), или же расти и усложняться ($\Delta S < 0$).

Следовательно, прогрессивная эволюция в широком (физическом смысле) начинается там и тогда, где и когда критические флуктуации толкают сильно неравновесную систему еще дальше от теплового и химического равновесия, а новый порядок возникает в ходе этих критических флуктуаций при резком изменении фазовой устойчивости.

Кстати, если система эволюционирует, то это может значить, что в этом случае хотя бы одна из возможных флуктуаций, возникающих в момент фазовой неустойчивости, может быстро распространиться и охватить всю систему. Если это происходит, то вся система в

* Эрвин Ласло – венгерский философ, автор 75 книг и более 400 статей преимущественно по теории общей эволюции, редактор «Журнала общей эволюции».

целом претерпевает бифуркацию и на ее эволюционной траектории появляется новая мода (то есть новая координата развития). И, таким образом, возмущения, случайные возмущения критических флуктуаций, а далее и бифуркации являются теми самыми ключевыми элементами (этапами), которые и определяют интерактивную динамику, отвечающую за эволюцию сильно неравновесных (живых) систем.

Здесь следует отметить и то, что последовательный ход эволюции отнюдь не означает, что она непременно должна быть гладкой и непрерывной.

В этой связи уместно напомнить об общеизвестных и отчетливо регистрируемых разрывах, например, между физическими, химическими, биологическими и социальными явлениями. Именно эти разрывы были (и в значительной мере являются) теми основными факторами, которые до недавнего времени обуславливали стойкое разделение областей научного познания на научные дисциплины. Если же согласится с тем, что общие понятия теории эволюции являются универсальными и вполне применимыми к широкому кругу научных дисциплин, то специализированные исследования эволюции различных существ (звезд, бабочек, человека, культур и пр.) не должны препятствовать созданию и внедрению трансдисциплинарного подхода. Действительно, если *apriori* не исходить из предположения, что наш Мир внутренне разделен на отдельные отсеки, то, по-видимому, уже нет оснований настаивать и на том, чтобы его (мира) исследования непременно проводились на основе отдельных научных дисциплин, разделенных непроницаемыми перегородками только в силу того, что процессы физической, биологической и социокультурной эволюции подчиняются существенно разным правилам. Мы теперь знаем, что эволюцию всего сущего следует рассматривать как наиболее общую (трансдисциплинарную, по сути) теорию изменений. Однако она отнюдь не является общей теорией всех изменений. Так, например, чисто случайные, но полностью обратимые во времени изменения не подлежат такому описанию, так как эволюция рассматривает исключительно лишь те изменения, которые (по крайней мере, статистически) являются необратимыми. Более того, даже не все разновидности необратимых изменений подпадают под юрисдикцию эволюции, так как основной, исключительной чертой эволюционных изменений является то, что необратимые изменения должны непременно включать в себя и процессы, которые приводят к возникновению или хотя бы к сохранению упорядоченной структуры как в пространстве, так и во времени. Таким образом, принципы и законы эволюции позволяют изучать все прогрессирующее и продолжающееся, но не обязательно оно должно быть непрерывное, линейное и предсказуемое. Такая концепция укладывается в общую схему прогресса в эмпирических науках и является частью непрерывного потока научных инноваций.

Очевидно, что многие универсальные подходы, развивающиеся и утверждающиеся в наше время, в скором времени уже не будут знать дисциплинарных границ, а четко сформулированная и выверенная трансдисциплинарная теория в едином методологическом ключе посредством инвариантных общих законов будет описывать различные фазы и грани эволюции как квантов, атомов и молекул, так и клеток, организмов и социальных сообществ. Есть основания также думать, что такой подход станет важнейшей составной частью прогресса эмпирической науки XXI века.

Нанометрическая шкала размерности вещества.

Существует ли в действительности наномир, имеется ли семейство наноразмерных объектов индивидуальных по свойствам и достаточно независимых от влияния других объектов? Это вопрос принципиальный.

Проблема наносостояния, как оказалось, далеко не нова ни для химии, ни для материаловедения. Наверное, еще R. Zsigmondy в 1925 г. и T. Svedberg в 1926 г. были первыми, кто получил Нобелевские премии за важные наблюдения в химии дисперсных (нано?) систем. В целом же до нынешних дней более десяти ученых (преимущественно химиков) получили премии за исследования тех или иных аспектов наносостояния вещества (гигантских кластеров, фуллеренов, фуллероидов, нанотрубок и т. д.). Все это необъятное разнообразие форм и составов существует в весьма узком интервале размеров

(наноразмеров) либо состоит из наноэлементов, структура и строение которых достоверно не соответствуют неизблемым в макромире законам классической кристаллографии. Оказалось, что наночастицы демонстрируют самые разнообразные структурные элементы – одномерные, двумерные, трехмерные, фрактальные, а также всевозможные их комбинации.

Что же предопределяет такое многообразие структур в наномире? Ответ кроется в квантовом дискретном характере наносостояний, доминирующих в наномире. При этом наносистемы прежде всего далеки от равновесия из-за наличия в них развитой поверхности. Поэтому положения атомов вблизи поверхности в них весьма отличны от их положений в объеме кристаллов. Естественно, что и состав поверхностного слоя также не соответствует стехиометрическому составу химического соединения в объеме наноструктур, а глубина модуляции структуры может простираться на несколько моноатомных слоев. Таким образом, наблюдаемое многообразие частиц, а также их структурная и функциональная неоднородность означают, что законы организации и физико-химические свойства различных наночастиц существенно иные, и совершенно естественно, что они не соответствуют тем, которые обычно используются в классической кристаллографии.

Напомним, что еще в 1959 г. Р. Фейман отмечал, что в области малых размеров сокрыто много разного и интересного. И весьма вероятно, что многочисленные аргументы в пользу предположений высказанных по этому поводу этим крупнейшим физиком современности и положили начало наноэпохи. Другой Нобелевский лауреат Илья Пригожин указал на невозможность простого перехода от процессов, протекающих на макроуровне, к процессам (обратимым), протекающим на микроуровне и, таким образом, определил круг проблем, связанных с решением этой задачи.

Так что же сейчас понимается под нанотехнологиями? Оказалось, что в сферу этого направления попадают практически все структурные объекты с размерами (хотя бы вдоль одной из координат), измеряемыми нанометрами. Реально же диапазон таких объектов и таких явлений гораздо шире – от отдельных атомов и их ассоциаций (наночастиц) до частиц, имеющих размеры более 1 мкм в одном или двух измерениях.

Очевидно, что в силу действия различных, но очевидных причин вместе с уменьшением размеров в таких микросистемах уменьшается и характерное время протекания разнообразных процессов в них, т. е. возрастает их быстродействие. Это в первую очередь наводит на мысль о возможных успехах прежде всего в области электроники и вычислительной техники. Достаточно сказать, что реально уже сейчас достигнутое быстродействие на одну элементарную операцию в серийно производимых компьютерах составляет около 1 нс (10^{-9} сек), и в ряде наноструктур оно может быть уменьшено еще на несколько порядков.

Кстати, до наступления эры нанотехнологий человек уже сталкивался с ними и уже широко использует в своей практике как объекты, так и процессы на наноуровне. Напомним, что все биохимические реакции между макромолекулами, катализ в химическом производстве, бродильные и многие другие процессы протекают именно на наноуровне. Однако такая «интуитивная нанотехнология», развившаяся стихийно, конечно же, не может быть надежной основой технологий будущего. По-видимому, это и имел в виду президент Международного союза кристаллографов Ю. Охаши, который отметил, что в последние десять лет свежий ветер пронесся в структурной биологии и «нанонауке». Действительно, уже можно утверждать, что сейчас мир науки переживает концептуальную революцию как в области особенностей строения вещества, так и в области спецификации функций, казалось бы, одного и того же вещества, но разной степени дисперсности.

В наше время перед исследователями стала задача свыкнуться с тем, что наночастицы (биологические, органические, металлоорганические и др.) представляют собой некие индивидуальные образования, обладающие специфическим строением и свойствами, но несоответствующими их привычному классическому химическому описанию (фуллерены, икосаэдрический графит и алмазы, трубки, конусы, металлические кластеры, кластеры кластеров и т. п. структуры) [4]. При этом понятия классического фазового или агрегатного

состояния неприменимы к наночастицам. В этой связи нельзя не отметить, что эта революция в значительной мере обязана инструментальной революции в микроскопии высокого разрешения, а также развитию методов спектральных исследований.

В целом, по-видимому, следует признать, что это новый тип динамических состояний материи, отвечающий названию «диссипативные структуры». Их регистрация в химии и биологии свидетельствуют о когерентных процессах, идущих в этих средах на надмолекулярном уровне, что и обуславливает уникальные свойства некоторых химических и всех без исключения биологических структур. Это своеобразный «зазор» между макроуровнем, где действуют континуальные теории сплошных сред, и атомным уровнем, подчиняющимся законам квантовой механики. Именно здесь, в этом «зазоре» и находится обширный уровень структуры материи – наномир. Поэтому, на этом уровне и протекают жизненно важные биохимические процессы между макромолекулами ДНК, РНК, белков, ферментов, а также в различных субклеточных структурах. Все это требует все более глубокого понимания их специфичности. Именно здесь уже целенаправленно создаются человеком неизвестные ранее продукты и технологии, способные радикально изменить нашу жизнь.

Если через эту призму посмотреть на связь ДНК с протеинами, то это по существу означает связь между чертежом и изделием. Развивая эту аналогию, можно заключить, что кристаллография теперь объединена с информатикой, ростом, формами, а также общим морфогенезом, включающим статику и динамику структур в пространстве, т. е. информация, таким образом, слита воедино со структурой материи.

Основой этих новых технологий являются комплексные междисциплинарные глубокие знания свойств различных атомов и молекул вещества и сил взаимодействия между ними на расстоянии примерно 1 нм, то есть, предполагается объединить знания и создать общий язык описания законов формирования различных атомных конфигураций в виде молекул, молекулярных ассоциатов и кластеров с помощью прочных связей (ковалентных, ионных и металлических), слабых специфических, направленных и насыщаемых (водородной связи, взаимодействий с переносом заряда), а также слабыми неспецифическими (Ван-дер-ваальсовыми и др.). Далее предполагается объединить знания и создать общий язык описания законов изменения свойств наночастиц. И, наконец, максимально унифицировать как знания, так и законы описания как наночастиц, так и упоминавшихся выше микрочастиц. При этом следует иметь в виду, что изменения специфических свойств наночастиц наступают, как правило, задолго до проявления квантовых пределов (т. е. при размерах примерно 100 нм). При этом для разных свойств (физических, химических, биологических и др.) этот критический размер наноструктур может быть разным.

Однако во всех случаях (как мы уже отмечали выше) миграция атомов вдоль поверхности таких частиц происходит всегда намного быстрее, чем в их объеме. Таким образом, наличие сил притяжения между ними приводит к их самоорганизации, а также к сборке качественно иных упорядоченных гетероструктур. При достаточно малых размерах и низких температурах в ряде случаев возникают специфические эффекты, которые могут использоваться в электронике, оптике, вычислительной технике (квантовые точки, проволоки, кольца и т.п.). В этой связи следует отметить, что работы И. Пригожина и его учеников, а также многочисленных последователей объясняют физико-химическую природу самоорганизации наносистем, определяют причины их движения от минимума свободной энергии и максимального заполнения их пространства непериодическими структурами [5].

Синергетика – универсальный механизм эволюционирования и самоорганизации вещества.

Синергетика (от греч. *совместно действующий*) – междисциплинарное направление научных исследований, задачей которого и является изучение природных явлений и процессов на основе принципов самоорганизации систем. Таким образом, синергетика изначально заявлялась как междисциплинарный подход, так как принципы, управляющие процессами самоорганизации, являются одними и теми же и при этом независимыми от

природы систем. Очевидно, что для их описания пригоден общий математический аппарат. С мировоззренческой точки зрения синергетика часто рассматривается как «глобальный эволюционизм» или как «универсальная теория эволюции» (см. пред. раздел), которая и формирует единую основу для описания возникновения любых новаций, аналогично тому, как в свое время кибернетика рассматривалась в качестве «универсальной теории управления».

Согласно основным положениям синергетики «структура системы» определяется как её состояние, возникающее в результате многовариантного и неоднозначного поведения многих элементарных структур в многофакторных средах, которые в силу разных причин не деградируют к усреднению термодинамического типа. Напротив, такие системы развиваются вследствие своей открытости, притока энергии извне, нелинейности внутренних процессов, а также формирования особых режимов с обострением, которые и приводят к появлению нескольких устойчивых состояний. В таких системах не выполняется ни второе начало термодинамики, ни теорема Пригожина о минимуме производства энтропии системой. В результате сказанного выше появляется возможность образования новых, более сложных структур, чем исходные. Этот феномен трактуется синергетикой как универсальный механизм эволюции систем от элементарного и примитивного к более сложному и совершенному. В ряде случаев образование новых структур идет по регулярному, волновому механизму. Такие процессы называются автоволновыми (автоколебательными) [6].

Современное определение «синергетики» дал Герман Бакен в 1977 г. При этом область исследований синергетики сколь либо четко не определена и по сей день, а её интересы, по-видимому, распространяются на все области естествознания, где только рассматривается динамика необратимых процессов и возникает принципиально новое. Математический аппарат синергетики включает разделы теоретической физики, нелинейной равновесной термодинамики, теории катастроф, теории групп, тензорного анализа, дифференциальной топологии, неравновесной статистической физики. Есть основания считать, что Германом Бакеном с группой ученых с 1960 г. формировалась и методология этой синтетической науки – синергетики, которая в наше время уже охватывает области наук от теоретической физики и лазерной техники до проблем биофизики и искусственного интеллекта.

Далее следует отметить Брюссельскую школу Ильи Пригожина, в которой формировались первые теоремы (1947 г.), а далее разрабатывалась теория поведения диссипативных структур и раскрывались мировоззренческие основы теории самоорганизации и универсального эволюционизма. Кстати, школа Пригожина «синергетику» называет «методологией теории диссипативных структур» или «неравновесной термодинамикой».

Концептуальный вклад в развитие синергетики внесли также Н. Н. Моисеев, А. А. Самарский, С. П. Кордюмов, М. В. Волькенштейн, Д. С. Чернавский, А. П. Руденко и др.

Прикладные положения синергетики нашли свое дальнейшее развитие и в «теории динамического хаоса» (исследования сверхсложной упорядоченности – турбулентности); «теории детерминированного хаоса» (исследования хаотических явлений, возникающих в детерминированных процессах при отсутствии случайных шумов); теории фракталов (изучение сложных самоподобных структур, возникающих в результате самоорганизации); теории катастроф (изучается поведение самоорганизующихся систем в терминах бифуркации) [7, 8].

Ниже конспективно перечислим лишь те основные принципы, которые обычно используются при синергетическом подходе решения проблем естествознания, в частности, при изучении открытых, нелинейных (биологических) систем.

1. Авторы исходят из того, что природа иерархически структурирована и представлена многочисленными открытыми нелинейными системами разного уровня организации (от динамически стабильных и адаптивных; до наиболее сложных эволюционирующих систем).

2. Связь между этими уровнями организации осуществляется через хаотическое неравновесное состояние систем соседствующих уровней. В этом случае, как следует из общих положений синергетики (см. выше), неравновесность является необходимым условием появления новой организации, нового порядка и новых систем.

3. В том случае, когда нелинейные динамические системы объединяются в единое целое, то новое образование не равно простой (аддитивной) сумме его частей, а напротив, в этом случае образуется система другого более высокого уровня организации и, таким образом, формируется то общее для всех эволюционирующих систем, которое характеризуется наличием неравновесности и открытости, содействующих спонтанному образованию новых макроскопических (локальных) образований и изменений на макроскопическом системном уровне. Это, в свою очередь, приводит к возникновению новых свойств систем (самоорганизация), сопровождающихся фиксацией (закреплением) новых, приобретенных ее качеств.

4. При переходе от неупорядоченного состояния к состоянию более высокого (более сложного) порядка все развивающиеся системы ведут себя аналогично. Поэтому для формального описания всего многообразия их эволюции пригоден обобщенный математический аппарат синергетики.

5. Развивающиеся (эволюционирующие) системы всегда открыты и обмениваются с внешней средой как веществом, так и энергией, за счет чего и идут процессы локальной упорядоченности и самоорганизации.

6. В сильно неравновесных состояниях системы чрезвычайно чувствительны к воздействиям извне. В равновесном же состоянии, напротив, они слабо восприимчивы к слабым внешним воздействиям. Кроме того, в неравновесных условиях относительная независимость элементов системы уступает место их кооперативному поведению.

7. Вблизи равновесия каждый элемент системы взаимодействует лишь с ближайшим окружением, вдали от равновесия – чувствителен ко всем другим элементам системы, и согласованность их поведения возрастает (кооперативный эффект).

8. Вдали от равновесия действуют бифуркационные механизмы. В точках раздвоения траекторий формируются механизмы перехода в новые (относительно устойчивые и долгоживущие) состояния – к аттрактору. Невозможно заранее предсказать, какой аттрактор системы сформируется в точках бифуркации.

9. Уже неоднократно отмечалось, что самоорганизующиеся системы являются системами открытыми. Закрытые же системы непременно придут в состояние равновесия, характеризующееся максимальной энтропией, отсутствием всякой эволюции, и, следовательно, они не способны к какой-либо самоорганизации.

Поэтому ниже предельно кратко перечислим лишь те условия и их сочетания, без которых невозможна самоорганизация особенно сложных (и, прежде всего, биологических) систем.

10. Открытая система для этого должна быть достаточно удалена от точки термодинамического равновесия. Базой ее самоорганизации служат новый порядок и последующее усложнение его в результате флуктуаций. При этом в динамически стабильных и адаптивных (см. выше) системах флуктуации подавляются за счет отрицательных обратных связей.

11. В организованных открытых системах благодаря притоку энергии извне и усилению в результате этого неравновесности формируется эффект коллективного поведения элементов, «расшатывается» прежний порядок, и через хаотические состояния (бифуркации) рушатся прежние структуры, и возникает новый порядок.

12. Флуктуации имеют случайный характер, поэтому появления новаций (через эволюцию и катастрофы) является результатом действия суммы случайных факторов.

13. Самоорганизация через этапы хаоса, нового порядка и новых структур может произойти лишь в системах достаточно высокого для этого уровня сложности, обладающих достаточно большим для этого количеством взаимодействующих (между собой) элементов,

имеющих некоторые критические параметры связи, достаточно высокие вероятности флуктуаций, а эффекты синергетического взаимодействия элементов таких систем должны быть достаточными для формирования их коллективного поведения и, тем самым, для возникновения самоорганизации.

14. Недостаточно сложные системы, напротив, не способны к такому развитию, а при получении извне чрезмерного количества энергии теряют свою структуру и необратимо разрушаются.

15. Таким образом, этап самоорганизации в открытых системах наступает только в случае преобладания положительных обратных связей над отрицательными обратными связями.

16. Динамически стабильные, не эволюционирующие, но адаптивные системы (обеспечивающие гомеостаз в системах живых, или автоматические регулирующие устройства) функционируют на основе обратных сигналов от рецепторов или датчиков, сообщающих исполнительным механизмам о положении системы, а также необходимой их корректировке.

17. В самоорганизующихся и эволюционирующих системах, напротив, возникающие изменения не только не устраняются, а накапливаются и усиливаются в результате нарастания общей и положительной реактивности системы. Это и приводит к появлению нового порядка и новых структур из элементов прежней разрушенной системы. Если это касается вещества (в том числе и вещества живого), то именно по этой схеме и формируется механизм его (вещества) фазовых переходов.

18. Таким образом, самоорганизация сложных открытых диссипативных систем, к которым относятся живые системы, в том числе и системы, обладающие разумом (а согласно общей теории относительности и вся Вселенная в целом), движется в направлении прогрессивной эволюции путем необратимого разрушения старых структур и функций.

Нанотехнологии медицинского назначения.

Важнейшим прикладным свойством наносостояний вещества является принципиальная возможность конвергенции неорганического, органического и биологического мира и создания, таким образом, невиданных ранее в природе новых веществ, структур и объектов.

В некоторых последних прогнозах считается, что нанотехнологии позволят создать практически любые изделия. При этом особенно яркие победы нас ожидают при профессиональном вторжении в область биологии, биофизики и биотехнологии. Поэтому в обзорах на эту тему нанотехнологии медицинского назначения обычно выделяют красной строкой.

Это обусловлено тем, что молекулярные строительные блоки жизни – протеины, нуклеиновые кислоты, липиды, углеводы и их гибриды являются классическими примерами материалов, обладающих уникальными свойствами в наноразмерном состоянии. Поэтому расширение наших возможностей модификации их строения и свойств предполагает переворот в медицине. Так считается, что в диагностике и терапии это позволит создать новые лекарственные препараты и обеспечить новые пути их доставки. Ожидается, например, возможность использования плохо растворимых веществ в качестве пролонгирующих лекарств, создания методов направленного фракционирования болезнетворных вирусов и нахождения путей их быстрого разрушения, создания принципиально новых биоимплантов с *apriori* заданными свойствами и сенсорных систем, обнаруживающих возникновение заболеваний в организме, а также многого другого, не менее чудесного.

Список литературы

1. Мокий В. С. Методология трансдисциплинарности / В. С. Мокий. – Нальчик: Институт трансдисциплинарных технологий, 2011. – 59 с.

2. Гребенщикова Е. Г. Трансдисциплінарна парадигма: наука – інновації – суспільство / Е. Г. Гребенщикова. – М.: «Либроком», 2011. – 192 с.
3. Князева Е. Н. Законы эволюции и самоорганизации сложных систем / Е. Н. Князева, С. П. Курдюмов. – М.: Наука, 1994. – 236 с.
4. Раков Э. Г. Нанотрубки и фуллерены: учеб. пособие / Э. Г. Раков. – М.: Физматкнига, 2006. – 374 с.
5. Пригожин И. Время, хаос, квант: к решению парадокса времени / И. Пригожин, И. Стенгерс. – М.: Прогресс, 1994. – 263 с.
6. Васильев В. А. Автоволновые процессы / В. А. Васильев, Ю. М. Романовский, В. Г. Яхно. – М.: Наука, 1987. – 240 с.
7. Малинецкий Г. Г. Нелинейная динамика: подходы, результаты, надежды / Г. Г. Малинецкий, А. Б. Потапов, А. В. Подлазов. – М.: Ком. Книга, 2006. – 280 с.
8. Хакен Г. Тайны природы. Синергетика: учение о взаимодействии / Г. Хакен. – М. – Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003. – 320 с.

Білобров В. М., Богдан Н. М., Хомутова К. В., Гладій В. Л., Федченко Ю. А. Єдина «еволюційна» теорія трансдисциплінарності. Сучасний стан. – Розглянуто особливості трансдисциплінарності з позиції сучасних уявлень рішення проблем науки XXI століття. Показано, що сучасні переконання про еволюцію, як про Вселенський процес розвитку Світу, що оточує нас, почали формуватися завдяки створенню нерівноважної термодинаміки.

Ключові слова: трансдисциплінарність, термодинаміка, еволюція, нанометрична шкала.

Bilobrov V. M., Bogdan N. M., Khomutova K. V., Gladiy V. L., Fedchenko Yu. A. Single «evolutional» theory of interdisciplinary. Modern state. – The features of interdisciplinary are considered from position of modern presentations of decision of XXI century science problems. It is shown that modern views on evolution as the Universal process of development of the World surround us began to be formed due to creation of non-equilibrium thermodynamics.

Key words: interdisciplinary, thermodynamics, evolution, nanometrical scale.

УДК 616.831 : 504.75

© Л. О. Говта¹, М. В. Говта²

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ КРОВІ ПРИ ВЖИВАННІ ПИТНОЇ ВОДИ В УМОВАХ ТЕХНОГЕННО ТРАНСФОРМОВАНОГО СЕРЕДОВИЩА

¹Донецький національний медичний університет ім. М. Горького
83003, м. Донецьк, пр. Ілліча, 16; e-mail: lagovta@mail.ru

²Донецький національний університет
83050, м. Донецьк, вул. Щорса, 46; e-mail: nvgovta@mail.ru

Говта Л. О., Говта М. В. Дослідження показників крові при вживанні питної води в умовах техногенно трансформованого середовища. – Наведено основні показники клінічного аналізу крові та методи їх визначення. Досліджено гематологічні показники крові щурів при вживанні різної питної води. Проаналізовано коливання показників клінічного аналізу крові за умови вживання водопровідної, природної та свіжоталої питних вод.

Ключові слова: вода, кров, клінічний аналіз, щури.

Вступ

Більшість проблем зі здоров'ям людини пов'язана з якістю питної води, яку вона вживає, а також із дегідратацією, тобто нестачею активної води в організмі [3]. Інтерес до цієї проблеми визначається, перш за все, унікальним значенням води в біологічних системах, де вода є невід'ємним учасником практично всіх біологічних процесів [7]. Сьогодні громадяни мають можливість обирати – яку воду споживати. Але є ряд невирішених питань стосовно цього вибору. Сьогодні багато говорять про якість питної води «із крану», тобто водопровідної. Вчені дискутують стосовно цього. Одні кажуть про те, що водопровідна вода відповідає санітарно-гігієнічним нормативам і повністю вдовольняє фізіологічні потреби організму людини. Інші доводять протилежне – водопровідна вода може нашкодити здоров'ю людини. Багато людей вживає для пиття та приготування їжі фасовану питну воду. Ринок води пропонує великий асортимент такої питної води. Але й тут є багато питань: за якість питної води відповідає виробник, але він не завжди чесний і те, що написано на етикетці, часто не відповідає дійсності. Дуже актуальним є питання про користь свіжоталої води [5], багато світових вчених рекомендують вживати таку питну воду. Але й тут не все зрозуміло – як саме впливає така вода на функціональний стан організму, як її готувати тощо.

Тому перед людиною постає питання – яку питну воду обрати, щоб вона була корисною для організму, якісною, задовольняла всі фізіологічні потреби, була доступною. Саме вирішенню цього питання і присвячене наше дослідження. Одним з найчутливіших маркерів організму людини є гематологічні показники, які є функціональною одиницею водного гомеостазу. Таким чином, метою нашого дослідження було встановити, які зміни відбуваються в крові при вживанні водопровідної, структурованої (свіжоталої) та природної фасованої питної води. Нами було проведено загальноклінічне дослідження крові, яке є одним із найважливіших діагностичних методів, що дозволяє оцінити реакцію кровотворних органів при дії різних фізіологічних і патологічних процесів на організм. До цього аналізу належить визначення концентрації гемоглобіну, підрахунок кількості еритроцитів, кількості лейкоцитів, тромбоцитів, кольорового показника, швидкості осідання еритроцитів і лейкоцитарної формули.

Матеріали та методи дослідження

Дослідження щодо впливу питного режиму на гематогічні показники крові на організм лабораторних тварин (білі щури) було проведено в субхронічному експерименті (100 днів). Матеріалом роботи були дані, які отримано при дослідженні 45 білих безпородних щурів у віці 6-9 місяців. Відповідно до завдань дослідження тварин було ранжовано на 3 групи: група 1 – щури вживали протягом двох місяців водопровідну воду, група 2 – природну фасовану питну воду («Альпійська») та група 3 – свіжоталу воду, приготовану з водопровідної води

методом «виморожування солей». Усі вказані типи питної води відповідали гігієнічним вимогам [4]. Поїли щурів, яких утримували на стандартній дієті, в умовах віварію. Після завершення експерименту тварин виводили з опиту декапітацією. Утримання тварин і виведення їх з експерименту проводили згідно з вимогами міжнародної конвенції з біоетики. До початку експерименту та після його закінчення, а також за місяць після припинення вживання вказаної води у випробовуваних за загальноприйнятими методиками визначали показники клінічного аналізу крові [1, 2].

Концентрацію *гемоглобіну* визначали за методикою [5]. Для підрахунку кількості еритроцитів використовувалась камера Горяєва. *Швидкість осідання еритроцитів* (ШОЕ) прямо пропорційна масі еритроцитів, різниці в щільності еритроцитів і плазми, зворотно пропорційна в'язкості плазми. Визначення ШОЕ проводилося з використанням апарату Панченкова.

Співвідношення між кількістю гемоглобіну та числом еритроцитів є *кольоровим показником*. Кольоровий показник (КП) відповідає максимальному вмісту гемоглобіну в одному нормальному еритроциті, величина його умовно береться за одиницю (фізіологічна норма: 0,85-1,15), визначається за формулою:

$$\text{КП} = \text{Нв}/\text{N} * 3,$$

де КП – кольоровий показник, у.о.; Нв – концентрація гемоглобіну, г/л; N – кількість еритроцитів в 1 мкл крові.

Метод визначення кількості *тромбоцитів* заснований на визначенні кількості тромбоцитів, що зустрічаються при підрахунку 1000 еритроцитів. Із суміші крові з реактивом готують тонкі мазки, висушують на повітрі, підписують, фіксують і офарбовують фарбою Романовського протягом 30 хв. Фарбу змивають водопровідною водою, мазки висушують на повітрі. При забарвленні за Романовським тромбоцити забарвлюються у фіолетовий колір, еритроцити – в рожевий. Забарвлений мазок мікроскопують з імерсійною системою (ок. 7 або 10, об. 90). Підрахунок еритроцитів і тромбоцитів ведуть одночасно. При даному збільшенні в полі зору мікроскопа видно близько 200 еритроцитів. Підрахувавши 1000 еритроцитів, підсумовують загальну кількість еритроцитів в 1 л крові. Кількість тромбоцитів розраховують за формулою:

$$X = (A * B) / 1000,$$

де X – кількість тромбоцитів в 1 л; A – кількість тромбоцитів на 1000 еритроцитів; B – кількість еритроцитів в 1 л крові.

Практично кількість тромбоцитів в 1 л крові можна отримати, помноживши число злічених в мазку кров'яних пластинок на кількість еритроцитів в мільйонах і на 10^9 .

Для підрахунку кількості *лейкоцитів* використовувалась камера Горяєва. При дослідженні розрізняли та фіксували наступні види лейкоцитів: базофільні, еозинофільні, нейтрофільні, лімфоцити та моноцити. Перші три види об'єднуються в групу гранулоцитів, тобто клітин, у протоплазмі яких є зернистість. Базофіли – клітини розміром 12-14 мікрон, з ядром невизначеної форми, в цитоплазмі присутні гранули, основним компонентом яких є гістамін. У нормі кількість таких клітин не перевищує 0,5-1 %. Для реєстрації клітин при підрахунку лейкоцитарної формули використовувався лічильник СЛ-1.

Обробку даних клінічного аналізу крові проводили методами варіаційної статистики за допомогою статистичного та математичного пакетів прикладних програм MedStat № MS 000015 та MatLab 7.0.1 [9].

Результати та обговорення

За результатами клінічного аналізу крові було встановлено, що в щурів групи 1 всі встановлені показники були в межах референтних величин і статистично значущо не змінювалися впродовж дослідження.

При визначенні концентрації гемоглобіну (рис. 1) встановлено, що в щурів групи 2 спостерігалася динаміка до збільшення цього показника за місяць вживання природної питної води (з $140,33 \pm 10,41$) г/л до $(144,50 \pm 4,93)$ г/л, за два місяці $((150,25 \pm 5,25)$ г/л)

відбулося статистично значуще зростання цього показника і порівняно з групою 1 ($t=-3,46$, $p=0,001$), і порівняно з першим місяцем дослідження ($t=-3,38$, $p=0,002$). Після припинення вживання за місяць спостерігалася тенденція до зниження цього показника ($(140,50 \pm 7,02)$ г/л, $t=4,62$, $p=0,00$), порівняно з двома місяцями вживання природної води та не відрізнявся від групи 1. Подібна тенденція відмічена і в групі 3, але менш виражена. Збільшення вмісту гемоглобіну в крові свідчить певною мірою про те, що відбувається адаптація організму тварин при впливі важких умов навколишнього середовища [1], бо головною функцією гемоглобіну є перенесення кисню від легень до тканин, а також у виведенні вуглекислого газу з організму та регуляції кислотно-лужної рівноваги.

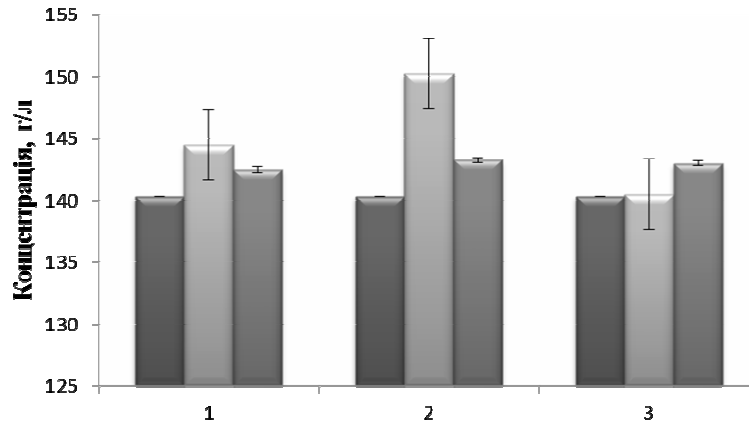


Рис. 1. Динаміка концентрації гемоглобіну в досліджуваних групах (1 – дослідження за місяць вживання питної води, 2 – за два місяці, 3 – за місяць після припинення дослідження; ■ – група 1, □ – група 2, ▒ – група 3. Норма – 128-192 г/л).

Під час пиття природної води відбувалося збільшення кількості еритроцитів у крові щурів групи 2, причому ця тенденція зберігалася і після завершення дослідження за місяць ($t=-2,05$, $p=0,04$, $(5,09 \pm 0,14) 10^9$ /л), порівняно з групою 1 ($(4,87 \pm 0,40) 10^9$ /л) (рис. 2). У групі 3 при вживанні свіжоталої води спостерігалася зменшення кількості еритроцитів, після припинення вживання за місяць відбулося збільшення цього показника ($t=-2,94$, $p=0,00$). Це свідчить про те, що при вживанні вказаних питних вод відбувається більше насичення тканин і органів киснем, що добре впливає на їх функціонування, а також про активацію адаптаційних механізмів.

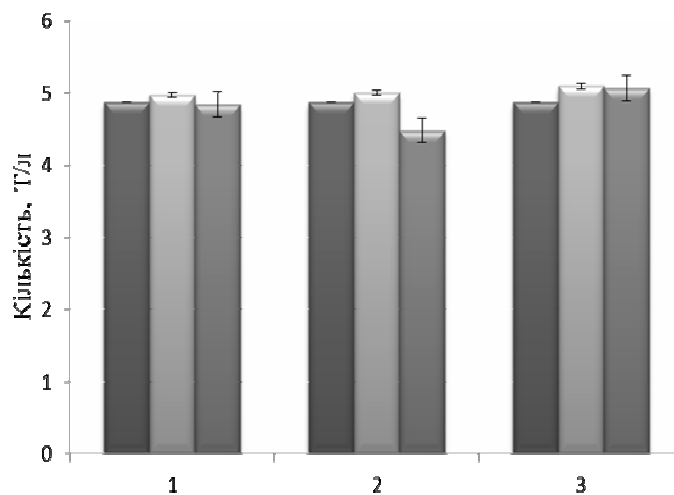


Рис. 2. Динаміка кількості еритроцитів у досліджуваних групах (1 – дослідження за місяць вживання питної води, 2 – за два місяці, 3 – за місяць після припинення дослідження; ■ – група 1, □ – група 2, ▒ – група 3. Норма – $(5,3-11,0) 10^9$ /л).

Що стосується швидкості осідання еритроцитів, то вірогідних змін не було виявлено. При визначення кількості тромбоцитів було встановлено (рис. 3), що в групі 2 після місяця вживання природної питної води кількість тромбоцитів зросла на 4,35%, за два місяці значення показника статистично значущо (порівняно і з групою 1 і з першим місяцем дослідження, $t=2,09$, $p=0,04$) знизилася. Після припинення дослідження кількість тромбоцитів у цій групі зросла (на 6%), порівняно з групою 1. У групі 3 статистично значущих змін не відбулося впродовж місяця дослідження, за два місяці – відбулося статистично значуще зниження цього показника ($t=4,24$, $p=0,00$ – порівняно з групою 1, $t=2,69$, $p=0,01$ – порівняно з першим місяцем дослідження). За місяць після припинення дослідження відмічено зростання вказаного показника ($t=-21,88$, $p=0,00$), порівняно з групою 1 ($t=-19,74$, $p=0,00$) – порівняно з другим місяцем дослідження. Це свідчить про активацію ангіотрофічної та адгезивно-агрегаційної функцій.

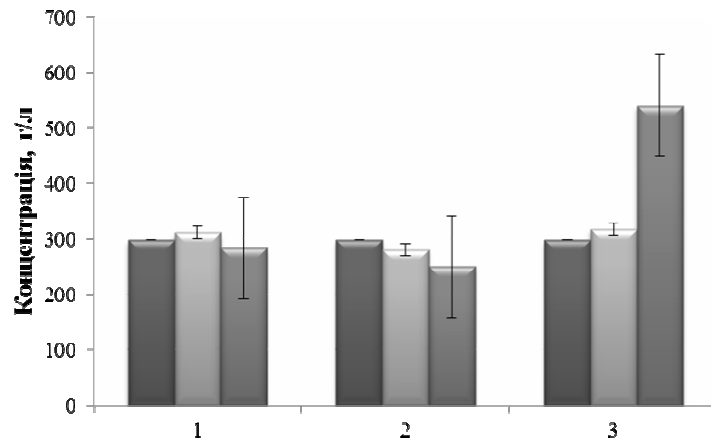


Рис. 3. Динаміка концентрації тромбоцитів у досліджуваних групах (1 – дослідження за місяць вживання питної води, 2 – за два місяці, 3 – за місяць після припинення дослідження; ■ – група 1, ▒ – група 2, ░ – група 3. Норма – 430-1000 г/л).

Кольоровий показник статистично значущо не змінювався в досліджуваних групах. Важливим діагностичним показником є кількість лейкоцитів у циркулюючій крові (рис. 4).

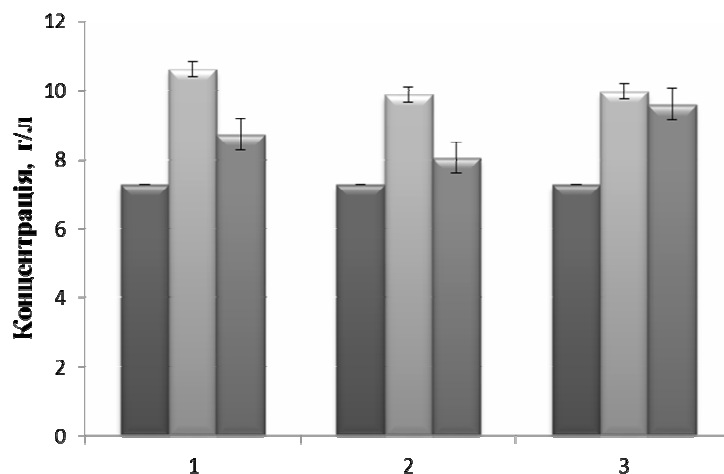


Рис. 4. Динаміка концентрації лейкоцитів у досліджуваних групах (1 – дослідження за місяць вживання питної води, 2 – за два місяці, 3 – за місяць після припинення дослідження; ■ – група 1, ▒ – група 2, ░ – група 3. Норма – 5,0-25,6 г/л).

При дослідженні лейкоцитів встановлено, що і в групі 2 ($(10,60 \pm 0,46)$ г/л, $t=-7,08$, $p=0,00$), і в групі 3 ($(8,72 \pm 1,94)$ г/л, $t=-2,38$, $p=0,02$) відбувалося достовірне зростання концентрації цього показника, порівняно з групою 1 ($(7,28 \pm 2,05)$ г/л) за місяць вживання питних вод. Так, у групі 2 за місяць експерименту цей показник збільшився на 31,32% ($t=-$

7,08, $p=0,001$), за два місяці – на 26,24% ($t=-4,59$, $p=0,00$), після припинення дослідження – також залишався збільшеним на 26,98% порівняно з групою 1 ($t=-4,01$, $p=0,00$). У групі 3 за місяць вживання свіжоталої води концентрація лейкоцитів збільшилася на 16,51% ($t=-2,38$, $p=0,02$), за два місяці експерименту – не відбулося статистично значущих змін, але після припинення дослідження відбулося значуще зростання цього показника ($t=-2,61$, $p=0,01$). Зміни, що відбулися впродовж дослідження, свідчать про активацію клітинного та гуморального імунітету, про збільшення фагоцитарної активності в обстежуваних групах при вживанні як природної, так і свіжоталої питних вод.

При визначенні сегментоядерних нейтрофілів було встановлено, що в групі 2 після місяцю експерименту статистично значущих змін не відбулося, але вже за два місяці відбулося збільшення цього показника на 26,28% ($t=-8,59$, $p=0,00$), порівняно з групою 1, і на 21,79% ($t=-6,27$, $p=0,00$), порівняно з одним місяцем дослідження (рис. 5). Після завершення експерименту за місяць – значення цього показника знизилось, порівняно з двома місяцями дослідження ($t=7,30$, $p=0,00$), але залишалось вищим за значення цього показника в групі 1 ($t=-2,06$, $p=0,04$). У групі 3 за місяць експерименту, як і в групі 2, статистично значущих змін не відбулося, але вже за два місяці відбулося збільшення цього показника на 16,66% ($t=-4,03$, $p=0,00$), порівняно з групою 1, і на 21,79% ($t=-6,18$, $p=0,00$), порівняно з одним місяцем дослідження. Після завершення експерименту за місяць – значення цього показника знизилось, порівняно з двома місяцями дослідження ($t=12,92$, $p=0,00$), і порівняно з групою 1 ($t=7,29$, $p=0,00$). Отримані данні свідчать про активацію клітинного імунітету, а саме: фагоцитарної активності нейтрофілів при вживанні як природної, так і свіжоталої води, однак клінічний ефект природної є більш довготривалим.

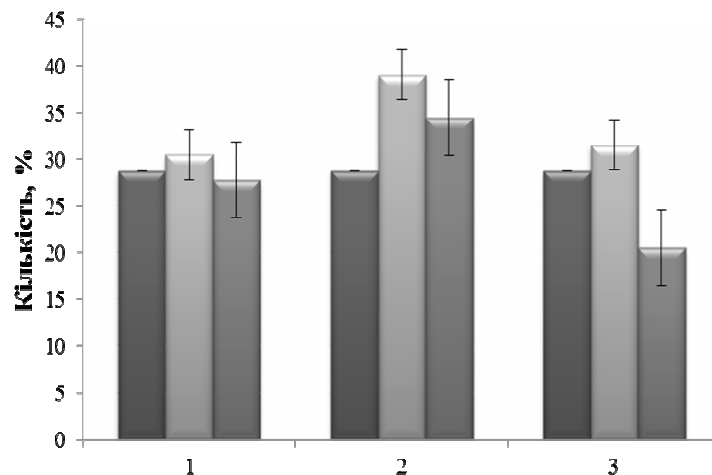


Рис. 5. Динаміка кількості нейтрофілів сегментоядерних у досліджуваних групах (1 – дослідження за місяць вживання питної води, 2 – за два місяці, 3 – за місяць після припинення дослідження; ■ – група 1, ■ – група 2, ■ – група 3. Норма – 18-36%).

При визначенні кількості еозинофілів і базофілів жодних змін не відбувалося, що свідчить про відсутність алергічної дії вживаних природної та свіжоталої питних вод.

При визначенні відсоткового вмісту лімфоцитів у досліджуваній крові було встановлено (рис. 6), що в групі 2 за місяць експерименту значення показника статистично значущо не змінилося, після двох місяців – знизилось на 16,70% ($t=7,94$, $p=0,00$), порівняно з групою 1, і на 13,88% ($t=7,16$, $p=0,00$), порівняно зі значенням цього показника за місяць дослідження. За місяць після припинення дослідження відсотковий вміст лімфоцитів збільшився, порівняно з двома місяцями дослідження ($t=-4,92$, $p=0,00$), та статистично значущо не відрізнявся від групи 1. В групі 3 статистично значущих змін після першого місяцю вживання свіжоталої води не відбулося, але за два місяці дослідження цей показник, як і в групі 2, статистично значущо знизився ($t=4,20$, $p=0,00$), порівняно з групою 1, та з першим місяцем дослідження ($t=7,16$, $p=0,00$). Після припинення дослідження за місяць у цій групі спостерігалася така ж динаміка, як і в групі 2, до зростання значення цього показника,

порівняно з дослідженням за два місяці ($t=-2,64$, $p=0,01$). Отримані дані свідчать про односпрямований вплив досліджуваних питних вод (природної та свіжоталої), а також доводять їхню сприятливу дію.

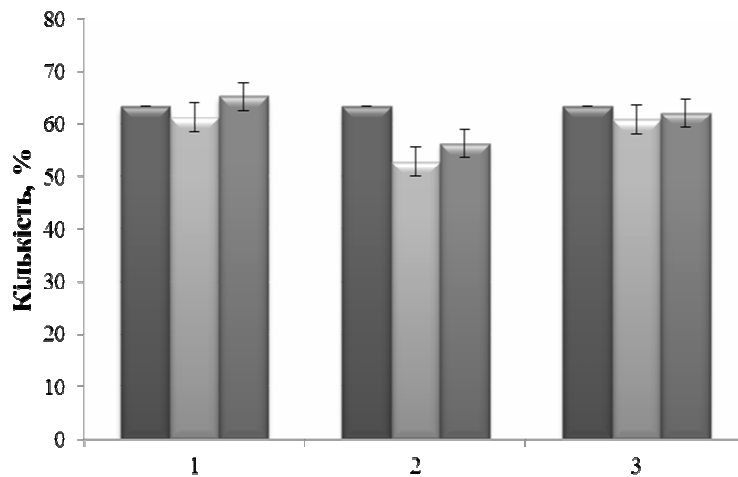


Рис. 6. Динаміка кількості лімфоцитів у досліджуваних групах (1 – дослідження за місяць вживання питної води, 2 – за два місяці, 3 – за місяць після припинення дослідження; ■ – група 1, ▒ – група 2, ▓ – група 3. Норма – 62-75%).

При визначенні відсоткової кількості моноцитів встановлено (рис. 7), що в групі 2 впродовж експерименту не відбувалося статистично значущих змін. У групі 3 відбувалося збільшення кількості моноцитів на 18,65% за місяць вживання свіжоталої води, за два місяці – на 26,13% ($t=-2,28$, $p=0,03$), порівняно з групою 1. Після припинення вживання свіжоталої води спостерігалась тенденція до зниження кількості моноцитів, цей показник статистично значущо не відрізнявся від групи 1. Ці дані доводять те, що при вживанні свіжоталої питної води відбувається активація процесів утворення макрофагів, а вони видаляють з організму відмерлі клітини, залишки зруйнованих клітин, денатурованих білків, беруть участь у регулюванні кровотворення, імунної відповіді, гомеостазі, метаболізмі ліпідів та заліза.

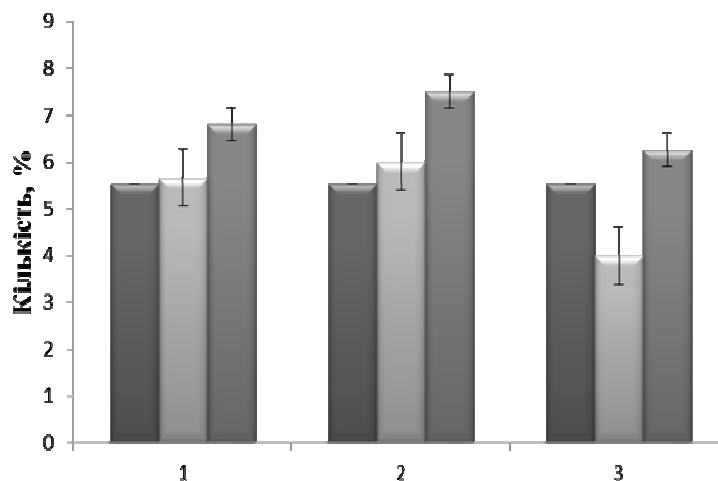


Рис. 7. Динаміка кількості моноцитів у досліджуваних групах (1 – дослідження за місяць вживання питної води, 2 – за два місяці, 3 – за місяць після припинення дослідження; ■ – група 1, ▒ – група 2, ▓ – група 3. Норма – 1-6%).

Висновки

1. Встановлено, що при вживанні природної питної води активується гомеостатична система захисту організму, що проявляється у вигляді вірогідних змін гематологічних показників, а саме: зростання концентрації гемоглобіну на 10%, збільшення питомої ваги

сегментоядерних нейтрофілів на 27%, тромбоцитів – на 5%, лейкоцитів – на 32%, зниженні питомої ваги лімфоцитів на 17%.

2. При вживанні свіжоталої води на вірогідному рівні відбувається активація показників клітинного та гуморального імунітету у вигляді підвищення концентрації лейкоцитів та сегментоядерних нейтрофілів – в 1,2 рази, зниженні питомої ваги лімфоцитів – в 1,1 рази, збільшенні кількості моноцитів в 1,4 рази.

3. Майже всі досліджувані показники після завершення дослідження поверталися до вихідного рівня, що свідчить про досить великий клінічний ефект досліджуваних вод.

4. Таким чином, при вживанні природної та свіжоталої питних вод спостерігається покращення показників клінічного аналізу крові. При цьому відбувається активація клітинної та гуморальної ланок імунітету, що свідчить про покращення функціонального стану системи крові та говорить про високу біологічну цінність досліджуваних питних вод. Отримані данні доводять те, що при вживанні якісної біологічно цінної питної води можна покращити функціональний стан організму в умовах техногенно трансформованого середовища.

Список літератури

1. Avery A. Molecular diagnostics of hematologic malignancies / A. Avery // Topics in companion animal medicine. – 2009. – Vol. 24, № 3. – P. 144–150.
2. Diagnosis of mediastinal masses in dogs by flow cytometry / S. Lana, S. Plaza, K. Hampe and al. // J. Vet. Intern. Med. – 2006. – P. 1161–1165.
3. Говта Л. А. Вода – фактор екологической безопасности / Л. А. Говта, Д. О. Ластков // Екологія промислового регіону: матер. доп. національного екологічного форуму (м. Донецьк, 23-24 травня 2012 р.). – Донецьк, 2012. – Т. 2. – С. 83–85.
4. Державні санітарні правила і норми «Гігієнічні вимоги доводи питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН), затверджені Наказом МОЗ України від 12.05.2010 №400. Зареєстровано Міністерством юстиції України від 1.07.2010 р. за № 452/17747.
5. Ластков Д. О. Опыт и перспективы профилактического и лечебного применения свежетапой воды (обзор) / Д. О. Ластков // Вестник гигиены и эпидемиологии. – 2009. – Т. 13, № 1 (Приложение). – С. 53–56.
6. Козловская Л. В. Учебное пособие по клиническим лабораторным методам исследования / Л. В. Козловская, А. Ю. Николаев. – М.: Медицина, 1984. – 288 с.
7. Якість питної води та її вплив на здоров'я населення / Д. О. Ластков, Л. О. Говта, С. Т. Брюханова, Л. В. Павлович // «Зелена» економіка: перспективи впровадження в Україні: матеріали Міжнародної конференції (Київ, 24–25 квітня 2012 р.). – К.: Центр екологічної освіти та інформації, 2012. – Т. 1. – С. 182–186.
8. Назаренко Г. И. Клиническая оценка результатов лабораторных исследований / Г. И. Назаренко, А. А. Кишкун. – М.: Медицина, 2000. – 544 с.
9. Основы компьютерной биостатистики. Анализ информации в биологии, медицине и фармации статистическим пакетом MedStat / Ю. Е. Лях, В. Г. Гурьянов, В. Н. Хоменко и др. – Д.: Папакица Е. К., 2006. – 214 с.

Говта Л. А., Говта Н. В. Исследование показателей крови при употреблении питьевой воды в условиях техногенно трансформируемой среды. – Приведены основные показатели клинического анализа крови и методы их определения. Исследованы гематологические показатели крови крыс при употреблении разной питьевой воды. Проанализировано колебание показателей клинического анализа крови при условии употребления водопроводной, природной и свежетапой питьевых вод.

Ключевые слова: вода, кровь, клинический анализ, крысы.

Hovta L. A., Hovta N. V. Research of blood indexes at the use of drinking water in conditions of technogenic transformed environment. – Basic indexes of blood clinical analysis and methods of their determination are brought. The hematological indexes of rats' blood are investigated at the use of different drinking water. Oscillation of indexes of blood clinical analysis is analyzed under using plumbing, natural and fresh melt drinking waters.

Key words: water, blood, clinical analysis, rats.

УДК 57.043

© О. И. Доценко, Я. А. Трошинская, Н. Р. Конюхова
**ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ОБРАЗОВАНИЯ МЕМБРАНОСВЯЗАННОГО
ГЕМОГЛОБИНА В ЭРИТРОЦИТАХ ПОД ДЕЙСТВИЕМ НИЗКОЧАСТОТНОЙ
ВИБРАЦИИ**

*Донецкий национальный университет; 83050, г. Донецк, ул. Щорса, 46
e-mail: dots_don@ukr.net*

Доценко О. И., Трошинская Я. А., Конюхова Н. Р. Изучение процессов образования мембраносвязанного гемоглобина в эритроцитах под действием низкочастотной вибрации. – Исследовано влияние низкочастотной вибрации на процессы образования мембраносвязанного гемоглобина. Показано, что вибрация в интервале частот 8-16 Гц, амплитудами $0,5 \pm 0,04$ и $0,9 \pm 0,08$ мм приводит к росту содержания мембраносвязанного гемоглобина в 1,2-1,4 раза относительно начального уровня. При этом в составе мембраносвязанного гемоглобина обнаруживается гемихром. При вибрационном воздействии в интервале частот 20-32 Гц в результате процессов модифицирующего характера и возможных денатурационных изменений белка полосы 3 и его диссоциации на субъединицы связывание гемоглобина с компонентами клетки снижается. Гемихром в составе мембраносвязанного гемоглобина не обнаруживается, что указывает на перестройку липидного бислоя мембраны.

Ключевые слова: гемоглобин, эритроциты, мембраносвязанный гемоглобин, гемихром.

Введение

Согласно современным данным, приблизительно 7-10% гемоглобина (Hb) эритроцитов связано с мембраной [1]. Связывание Hb с мембраной характеризуется определенной специфичностью и не является случайным процессом. Исследования показали, что гемоглобин-связывающие участки на мембране эритроцита при pH 6 характеризуются константами связывания, отличающимися друг от друга на два порядка, что указывает на вовлеченность во взаимодействие как белков, так и мембранных липидов. Гемоглобин-связывающие центры имеют белок полосы 3, спектрин и гликофорин [2, 3].

С цитоплазматическим доменом белка полосы 3 связывается как тетрамерная, так и димерная формы гемоглобина, а также гемихром – низкоспиновая форма метгемоглобина. Связывание гемихромов с цитоплазматическим доменом белка полосы 3 приводит к образованию кластеров и вызывает необратимые изменения в мембране эритроцитов. Полагают [4], что денатурация гемоглобина, образование гемихромов и их взаимодействие с цитоплазматическим доменом белка полосы 3 является естественным сигналом для деструкции эритроцитов *in vivo*. Кластеризация белка полосы 3 вызывает механическое напряжение в пределах цитоскелета мембраны. Поскольку белок полосы 3 является главным связующим звеном спектрина цитоскелета с липидным бислоем, то любые изменения в латеральном распределении белка полосы 3 могут инициировать распад трехмерной актин-спектриновой сети и как следствие гемолиз.

Связывание гемоглобина с мембранными белками существенно зависит от лигандной формы гемоглобина, окислительно-восстановительного состояния белка, степени деградации гликофорина [5] и других факторов. ГЗФД, альдолаза и гемоглобин конкурируют за места связывания с белком полосы 3 эритроцитарной мембраны [1]. Тем самым, мембраносвязанный гемоглобин может оказывать влияние на скорость гликолиза в эритроцитах и регулировать анионный транспот, например Cl⁻, поскольку белок полосы 3 является анионным каналом [6].

Осаждение гемоглобина приводит к связыванию спектриновой сети с белком полосы 3. Спектрин – основной белок цитоскелета эритроцитов, образующий двумерную сеть, к которой крепятся актиновые олигомеры. Факторы, влияющие на связывание гемоглобин-спектрин: 1) утечка ионов K⁺, 2) наличие окислителей, в частности H₂O₂, 3) степень полимеризации спектрина [7]. Окислительная модификация белков способствует появлению кросс-линкерных сшивок между связывающими белками и гемоглобином, усиливая взаимодействие из-за формирования ковалентных связей.

Внешний слой гемопротейна, который прилегает к цитоплазматической мембране, вероятно, испытывает влияние липидной компоненты [1]. Липиды благодаря вращательной изомерии вокруг связи –С–С– способны образовывать «свободные объемы», в которых могут размещаться определенные участки белковых молекул. Появляются поверхностные структуры искаженных полипептидных цепочек, которые передаются к порфириновому центру и влияют на его реакционную способность. Связывание мембранных компонентов с молекулой Hb является, вероятно, крепким.

Таким образом, на основании характера накопления связанной формы гемоглобина в эритроцитах можно судить о процессах, протекающих в клетке, и её жизнеспособности. По данным литературы, накопление агрегированного гемоглобина в примембранных областях [8], вследствие изменения тонких интимных связей в примембранном белково-гемоглобиновом слое, а также между ним и мембраной приводит к снижению резистентности последних к различного рода воздействиям.

В связи с вышесказанным цель работы состояла в исследовании влияния низкочастотной вибрации на процессы ассоциации гемоглобина с компонентами цитоскелета и мембраны эритроцитов.

В задачи исследования входило:

1) проанализировать характер изменения содержания мембраносвязанного гемоглобина в эритроцитах в зависимости от параметров вибрации и времени воздействия в среде, не содержащей глюкозы;

2) показать возможность образования гемихрома в составе эритроцитов в процессе действия вибрации.

В ходе выполнения работы нами получены экспериментальные данные, позволившие с использованием различных методических подходов расширить и детализировать представления по указанной проблеме.

Материалы и методы исследования

В экспериментах использовали свежую кровь доноров примерно одной возрастной группы и одного пола. Эритроциты осаждали центрифугированием. Эритроциты тщательно отмывали от плазмы Na-фосфатным буфером (0,015 М, pH 7,4), содержащим 0,15 моль NaCl (буфер 1). После центрифугирования удаляли надосадочную жидкость и белый опалесцирующий слой лейкоцитов, располагающийся над осадком эритроцитов. Полученная паста эритроцитов использовалась для приготовления суспензии с содержанием гемоглобина $0,01 \pm 0,03$ мг/мл. В качестве среды инкубирования использовали буфер 1. Суспензию эритроцитов подвергали действию низкочастотной вибрации в интервале частот 8-32 Гц с шагом 4 Гц амплитудами $0,5 \pm 0,04$ и $0,9 \pm 0,08$ мм в течение 3-х часов. Вибрацию совершали при помощи вибростенда, который состоял из генератора низкочастотных сигналов синусоидальной формы, усилителя и вибратора, совершающего колебания в вертикальной плоскости с заданной частотой и амплитудой. Экспериментальную кювету, заполненную суспензией эритроцитов, вертикально закрепляли на подвижной части вибратора (в этом случае механические колебания передаются в экспериментальную кювету с незначительными потерями мощности).

До вибрации и каждые 20 мин в процессе вибрации отбирали 2 мл из рабочей суспензии, после чего эритроциты осаждали центрифугированием (2 мин, 3000 об/с). Затем тщательно удаляли надосадочную жидкость, не взмучивая раствор. Эритроциты лизировали, добавляя 5 мл 0,01 М Na-K-фосфатного буфера (pH 7,4). Гемолиз проводили на холоде в течение 30 мин, $T = 4^{\circ}\text{C}$. Тени эритроцитов осаждали центрифугированием (10 мин, 3000 об/с) и надосадочную жидкость тщательно удаляли. Тени эритроцитов отмывали буфером 1, после чего надосадочную жидкость удаляли центрифугированием. Осадок теней ресуспендировали в 4 мл буфера 1. Состояние мембраносвязанного гемоглобина в конечном осадке оценивали методом спектрофотометрии. Спектры поглощения суспензии теней

эритроцитов регистрировали в интервале длин волн от 240 до 660 нм в кюветах с толщиной 1 нм.

О содержании мембраносвязанного гемоглобина судили по интегральной интенсивности полосы поглощения. В качестве контроля использовали содержание мембраносвязанного гемоглобина в эритроцитах до действия на них вибрации. Отдельно изучали влияние среды инкубирования на образование мембраносвязанного гемоглобина. Для оценки поглощения гемихрома использовали прием разностной спектрофотометрии. В основе метода лежат уменьшение интенсивности поглощения в области полосы Core и сдвиг максимума в длинноволновую область при образовании гемихрома. О количестве гемихрома в составе мембраносвязанной фракции гемоглобина судили по разности поглощения в максимуме и минимуме разностного спектра [9].

Все эксперименты выполнялись в трех повторностях. При построении зависимостей, приводимых ниже, использовались усредненные данные. Статистический анализ полученных результатов проводили в программе Statistica. Достоверность различий между среднегрупповыми показателями оценивали с помощью непараметрического рангового критерия Уилкоксона и факторного анализа.

Результаты и обсуждение

Анализ спектров поглощения теней эритроцитов показал, что основной поглощающей компонентой в растворе является гемоглобин. На спектрах регистрировали все характерные полосы для гемоглобина: полосу Core, α - и β -полосы, апобелок. В связи с этим считали, что интенсивность спектра соответствует содержанию мембраносвязанного гемоглобина.

Изменение интегральной интенсивности полос поглощения мембраносвязанного гемоглобина относительно контроля в зависимости от двух факторов – частоты и времени вибрации – при фиксированной амплитуде показано на рис. 1. Частоте 0 на рисунке соответствует изменение содержания мембраносвязанного гемоглобина в эритроцитах, инкубируемых в среде без вибрации. Видно, что 3-х часовое инкубирование эритроцитов в среде Na-фосфатного буфера привело к увеличению содержания мембраносвязанного гемоглобина в 2-2,5 раза относительно начального уровня.

Известно, что образующийся в клетке метгемоглобин может взаимодействовать с липидным бислоем с образованием гемихрома [9]. Проведенный анализ спектров поглощения показал, что в контрольной серии практически весь мембраносвязанный гемоглобин находится в форме гемихрома (рис. 2). Эритроциты, помещенные в среду, не содержащую глюкозу и ионы K^+ , теряют ионы K^+ , связанные с карбоксильными группами клеточных белков, быстро истощаются по АТФ, что ведет к локальной деполяризации внутриклеточной воды и переходу цитоплазмы из геля в золь. Создаются условия для денатурационных изменений в молекуле гемоглобина, который осаждается с внутренней стороны поверхности клетки.

Низкочастотная вибрация исследуемого диапазона частот (8-32 Гц) приводит к снижению накопления мембраносвязанного гемоглобина в эритроцитах в ходе 3-х часового воздействия. Из полученных зависимостей (рис. 1 А, Б) видно, что степень снижения содержания мембраносвязанного гемоглобина существенно зависит от частоты и амплитуды воздействия. Так, если при вибрации с частотами 8-12 Гц, амплитудой $0,5 \pm 0,04$ мм содержание мембраносвязанного гемоглобина увеличивается в 1,5 раза относительно начального уровня после 3-х часового воздействия, то при вибрации с частотами 28-32 Гц содержание мембраносвязанного гемоглобина становится ниже начального уровня на $15,5 \pm 5,5$ и $23,2 \pm 2,6\%$ соответственно (рис. 1, А). Вибрация в интервале частот 20-24 Гц, амплитудой $0,5 \pm 0,04$ мм не приводит к накоплению мембраносвязанного гемоглобина относительно начального уровня в течение 3-х часов воздействия. Увеличение амплитуды вибрации приводит к большему накоплению мембраносвязанного гемоглобина, однако его содержание остается ниже, по сравнению с инкубированием без вибрации. 3-х часовое вибрационное воздействие интервала частот 8-20 Гц с амплитудой $0,9 \pm 0,08$ мм приводит к

росту содержания мембраносвязанного гемоглобина в 1,2-1,5 раза по сравнению с начальным уровнем (рис. 1 Б). Достоверных изменений содержания мембраносвязанного гемоглобина при вибрационном воздействии с частотой 24 Гц зафиксировано не было, а воздействие с частотами 28-32 Гц также вызвало падение содержания мембраносвязанного гемоглобина, однако эта величина не превысила 15-20%.

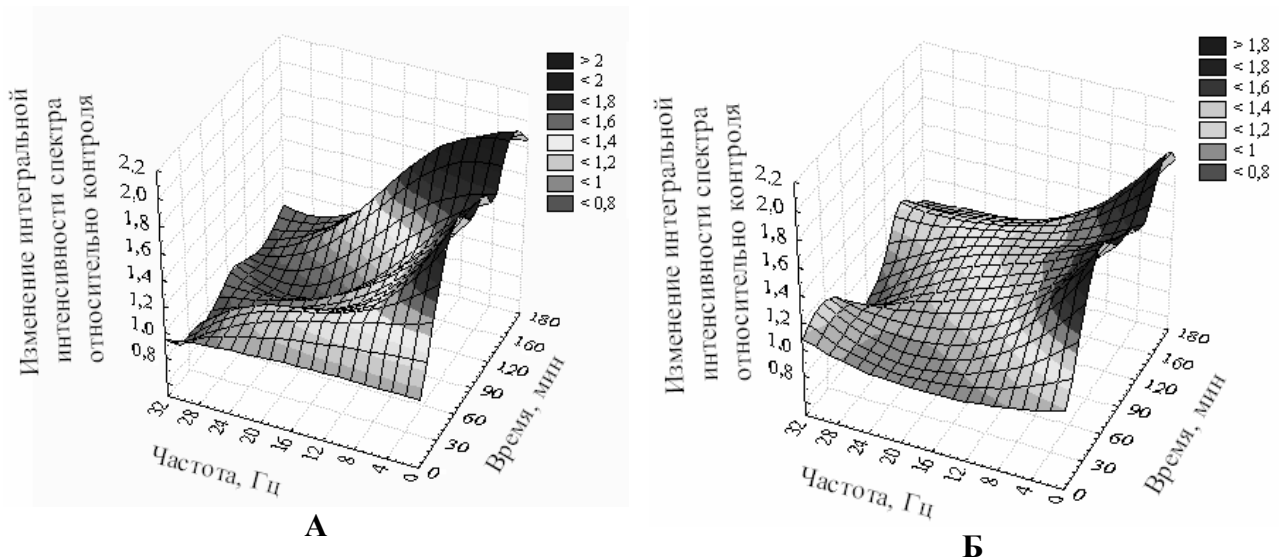


Рис. 1. Частотно-временная зависимость изменения содержания мембраносвязанного гемоглобина: А – амплитуда $0,5 \pm 0,04$ мм, Б – амплитуда $0,9 \pm 0,08$ мм.

Накопление гемихрома в эритроцитах, подвергающихся действию низкочастотной вибрации, показано на рис. 2 А, Б. Как отмечалось ранее, образование гемихрома и его связывание с цитоплазматическим доменом белка полосы 3 приводит к его кластеризации и вызывает необратимые изменения в мембране эритроцитов [3, 4].

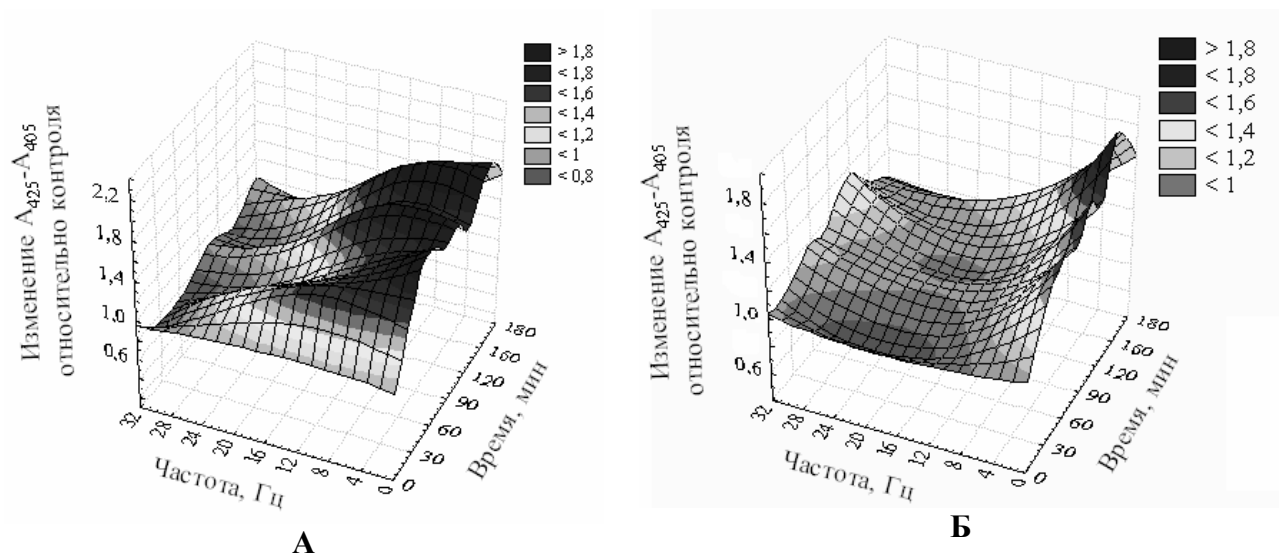


Рис. 2. Частотно-временные зависимости изменения содержания гемихрома в эритроцитах: А – амплитуда $0,5 \pm 0,04$ мм, Б – амплитуда $0,9 \pm 0,08$ мм.

Видно, что существенное накопление гемихрома происходит при вибрационном воздействии в частотном интервале 8-12 Гц, амплитудой $0,5 \pm 0,04$ мм (рис. 2 А) и 8 Гц, амплитудой $0,9 \pm 0,08$ мм (рис. 2 Б). При вибрационном воздействии других частот и амплитуд накопления гемихрома в эритроцитах не наблюдалось. Так как гемихром образует

довольно прочные комплексы с липидной компонентой клетки, снижение связывания может указывать на перестройку липидного бислоя мембраны.

Полученные данные по накоплению мембраносвязанного гемоглобина и гемихрома хорошо согласуются с данными по влиянию вибрации на гемолитическую устойчивость эритроцитов [10]. Ранее было показано, что вибрация в интервале частот 8-16 Гц, амплитудой $0,5 \pm 0,04$ мм и 8 Гц, амплитудой $0,9 \pm 0,08$ мм вызывает деструктивные перестройки водно-белкового состава цитоплазмы, приводящие к снижению барьера проницаемости для ионов H^+ . Поступление H^+ в клетку идет с участием белка полосы 3. Прохождение H^+ через анионный обменник является лимитирующей стадией гемолиза. Для нормального функционирования канала белок полосы 3 должен находиться в олигомерной форме. Кластеризация белка полосы 3, инициируемая осаждением гемоглобина, вызывает не только механические напряжения в клетке, но и приводит к формированию дополнительного количества каналов, облегчая поступление H^+ в эритроцит [10].

При вибрационном воздействии интервала частот 20-32 Гц снижается связывающая способность гемоглобин-белок. Ранее было показано, что в этом частотном диапазоне возрастает устойчивость эритроцитов к действию гемолитических агентов.

Как известно [11], при восприятии различных внешних сигналов плазматической мембраной клетки происходит включение трех основных систем регуляции: ионтранспортирующих систем, системы метаболизма фосфатидилинозитов, аденилатциклазной системы, изменяющих содержание вторичных мессенджеров в клетке. Прямо или косвенно активированные внешним сигналом регуляторные системы влияют на состояние белков цитоскелета. Известно, что клеточные мембраны являются носителями электрического заряда. Богатая белками клеточная поверхность эритроцита несет на себе «отрицательный» заряд и имеет умеренную гидратацию на полярных участках. Снижение заряда или полярности мембраны изменяет гидрофобность и увеличивает проницаемость мембраны. Рост отрицательного заряда или дегидратация оказывает противоположное действие. Наряду с естественными денатурирующими факторами, такими как пониженное рН, возникновение тепловых, солевых стрессов, отрицательно заряженная мембранная поверхность может служить умеренно денатурирующим агентом в клетке благодаря усилению электростатических взаимодействий на границе раздела водной и неполярной фаз. В результате этого мембрана переходит в отличное от нативного состояние, которое позволяет клетке функционировать в ином физиологическом режиме [12], так как при этом изменяется работа ион-транспортных систем, включение вторичных мессенджеров (особенно кальций-опосредованного механизма регуляции), направленных на перестройку структурно-функционального состояния клетки в целом. Ранее было показано [13], что низкочастотная вибрация растворов олигомерного фермента приводит к денатурационным изменениям в области активного центра, следствием чего является образование различных олигомерных интермедиатов, среди которых присутствуют как частично денатурированные, так и диссоциированные формы. Таким образом, возможными причинами, приводящими к снижению связывания гемоглобина с компонентами клетки при действии вибрации частотного диапазона 24-32 Гц, могут быть денатурационные изменения белка полосы 3, его диссоциация на субъединицы в результате изменения заряда мембранной поверхности клетки.

Выводы

1. Инкубирование эритроцитов в среде, не содержащей глюкозы, приводит к увеличению в них содержания мембраносвязанного гемоглобина в 2-2,5 раз по сравнению с начальным уровнем, при этом практически весь мембраносвязанный гемоглобин находится в форме гемихрома.

2. Вибрация в интервале частот 8-16 Гц, амплитудами $0,5 \pm 0,04$ и $0,9 \pm 0,08$ мм приводит к росту содержания мембраносвязанного гемоглобина в 1,2-1,4 раза относительно

начального уровня. При этом в составе мембраносвязанного гемоглобина обнаруживается гемихром.

3. При вибрационном воздействии интервала частот 20-32 Гц в результате процессов модифицирующего характера и возможных денатурационных изменений белка полосы 3 и его диссоциации на субъединицы связывание гемоглобина с компонентами клетки снижается. Гемихром в составе мембраносвязанного гемоглобина не обнаруживается, что указывает на перестройку липидного бислоя мембраны.

Список литературы

1. Вальовка Г. Й. Фізико-хімічна характеристика і функціональні властивості мембранозв'язаного гемоглобіну / Г. Й. Вальовка, В. І. Назаренко, В. М. Коробов, М. М. Великий // Укр. біохім. журн. – 1997. – Т. 70, № 6. – С. 59–63.
2. Shaklai N. Hemoglobin binding sites on red cell membrane. Classification and Localization of hemoglobin binding sites on the red blood cell membrane / N. Shaklai, J. Yguerabide, H. M. Ranney // Biochemistry. – 1977. – V. 16, № 25. – P. 5593–5597.
3. Datta P. Membrane interactions of hemoglobin variants, HbA, HbE, HbF and globin subunits of HbA: Effects of aminophospholipids and cholesterol / P. Datta, S. Chakrabarty, A. Chakrabarty, A. Chakrabarti // Biochimica et Biophysica Acta. – 2008. – 1778. – P. 1–9.
4. Schluter K. Co-clustering of denatured hemoglobin with band 3: Its role in binding of autoantibodies against band 3 to abnormal and aged erythrocytes (Heinz body anemia/sickle cell anemia/aging/transmembrane signaling) / K. Schluter, D. Drenckhahn // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. – 1986. – Vol. 83. – P. 6137–6141.
5. Claster S. Degradation of erythrocyte glycophorin results in increased membrane bound haemoglobin. / S. Claster, E. White, V. Woolworth, A. Quintanilha // Archives of biochem. and biophys. – 1991. – V. 285, № 1. – P. 147–152.
6. Teti D. Anion transport in normal erythrocytes, sickle red cells, and ghosts in relation to hemoglobins and magnesium / D. Teti, I. Venza, M. Crupi, M. Busà, S. Loddo, L. Romano // Arch. Biochem. Biophys. – 2002. – V. 403 (2). – P. 149–154.
7. Sauberman N. Spectrin-haemoglobin crosslinkages associated with in vitro oxidant hypersensitivity in pathologic and artificially dehydrated red cells / N. Sauberman, N. L. Fortier, W. Joshi, J. Piotrowski, L. M. Snyder // British Journal of Haematology. – 1983. – 54. – P. 15–28.
8. Петренко Ю. М. Агрегация гемоглобина в эритроцитах как фактор нарушения их структурно-функциональной целостности // Ю. М. Петренко, Ю. А. Владимиров / Гематология и трансфузиология. – 1987. – № 1. – С. 44–47.
9. Андреев Г. М. Образование гемихрома при взаимодействии гемоглобина полярными производными фосфатидилхолина / Г. М. Андреев, М. А. Кисель // Биоорганическая химия. – 1997. – Т. 23, № 4. – С. 290–293.
10. Доценко О. И. Исследование влияния низкочастотной вибрации на кислотно-резистентность эритроцитов / О. И. Доценко, А. М. Мищенко // Вісник Дніпропетровського університету. Сер. Біол. Екол. – 2011. – Вип. 19, т. 1. – С. 22–30.
11. Белоус А. М. Молекулярная динамика белков цитоскелета в норме и при воздействии температурно-осмотических факторов / А. М. Белоус, Н. Г. Землянских // Проблемы криобиологии. – 1994. – № 1. – С. 14–24.
12. Басова Л. В. Влияние модельных фосфолипидных мембран на структуру холомиоглобина: конформационные изменения при pH 6.2 / Л. В. Басова, Е. И. Тиктопуло, В. Е. Бычкова // Мол. биол. – 2005. – Т. 39. – С. 120–128.
13. Тарадина Г. В. Олигомерные интермедиаты каталазы в растворе при действии низкочастотной вибрации / Г. В. Тарадина, О. И. Доценко // Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону. – 2011. – № 1 (11). – С. 323–329.

Доценко О. І., Трощинська Я. А., Конохова Н. Р. Вивчення процесів утворення мембранозв'язаного гемоглобіну в еритроцитах під дією низькочастотної вібрації. – Досліджено вплив низькочастотної вібрації на процеси утворення мембранозв'язаного гемоглобіну. Показано, що вібрація в інтервалі частот 8-16 Гц, амплітудами $0,5 \pm 0,04$ і $0,9 \pm 0,08$ мм приводить до зростання вмісту мембранозв'язаного гемоглобіну в 1,2-1,4 рази відносно початкового рівня. При цьому у складі мембранозв'язаного гемоглобіну виявляється геміхром. При вібраційній дії в інтервалі частот 20-32 Гц у результаті процесів модифікуючого характеру і можливих денатураційних змін білку смуги 3 і його дисоціації на субодиниці зв'язування гемоглобіну з компонентами клітини знижується. Геміхром у складі мембранозв'язаного гемоглобіну не виявляється, що вказує на перебудову ліпідного бішару мембрани.

Ключові слова: гемоглобін, еритроцити, мембранозв'язаний гемоглобін, геміхром.

Dotsenko O. I., Troshchynskaya Ya. A., Konyukhova N. R. Studying of membrane-bound hemoglobin formation processes in erythrocytes under the influence of low-frequency vibration. – Influence of low-frequency vibration on processes of formation of membrane-bound hemoglobin was investigated. It was shown that vibration in the range of frequencies 8-16 Hz with amplitudes $0,5 \pm 0,04$ and $0,9 \pm 0,08$ mm leads to growth up in 1,2-1,4 times compare to initial level of the membrane-bound hemoglobin concentration. Herewith hemichrome was found as a part of membrane-bound hemoglobin. At vibration influence in the range of frequencies 20-32 Hz, as a result of modifying processes and possible denaturation changes of band 3 protein and its dissociation to subunits, binding of hemoglobin with cell components decreases. Hemichrome as a part of membrane-bound hemoglobin was not found that points to reorganization of membrane lipid bilayer.

Key words: hemoglobin, erythrocytes, membrane-bound hemoglobin, hemichrome.

УДК 577.3

© А. А. Зінченко, В. М. Шаталов

ВПЛИВ ЦЕНТРИФУГУВАННЯ ПЛАЗМИ КРОВІ НА ФУНКЦІОНАЛЬНУ АКТИВНІСТЬ ТРОМБОЦИТІВ *IN VITRO*

Донецький національний університет; 83050, м. Донецьк, вул. Щорса, 46
e-mail: vladishat@gmail.com

Зінченко А. А., Шаталов В. М. Вплив центрифугування плазми крові на функціональну активність тромбоцитів *in vitro*. – Досліджено *in vitro* зміну функціонування тромбоцитів у відповідь на видалення з плазми розчинених газів. Дегазація зразків плазми проводилася за допомогою центрифугування за раніше розробленою методикою. Показано, що дегазація призводить до значного зростання як спонтанної, так і індукованої агрегації, і додавання інгібітору агрегації аспірину не змінює картину незалежно від дози. Зроблено висновок про можливу причину підвищення ризику тромбоутворення *in vivo* внаслідок неконтрольованих зовнішніх впливів.

Ключові слова: кров, повітря, бульбашки, дегазація, тромбоцити, агрегація, аспірин, серцево-судинні захворювання.

PACS: 87.19.U-;87.50.-a;87.55.ne

Вступ

Як відомо, система гемостазу складається з ферментів і інших біохімічних факторів плазми, тромбоцитів й інтимі кровоносних судин. Із фізіологічної точки зору виділяють судинно-тромбоцитарний гемостаз, який здійснює первинну реакцію на ушкодження судин мікроциркуляційного русла [1, 2]. Він формується судинною стінкою й тромбоцитами, які забезпечують зупинку кровотечі на початкових етапах через рефлекторний спазм судин з адгезією й агрегацією тромбоцитів. При активації тромбоцитів виникає однотипна реакція, що завершується активацією фосфоліпази. У результаті мембрана кліток стає податливою й може вступати в контакт із сусідніми клітками, через що тромбоцити можуть агрегувати один з одним і утворювати тромбоцитарний тромб. Активування тромбоцитів – дуже важливий етап гемостатичного процесу, тому що він лежить в основі як нормального гемостазу, так і патологічного утвору тромбів і дісимільованого внутрішносудинного згортання. Постійне надлишкове активування тромбоцитів – один з істотних етапів атерогенезу й судинних поразок.

Відомо, що будь-яке біологічне порушення системи гемостазу приводить до ненадійності функціонування регуляторних механізмів і виникненню передтромбозного стану [1, 2]. Самостійною причиною розвитку гострого коронарного синдрому є вікові зміни гемостазу, існуює також ряд інших факторів, які можуть прискорити розвиток ішемічного процесу. У дослідженнях окремих ланцюжків гемостазу показано [3], що при коронарному тромбозі в'язкість крові підвищується в 5-10 разів і головна роль у такому процесі належить саме судинно-тромбоцитарним взаємодіям. За деякими даними [4], у хворих з гострою серцевою недостатністю значно підвищується ступінь агрегації тромбоцитів паралельно зі зміною концентрації фібриногену, тромбінового часу й інших біохімічних показників, що характеризують важкість захворювання. У зв'язку з цим комплексна терапія хворих включає такі препарати, які впливають на функціональний стан системи гемостазу. Так, аспірин і його аналоги (кардіомагніл, тромбоас) широко використовується в кардіологічній практиці для зниження агрегації тромбоцитів [5]. Метод профілактики ішемічної хвороби серця шляхом приймання міні-доз аспірину одержав широке поширення в розвинених країнах.

У цьому зв'язку в цій роботі досліджується зміна інгібірующої дії аспірину та швидкості агрегації тромбоцитів у плазмі, з якої вилучені розчинені гази, й обговорюються можливі причини спостережуваних при цьому змін функцій тромбоцитів.

Передумовою для проведення таких досліджень є повідомлення, які з'являються останнім часом [6], про біологічні ефекти, що пов'язані з розчиненим у рідині повітрям. Результати багатьох робіт указують на визначальну роль границі розділу вода-повітря як при контакті з атмосферою, так і в мікробульбашках, які спонтанно утворюються в об'ємі води

через гідрофобність розчиненого повітря. Те ж саме відноситься й до біорідини на основі води. Автори роботи [7], дослідивши поведінку швидкості осідання еритроцитів при компресії й декомпресії, доходять висновку, що отримані результати можна пояснити, якщо припустити існування пов'язаних з еритроцитами газових порожнин. Згідно [7] ці порожнини, можливо, існують у вигляді кластерів із дрібних порожнеч і мають вільну границю з рідиною, подібно тому, як це влаштоване в клітках фітопланктону. Зовсім недавно існування бульбашок або їх кластерів на поверхні еритроцита було підтверджено методом лазерної інтерференційної мікроскопії [8]. Видалення розчиненого повітря (або дегазація) змінює фізико-хімічні властивості біорідини, такі як електропровідність, кислотність, прозорість [9], що позначається на медико-біологічних показниках [10]. Дегазація плазми крові *in vitro* суттєво змінює такі показники, як активність системи, що згортає кров [11], зміст глюкози в крові [12], швидкість осідання еритроцитів [13] та ін.

Одним з авторів запропонована теоретична модель [14], згідно з якою тривалий вплив слабких електромагнітних полів приводить до росту мікробульбашок і дегазації біорідини, тобто до зміни співвідношення між кількістю газу у вигляді дійсного розчину й у колоїді з мікробульбашок. Задача про вплив такого процесу на функції біорідини є досить актуальною в зв'язку зі зростаючим забрудненням навколишнього середовища електромагнітними полями від промислових та побутових джерел. Існування такого зв'язку могло б пояснити тенденцію до росту частоти серцево-судинних захворювань (ССЗ), що намітилася в останні роки в промислово розвинених країнах. Тому, на нашу думку, питання про вплив газів, що розчинені в крові, на функціональну активність тромбоцитів є досить актуальним.

Матеріали та методи дослідження

Готування зразків. Матеріалом для дослідження слугувала збагачена тромбоцитами плазма з крові здоровіших донорів. Перед узяттям крові в пробірки обсягом 10 мл наливали по 1 мл антикоагулянту, як антикоагулянт використовували 130 мМ розчин цитрату натрію. Кров брали по два зразки від кожного донора з ліктьової вени по 9мл у кожен пробірку, доводили до 10 мл, закривали пробкою й негайно перемішували. Для одержання плазми зразки центрифугували протягом 7 хвилин на швидкості 2000 об./хв. (більш тривале обробка приводить до збідніння плазми тромбоцитами). Після чого з кожного зразка обережно відбирали 2.5 мл верхнього шару – зразки готової плазми (позначка «норма» в табл. 1).

Дегазація зразків. Дегазація плазми проводилася за допомогою центрифугування зразків за раніше розробленою методикою [11-13]. Дегазація під час центрифугування здійснюється за рахунок, по-перше, підвищення тиску в рідині, внаслідок чого за законом Генрі газ переходить із розчину в бульбашки. А по-друге, багаторазово збільшена сила Архімеда пришвидшує спливання мікробульбашок. Крива на рис. 1 зв'язує тривалість центрифугування зі ступенем дегазації плазми крові.

При цьому визначення змісту газів, розчинених у плазмі крові, проводилось в окремих пробах без доступу повітря при атмосферному тиску 743 mmHg на модульному аналізаторі OMNI C фірми Roche (Швейцарія). Для цього плазма попередньо відділялася від еритроцитів після 15 хвилин центрифугування при 3000 об./хв. і температурі 4°C. Потім при кімнатній температурі частина плазми витримувалася в центрифугі при 3000 об./хв. протягом t_d хвилин, а інша частина залишалася як контроль.

У цій роботі дегазація здійснювалася додатковим центрифугуванням зразків протягом $t_d = 15$ хв. на 3000 об./хв., після чого обережно, не струшуючи, перемішували плазму напівавтоматичною піпеткою з пластиковим наконечником. Відповідно до рис. 1 така процедура додатково видаляє з плазми 70% O_2 і 85% CO_2 . Оброблені таким чином зразки мають позначки «дегазація» в табл. 1.

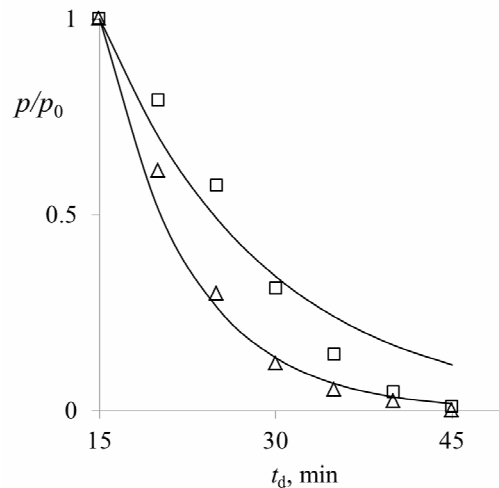


Рис. 1. Парціальний тиск розчиненого кисню (квадрати) і вуглекислого газу (трикутники) у зразках плазми крові залежно від тривалості центрифугування t_d при 3000 об./хв. щодо контрольного тиску p_0 ; безперервні лінії – інтерполяційні формули $\exp(-t_d/14)$ і $\exp(-t_d/7,5)$ відповідно (за даними [13]).

Інгібітори агрегації. В окремі зразки плазми додавали суспензію аспірину з розрахунку відповідної дози 250, 325, 500 мг аспірину на людину на добу. Мікродози аспірину одержували із препаратів ацетилсаліцилової кислоти виробників Україна ВАТ «Фармак» (Київ) і ТВО «Фармацевтична Компанія Здоров'я» (Харків). З таблеток готували навішення по 0,025; 0,035; 0,05 мг і розчиняли в 5 мл стерильного ізотонічного розчину натрію хлориду й центрифугували 15 хвилин при 3000 об./хв., фільтрували через бактеріальний фільтр. Потім робили добавки з розрахунку 10 мкл фільтрату й 10, 30, 40 мкл ізотонічного розчину для моделювання в кровеноснім руслі відповідних доз добового приймання 250, 325, 500 мг аспірину. Чотири різні зразки плазми поміщали в імунологічні планшетки 8 x 12 по 8 проб кожного зразка. Потім у кожний зразок вносили 80, 60 і 50 мкл плазми й інкубували 15 хвилин при температурі 37°C. По закінченню інкубації проби плазми вносили в агрегометр. У різних серіях спроб поряд зі спонтанною агрегацією в якості індукторів агрегації використовувалися адреналін і аденозін-5'-діфосфат (АДФ).

Індуктори агрегації. Досліджувалася спонтанна агрегація, агрегація під дією низьких концентрацій індукторів, а також агрегація зразків, перемішаних із суспензією дезагрегатора (аспірину). Як індуктори агрегації нормальної й дегазованої плазми застосовувалися адреналін і АДФ. Останній готували з розчину АДФ фірми Serva с М=529 у концентрації 155 мкМ. Проби з нормальною й дегазованою плазмою індукували при 37°C додаванням 0,1 мкл АДФ. У плазму з аспірином додавали 0,5 мкл АДФ.

Визначення функціональної активності тромбоцитів. Ступінь агрегації тромбоцитів A визначався на агрегометрі фірми TECAN (Австрія) високочутливим турбідиметричним методом Борна [15], заснованим на реєстрації зміни світлопрозорості збагаченої тромбоцитами плазми. Показник агрегації визначали за кривою світлопрозорості як максимальне збільшення світлопрозорості після додавання індуктора. При дослідженні спонтанної агрегації в зразках із суспензією аспірину, індукованої 0,5 мкл АДФ, визначали дві показникові агрегації за двома максимумами та швидкість агрегації, яку визначали як максимальний спад кривої середнього розміру у відносних одиницях. Середній розмір агрегатів у даних зразках плазми зростав монотонно, тому для розумної інтерпретації показник агрегації визначали через 5 хвилин після початку перемішування, як рекомендовано для пацієнтів з ішемічною хворобою серця, що проходять медикаментозну терапію.

Аналогічні дослідження проводили з дегазованою плазмою, при цьому попередньо перед інкубацією для зменшення контакту з повітрям закривали імунологічну планшечку

чистим фрагментом поліетиленової плівки. Для контролю були також проведені виміри з частиною зразків, що не зазнали ніякої обробки. Ці значення приймалися за норму для кожного зразка, відносно якої визначалися зміни в результаті того або іншого впливу.

Результати та обговорення

Табл. 1 містить усереднені результати вимірів із вказівкою стандартних відхилень. Фактори впливу й методи агрегації перераховані в заголовках стовпців і рядків відповідно. Дія кожного з 10 факторів, а також контрольні спроби перевірялися на чотирьох зразках у восьми повторностях. Маючи на меті прослідкувати за тенденцією змін активності тромбоцитів, ми наводимо лише відносні зміни, оскільки зразки плазми різних донорів мають зазвичай різні абсолютні значення ступені агрегації. Для кожної серії спроб обчислювалася величина зміни відносно контролю $\Delta A/A$, результати усереднилися за 8 повторностями з обчисленням стандартного відхилення, а потім ці значення усереднилися за чотирма різними зразками для кожного з діючих факторів і методів агрегації.

Таблиця 1

Зміни ступеня спонтанної, адреналін- та АДФ-індукованої агрегації тромбоцитів $\Delta A/A$ під дією різних факторів (у відсотках щодо контролю)

Серія	Фактор \ Метод	Спонтанна (Sp)	Адреналін (Adr)	АДФ (ADP)
1	Норма + 250 мг Аспірину	-60 ± 14	-48 ± 2	-30 ± 4
2	Норма + 325 мг Аспірину	-61 ± 7	-50 ± 3	-31 ± 4
3	Норма + 500 мг Аспірину	-60 ± 8	-51 ± 3	-39 ± 3
4	Дегазація + 0 мг Аспірину	248 ± 23	46 ± 5	56 ± 5
5	Дегазація + 250 мг Аспірину	267 ± 22	59 ± 6	54 ± 5
6	Дегазація + 325 мг Аспірину	266 ± 21	62 ± 6	52 ± 6
7	Дегазація + 500 мг Аспірину	267 ± 20	64 ± 6	51 ± 6
8	Норма + Дегазація + 250 мг Аспірину	16 ± 12	-20 ± 4	-15 ± 6
9	Норма + Дегазація + 325 мг Аспірину	21 ± 9	-21 ± 4	-15 ± 5
10	Норма + Дегазація + 500 мг Аспірину	23 ± 13	-21 ± 5	-14 ± 4

Результати контрольних вимірів ступеню агрегації для зразків, що не зазнали ніякої обробки, були такі: $A = 20,8 \pm 1,1$, $49,7 \pm 1,5$ і $50,6 \pm 1,6\%$ відповідно для спонтанної, адреналін- і АДФ-агрегації. Таким чином, за нормальних умов індуктори прискорюють спонтанну агрегацію у 2,5 разів.

На рис. 2 отримані результати представлені у вигляді гістограми. Як видно з рис. 2, ступінь спонтанної й індукованої агрегації тромбоцитів суттєво зменшується при додаванні аспірину (серії 1-3), що відповідає загальноприйнятим уявленням про інгібувальну дію аспірину. Слабка залежність від дози свідчить про те, що концентрація інгібітору близька до насичення.

Дегазація зразків плазми приводить до значного росту як спонтанної, так і індукованої агрегації, і додавання аспірину не міняє картину незалежно від дози (серії 4-7). Крім того, дегазація зменшує в кілька раз ефективність дії індукторів агрегації. У контрольних зразках швидкості адреналін- або АДФ-індукованої агрегації в кілька разів перевищували швидкість спонтанної агрегації, але в дегазованих зразках дія індукторів ослаблена. Як видно з рис. 2, найбільші зміни в порівнянні з контролем спостерігаються при спонтанній агрегації тромбоцитів, додавання індукторів слабо міняє ступінь агрегації, оскільки дегазація сама по собі діє як індуктор агрегації. У дегазованих зразках плазми вже в першу хвилину спостерігалася різке збільшення світлопрозорості плазми, що свідчить про бурхливу агрегацію тромбоцитів. Можна говорити про гіперактивацію тромбоцитів або про «синдром в'язких тромбоцитів». Слід відмітити появу необоротної агрегації в дегазованих зразках плазми при стимуляції АДФ і адреналіном у концентраціях, що викликають у нормі

оборотну агрегацію. Спільна дія дегазації й індукторів приводить до перевищення межі оборотної агрегації. Така ж підвищена агрегація спостерігається у всіх досліджуваних зразках плазми з аспірином. Агрегація не знижується навіть при збільшенні концентрації аспірину вдвічі.

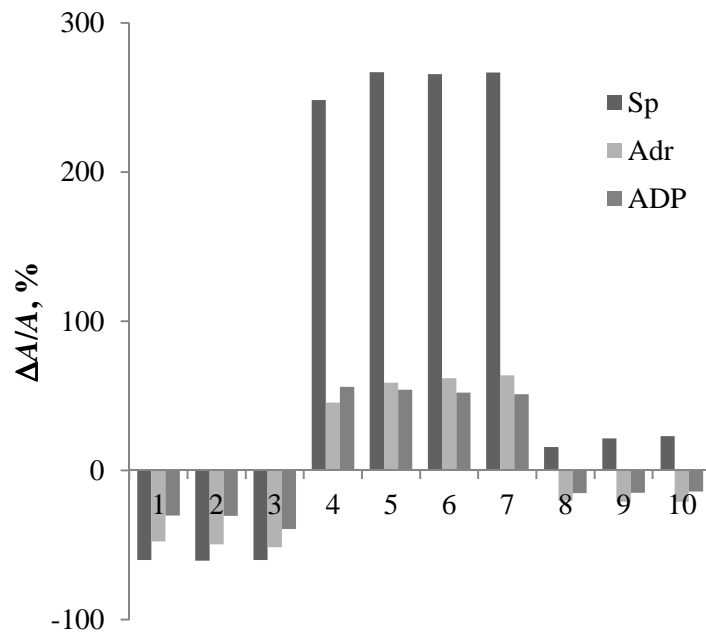


Рис. 2. Результати 10-ти серій дослідів зміни ступеня спонтанної (Sp), адреналін (Adr) та АДФ (ADP) індукованої агрегації тромбоцитів $\Delta A/A$ (у відсотках щодо контролю) під дією 10-ти різних факторів, що наведені у табл. 1.

Для підтвердження інгібуючої дії розчинених газів дегазовані зразки плазми змішувалися з рівною кількістю нормальної плазми (серії 8-10). Відповідно концентрація аспірину в таких зразках зменшувалася, а вміст O_2 і CO_2 збільшувався вдвічі. За таких умов спостерігалось істотне зниження спонтанної й інгібування, хоч і менш ефективне, індукованої агрегації тромбоцитів. Як видно з рис. 1, ефективність інгібування в два-три рази нижче, ніж у нормі. Цей факт указує на зниження чутливості тромбоцитів до аспірину при зменшенні концентрації розчиненого в плазмі повітря або на неефективність аспірину в дегазованій плазмі.

Таким чином, після часткової дегазації плазми формені елементи системи, що згортає кров, мають, по-перше, підвищену агрегацію, а по-друге, повну відсутність чутливості до дезагрегатору *in vitro*. Відомо, що агрегація є об'єднанням або укрупненням часток дисперсних і колоїдних систем під дією молекулярних і міжмолекулярних сил притягання. При дегазації плазми процес злипання окремих тромбоцитів один з одним підсилюється, утворюються більші агрегати, які не здатні втримуватися в зваженому стані. Процес седиментації колоїду підсилюється, а значить, швидкість коагуляції збільшується. Можливо, що цей ефект пояснюється зміною розподілу заряду на тромбоцитах при видаленні розчинених газів або зміною ступені гідратації білкових молекул плазми крові. Погіршення функціональної активності тромбоцитів при зміні концентрації розчинених газів може вплинути на мікроциркуляцію й суттєво сповільнити або повністю зупинити кровоток (стаз).

Отримані результати свідчать про підвищення ризику несприятливих наслідків у випадку можливої дегазації крові *in vivo*. Досить незначного зменшення концентрації розчиненого повітря достатньо для того, щоб одночасно змінити більше трьох маркерів системи, що згортає кров, і викликати появу тромбів. Розчинене повітря представляється як система «плаваючих пасток» [11], що діє винятково на гальмування активації тромбоцитів *in vivo*, а зниження його концентрації в якій-небудь зоні судинного русла може привести не

тільки до агрегації, але й запуску системи згортання по внутрішньому шляхові, оскільки фосфоліпіди агрегуючих тромбоцитів активують фактор XII. Як показано раніше [11], повна дегазація плазми збільшує активність системи, що згортає кров, у кілька раз. За таких умов небажаний ефект проявляється в зниженні антитромбінової активності при дегазації, що може викликати зміни в кровоносних судинах.

Таким чином, отримані в цей роботі зміни функціонування тромбоцитів і системи згортання крові *in vitro* у відповідь на видалення розчинених газів, можливо, є причиною підвищення ризику тромбоутворення *in vivo* внаслідок неконтрольованих зовнішніх впливів, як, наприклад, перепади атмосферного тиску або поля електромагнітного забруднення, що приводять до росту мікробульбашок і дегазації біорідини.

Питання про зв'язок між ростом мікробульбашок і розвитком тромбозів, тромбофілій, тромбоваскулітів і тромбоземорагічного синдрому потребує подальшого вивчення.

Подяки

Автори висловлюють щирі подяку В. А. Березовському за обговорення результатів роботи та критичні зауваження.

Список літератури

1. Балуда В. П. Физиология системы гемостаза / В. П. Балуда, М. В. Балуда, И. И. Деянов и др. – М: Медицина, 1995. – 245 с.
2. Баркаган З. С. Механизмы формирования и маркеры предтромботического статуса у пожилых людей / З. С. Баркаган // Клиническая геронтология. – 1996. – № 3. – С. 53–56.
3. Карпунькина Т. И. Соотношение липидной и белковой частей в бета-липопротеидах сыворотки крови больных сахарным диабетом и ишемической болезнью сердца / Т. И. Карпунькина // Лабораторная диагностика. – 2000. – № 3. – С. 58–60.
4. Berger A. K. Thrombolysis in elderly patients with acute myocardial infarction / A. K. Berger // Am. J. Geriatr. Cardiol. – 2003. – Vol. 12 (4). – P. 251–256.
5. Gibbons R. J. Comparison of fondaparinux and enoxaparin in acute coronary syndromes. The fifth organization to assesstrategies in acute ischemic syndromes investigator / R. J. Gibbons, V. Fuster et all. // N. Engl. J. Med. – 2006. – Vol. 354. – P. 1464–1476.
6. Молекулярная структура воды и ее роль в механизмах биоэлектромагнитных явлений (Пушино, 5–8 июля 2011 г.): тез. докл. симп. – М.: ФИАН, 2011. – 31 с.
7. Костина О. В. Оседание эритроцитов при компрессии и декомпрессии / О. В. Костина, В. Н. Крылов, Г. Я. Левин, Д. А. Селивановский // Докл. акад. наук. – 1999. – Т. 368, № 2. – С. 278–279.
8. Bunkin N. F. Long-living nanobubbles of dissolved gas in aqueous solutions of salts and erythrocyte suspensions / N. F. Bunkin, B. W. Ninham, P. S. Ignatiev et all. // J. Biophotonics. – 2010. – Vol. 93. – P. 1–15. [DOI 10.1002/jbio.201000093]
9. Шаталов В. М. Влияние газовых нанопузырьков на электропроводность чистой воды / В. М. Шаталов, И. В. Нога, А. А. Зинченко, Н. Ф. Бункин // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2010. – № 1 (10). – С. 252–257.
10. Shatalov V. M. Degassing of bioliquids in low electromagnetic fields / V. M. Shatalov, I. V. Noga, A. A. Zinchenko // Electronic Journal of Biology. – China: Web, 2010. – Vol. 6, № 3. – P. 67–72.
11. Зинченко А. А. Влияние растворенного в крови воздуха на динамику свертывания *in vitro* / А. А. Зинченко, В. М. Шаталов // Физика живого. – К.: Mavis, 2010. – Т. 18, № 1. – С. 31–35.
12. Зинченко А. А. Влияние дегазации при центрифугировании на содержание глюкозы в крови / А. А. Зинченко, В. М. Шаталов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2010. – № 1 (10). – С. 240–245.

13. Зинченко А. А. Дегазация плазмы крови меняет скорость оседания эритроцитов / А. А. Зинченко, В. М. Шаталов // Уч. зап. Таврического нац. ун-та. Сер. «Биол., хим.». – Симферополь: ТавНУ, 2010. – Т. 23, № 4. – С. 95–102.

14. Шаталов В. М. Дегазация биожидкостей как механизм биологического действия слабых электро-магнитных полей / В. М. Шаталов // Біофізичний вістник. – Харків: ХНУ, 2009. – Т. 23, № 2. – С. 120–128.

15. Born G. V. The aggregation of platelet / G. V. Born, V. J. Cross // J. Physiol. – 1963. – Vol. 16. – P. 178–195.

Зинченко А. А., Шаталов В. М. Влияние центрифугирования плазмы крови газов на функциональную активность тромбоцитов *in vitro*. – Исследовано *in vitro* изменение функционирования тромбоцитов в ответ на удаление из плазмы растворенных газов. Дегазация образцов плазмы проводилась с помощью центрифугирования по ранее разработанной методике. Показано, что дегазация приводит к значительному росту как спонтанной, так и индуцированной агрегации, и добавление ингибитора агрегации аспирина не меняет картину независимо от дозы. Сделан вывод о возможной причине повышения риска тромбообразования *in vivo* вследствие неконтролируемых внешних воздействий.

Ключевые слова: кровь, воздух, пузырьки, дегазация, тромбоциты, агрегация, аспирин, сердечно-сосудистые заболевания.

Zinchenko A. A., Shatalov V. M. Effect of blood plasma centrifugation on platelet functional activity *in vitro*. – The platelet function changes in response to dissolved gases removal from plasma were investigated *in vitro*. Degassing of plasma samples was carried out by centrifugation using previously developed technique. It was shown that degassing leads to significant increase in both spontaneous and induced aggregation and addition of an inhibitor of aggregation – aspirin – does not alter the picture in spite of the dose. It is concluded about that the possible reason for increased risk of thrombosis *in vivo* owing to uncontrollable external factors.

Key words: blood, air bubbles, degassing, platelet aggregation, aspirin, and cardiovascular disease.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ

1. Для публікації в науково-практичному журналі «Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону» приймаються не опубліковані раніше наукові роботи з усіх розділів біології (ботаніка, зоологія, фізіологія рослин, фізіологія людини й тварин, біофізика та ін.), які стосуються проблем екології та охорони природи.

До друку приймаються наукові статті українською, російською та англійською мовами, які мають необхідні елементи: постановка проблеми в загальному виді та її зв'язок із важливими науковими й практичними завданнями; аналіз останніх досягнень і публікацій, у яких розглянута дана проблема та на які посилається автор, виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, на рішення яких спрямована дана стаття; формулювання мети й постановка завдань; виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів; висновки із цього дослідження та перспективи подальших досліджень у даному напрямку.

2. Стаття набирається в редакторі MS Word. Шрифт – Times New Roman, розмір – 12 пунктів, міжрядковий інтервал – одинарний; поля з усіх боків – 2 см; абзацний відступ – 1 см; вирівнювання – за шириною, без переносів; стиль «Звичайний». Сторінки рукопису не нумеруються. Обсяг статті (включаючи ілюстративний матеріал, таблиці, список літератури, резюме) – 5-16 сторінок.

3. Текст статті повинен відповідати структурній схемі:
УДК (у верхньому лівому куті сторінки)

Ініціали й прізвище автора (-ів)

Назва статті – **ВЕЛИКИМИ ЛІТЕРАМИ**

*Повна офіційна назва установи та її поштова адреса з індексом
(для кожного з авторів, якщо вони представляють різні установи)
та адреса електронної пошти*

4. Резюме (не більше 100 слів) і ключові слова подаються українською та російською мовами за зразком (розмір шрифту – 10 пунктів):

Прізвище й ініціали автора (-ів). Назва статті. – Текст, що повинен містити короткий виклад предмета досліджень, результатів і висновків.

Ключові слова: не більше 5-8 слів.

5. Розширена анотація англійською мовою, об'ємом до 1 стор. (до 3000 символів), (розмір шрифту – 12 пунктів), за таким зразком:

Прізвище й ініціали автора (-ів).

Назва статті.

Повна офіційна назва установи, її поштова адреса з індексом та адреса електронної пошти (для кожного з авторів, якщо вони представляють різні установи).

Анотація повинна містити короткий виклад структури статті (включаючи вступ, мету та завдання дослідження, методи, основні результати та висновки), оригінальною (не бути калькою російськомовної або україномовної анотації), написана якісною англійською мовою та виконувати функцію незалежного від статті джерела інформації.

Ключові слова: не більше 5-8 слів.

6. У тексті статті виділяють розділи: **Вступ, Матеріал і методи дослідження, Результати та обговорення, Висновки, Список літератури.**

Подяки подаються наприкінці статті перед списком літератури.

7. **Список літератури** наводиться згідно з правилами оформлення бібліографічного списку (ДСТУ ГОСТ 7.1:2006). *Прізвища й ініціали* авторів виділити *курсивом*. Посилання на літературні джерела подаються цифрами у квадратних дужках. Прізвища авторів у списку літератури розташовуються за абеткою. Назви робіт наводяться мовою оригіналу.

Ретельно перевірте відповідність літературних джерел у тексті й у списку. При цитуванні матеріалів і тез конференцій, з'їздів, симпозіумів і ін. обов'язково вказувати місце й дату їхнього проведення. При цитуванні видання колективу авторів вказувати ініціали й прізвище відповідального редактора.

8. Окремо наводиться перелік літературних джерел латиницею. Латинізовані списки російськомовних та україномовних джерел пристатейної бібліографії повинні бути наведені за наступною схемою:

Автор(и) (транслітерація), рік. Назва роботи (англомовний варіант). Назва джерела (англомовний варіант), вихідні данні (цифрові, через кому). Наприклад,

References

Bespalova S. V., Shestavin M. S., 2012. Assessing of introduction opportunities of low carbon open innovations in industrial regions of Ukraine. Problems of ecology and nature protection of technogenic region, 1 (12), 10-25 (in Russ.).

9. Латинські назви *родів* і *видів* необхідно виділити *курсивом*. Перше згадування будь-якої назви організму повинне супроводжуватися повною науковою (латинською) назвою із вказівкою автора (прізвище повністю) і року опублікування (наприклад, *Passer domesticus* (Linnaeus, 1758)), при наступному згадуванні прізвище автора й рік не наводяться, а назву роду можна подавати скорочено (*P. domesticus*).

10. Текст статті повинен бути ретельно перевірений, без орфографічних помилок. Скорочення слів, окрім загальноприйнятих, не допускаються або обов'язково дається їхня розшифровка.

11. Таблиці слід набирати в редакторі MS Word, розміщати в «книжковому», а не в «альбомному» форматі. У назвах граф скорочення слів є небажаним. Варто уникати занадто громіздких таблиць. Заголовок таблиці оформляється за таким зразком:

Таблиця 1

Назва таблиці

12. Рисунки, схеми, графіки, діаграми, фотографії в електронній формі повинні бути вставлені в текст, відразу після посилання на них (або на наступній сторінці). Підписи під рисунками – у текстовому редакторі MS Word (Рис. 1. Назва). Шрифт усіх елементів тексту на графіках і діаграмах – Times New Roman. Фотографії повинні бути якісними й контрастними. Обсяг ілюстративного матеріалу й таблиць не повинен перевищувати 30% обсягу статті.

13. Математичні формули й рівняння наводити з використанням редактора MS Equation 3.0.

14. До статті на окремих аркушах додаються: заявка із вказівкою для кожного автора прізвища, імені та по батькові (повністю), вченого звання й наукового ступеня, повної назви й адреси організації, де виконано роботу, адреси електронної пошти (обов'язково!) і контактного телефону.

15. Якщо стаття подається англійською мовою, то додається її український або російський варіант.

16. Відповідальність за зміст статей і якість рисунків несуть автори.

17. Рукопис проходить незалежне анонімне рецензування фахівцями на предмет наукової цінності статті, її відповідності профілю й вимогам журналу. За рекомендацією рецензентів редколегія ухвалює рішення щодо можливості й умов опублікування статті. Редакційна колегія залишає за собою право редагувати текст за узгодженням з авторами.

Усі матеріали направляйте електронною поштою за адресою: eco99@i.ua або shtirts@i.ua

Адреса редакції:

Біологічний факультет ДонНУ,

вул. Щорса, 46, к. 310, м. Донецьк, 83050

Відп. редактор: к.б.н. Штірц Артур Давидович

Тел.: +38 (050) 240-78-02

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

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

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

2. Статья набирается в редакторе MS Word. Шрифт – Times New Roman, размер – 12 пунктов, межстрочный интервал – одинарный; поля со всех сторон – по 2 см; абзацный отступ – 1 см; выравнивание – по ширине, без переносов; стиль «Обычный». Страницы рукописи не нумеруются.

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

3. Текст статьи должен соответствовать структурной схеме:
УДК (в верхнем левом углу страницы)

Инициалы и фамилия автора (-ов)

Название статьи – ЗАГЛАВНЫМИ БУКВАМИ

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

4. Резюме (не более 100 слов) и ключевые слова подаются на украинском и русском языках по образцу (размер шрифта – 10 пунктов):

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

Ключевые слова: не более 5-8 слов.

5. Расширенная аннотация на английском языке, объемом до 1 стр. (до 3000 символов), (размер шрифта – 12 пунктов), по образцу:

Фамилия и инициалы автора (-ов).

Название статьи.

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

Аннотация должна содержать краткое изложение структуры статьи (включая введение, цель и задачи исследования, методы, основные результаты и выводы), оригинальной (не быть калькой русскоязычной или украиноязычной аннотации), написана на качественном английском языке, и выполнять функцию независимого от статьи источника информации.

Ключевые слова: не более 5-8 слов.

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

Благодарности подаются в конце статьи перед списком литературы.

6. **Список литературы** приводится согласно с новыми правилами оформления библиографического списка (ДСТУ ГОСТ 7.1:2006). *Фамилии и инициалы* авторов выделить *курсивом*. Ссылки на литературные источники подаются цифрами в квадратных скобках. Фамилии авторов в списке литературы размещаются в алфавитном порядке. Названия работ приводятся на языке оригинала.

Следует тщательно выверить соответствие литературных источников в тексте и в списке. При цитировании материалов и тезисов конференций, съездов, симпозиумов и др.

обязательно указывать место и дату их проведения. При цитировании издания коллектива авторов следует указывать инициалы и фамилию ответственного редактора.

8. Отдельно приводится список литературных источников латиницей. Латинизированные списки русскоязычных и украиноязычных источников пристатейной библиографии должны быть приведены по следующей схеме:

Автор(ы) (транслитерация), год. Название работы (англоязычный вариант). Название источника (англоязычный вариант), выходные данные (цифровые, через запятую). Например,

References

Bespalova S. V., Shestavin M. S., 2012. Assessing opportunities introduction of low carbon open innovation in the industrial regions of Ukraine. Problems of ecology and nature protection of technogenic region, 1 (12), 10-25.

9. Латинские названия *родов* и *видов* необходимо выделить *курсивом*. Первое упоминание любого названия организма должно сопровождаться полным научным (латинским) названием с указанием автора (фамилия полностью) и года опубликования (например, *Passer domesticus* (Linnaeus, 1758)), при следующем упоминании фамилия автора и год не приводятся, а название рода можно подавать сокращенно (*P. domesticus*).

10. Текст статьи должен быть тщательно выверен, без орфографических ошибок. Сокращения слов, кроме общепринятых, не допускаются или обязательно даётся их расшифровка.

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

Таблица 1

Название таблицы

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

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

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

15. Если статья подается на английском языке, то прилагается её украинский или русский вариант.

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

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

Все материалы направляйте электронной почтой по адресу: eco99@i.ua или shirts@i.ua

Адрес редакции:

Биологический факультет ДонНУ,
ул. Щорса, 46, к. 310, г. Донецк, 83050

Отв. редактор: к.б.н. Штирц Артур Давыдович

Тел.: +38(050) 240-78-02

RULES FOR AUTHORS

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

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

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

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

3. The text of the article should correspond to the following structural scheme:
UDC (in the upper left corner)

Initials and surname of the author(s)

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

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

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

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

Surname and initials of the author(s).

The title of the article.

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

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

Key words: no more than 5-8.

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

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

6. Bibliographic **references** in English should be added to the article. Latinized lists of sources in Ukrainian and Russian should be given according to the following example:

Author(s), year. The title of the article (in English). The name of information source (in English), basic data (digital, separated by commas). For example,

References

Bespalova S. V., Shestavin M. S., 2012. Assessing opportunities introduction of low carbon open innovation in the industrial regions of Ukraine. Problems of ecology and nature protection of technogenic region, 1 (12), 10-25 (in Russ.).

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

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

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

Table 1

Title of the Table

10. Figures, graphs, diagrams, photos in electronic form should be inserted in the text immediately after the reference to them (or on the next page). The legend is placed under the graph in MS Word (Fig. 1. Legend). All the elements of the text in the graphs and diagrams must be typed in Times New Roman font. The pictures must be of high quality and contrast. The volume of illustrations should not exceed 30% of the article.

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

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

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

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

All the materials are to be sent to: **eco99@i.ua** or **shtirts@i.ua**

Editorial office address:

Biological faculty of Donetsk National University
Shchorsa Str., 46/310
Donetsk, 83050
UKRAINE
Managing editor: PhD in biology, Arthur Shtirts
Tel.: +38 (050) 240-78-02

Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону. – 2012. – № 1 (12).

Науково-практичний журнал

ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЇ ТА ОХОРОНИ ПРИРОДИ ТЕХНОГЕННОГО РЕГІОНУ

№ 1 (12)

(українською, російською та англійською мовами)

Засновник: Донецький національний університет

Свідоцтво про державну реєстрацію: КВ № 15948-4419Р від 27.10.2009 р.

Технічний редактор: Н. О. Ярошенко

Оригінал-макет: А. Д. Штірц

Обкладинка: М. В. Максимович

Адреса редакції:

Біологічний факультет

Донецького національного університету,

вул. Щорса, 46, к. 310, м. Донецьк, 83050

E-mail: eco99@i.ua або shtirts@i.ua

Електронна версія журналу розміщена на сайті:

www.nbu.gov.ua/portal/Chem_Biol/peop