

ISSN 2077-3366

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCES OF UKRAINE
DONETSK NATIONAL UNIVERSITY

ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЇ ТА ОХОРОНИ ПРИРОДИ ТЕХНОГЕННОГО РЕГІОНУ

Науково-практичний журнал

№ 1 (9)

Заснований у 1999 р.

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ И ОХРАНЫ ПРИРОДЫ ТЕХНОГЕННОГО РЕГИОНА

Научно-практический журнал

№ 1 (9)

Основан в 1999 г.

PROBLEMS OF ECOLOGY AND NATURE PROTECTION OF TECHNOGENIC REGION

Scientific and practical journal

№ 1 (9)

Founded in 1999

Донецьк ДонНУ 2009

Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону / Голов. ред. С. В. Беспалова. – Донецьк: ДонНУ, 2009. – № 1 (9). – 298 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 / Глав. ред. С. В. Беспалова. – Донецк: ДонНУ, 2009. – № 1 (9). – 298 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 / Editor-in-Chief S. V. Bespalova. – Donetsk: DonNU, 2009. – № 1 (9). – 298 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.

Друкується за рішенням Вченої ради Донецького національного університету

Редакційна колегія

С. В. Беспалова, проф., д-р фіз.-мат. наук (*голов. редактор*); **О. С. Горещкий**, 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; **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; **А. Д. Штірц**, доц., канд. біол. наук (*відп. секретар*).

Editorial Board

S. V. Bespalova (Editor-in-Chief), O. S. Goretsky (Associate Editor), A. S. Alemasova, M. I. Boiko, A. Z. Glukhov, 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, A. D. Shtirts (Executive Secretary).

Атестований ВАК України. Включено до переліку наукових фахових видань у реєстрі "Біологічні науки": Бюлетень ВАК України. – 2000. – № 6. – С. 11.

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.: (062) 304-61-86; (050) 240-78-02

E-mail: ecology@dongu.donetsk.ua

Електронна версія журналу розміщена на сайтах:

www.nbu.gov.ua/portal/Chem_Biol/peop/index.html

www.donnu.edu.ua/bio

© Обкладинка М. В. Максимовича

© Донецький національний університет, 2009

ЗМІСТ

ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ТА ПРИКЛАДНІ ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЇ

Беспалова С. В., Горещкий О. С., Глухов О. З., Максимович В. О., Злотін О. З., Говта М. В., Маркіна Т. Ю., Лялюк Н. М., Маслодудова К. М., Сафонов А. І., Машталер О. В., Фєдотов О. В. Розробка технології комплексної біоіндикаційної оцінки довкілля техногенного регіону	12
--	----

ФЛОРА, ЕКОЛОГІЯ Й ОХОРОНА РОСЛИННОГО СВІТУ

Глухов О. З., Жаворонкова Т. Ю. Біологічні особливості технічних культур при інтродукції на південному сході України	24
Глухов О. З., Прохорова С. І., Дерев'янська Г. Г., Хархота Г. І. Спонтанна флора парків і скверів техногенного мегаполісу Донецьк – Макіївка	30
Аверчук А. С. Екоморфи лишайників у місцезростаннях околиць м. Іловайська	37
Гридько О. О. Біоекологічні особливості декоративних злаків в умовах промислових підприємств Донбасу	43
Ковальова Є. І., Пугачова А. Ю. Вплив умов освітлення на анатомічну структуру листка <i>Aster dumosus</i> L. і <i>Aster novi – belgii</i> L.	51
Лисенко Г. М. Порівняльна синфітоіндикаційна оцінка екотопів лучних степів "Михайлівської цілини" та "Стрілецького степу"	57
Машталер О. В., Задорожна Д. В. Екобіоморфний аналіз бріофлори Донецької області	67
Павлова М. О., Качур Л. Ю. <i>Hyacinthella azurea</i> (Fenzl) Chouard у Донецькому ботанічному саду НАН України	72
Сафонов А. І., Бандурко В. В. Демографічний аналіз видів роду <i>Stipa</i> L. на території регіонального ландшафтного парку "Клебан-Бик"	77
Сумська А. М., Осіпова Л. М. Біологічні особливості модрина європейської в міських умовах	82
Шевчук О. М., Осіпова Л. М., Сумська А. М. Видовий склад багатокomпонентних агрофітоценозів	88

ФАУНА, ЕКОЛОГІЯ Й ОХОРОНА ТВАРИННОГО СВІТУ

Агаркова Л. Д., Маслодудова К. М., Рязанцева А. Є., Нагорнюк Г. Г., Коноплянко О. В., Крикунова Н. В. Зараженість населення Донецької області гельмінтозами та їх профілактика	92
Курячий К. В., Тупіков А. І. Нарис герпетофауни РЛП "Краматорський"	102
Лукашов Д. В. Індикаторне значення прісноводних молюсків при виявленні джерела забруднення річкової екосистеми важкими металами	109
Міхєєв О. В. Класифікація слідів життєдіяльності ссавців як сигнальних елементів інформаційного поля	115
Прокопенко О. В., Жуков О. В. Структура населення павуків (Araneae) байрачних лісів Дніпропетровської області	124
Штірц А. Д. Вплив рекреаційного навантаження на структуру населення панцирних кліщів (на прикладі лісопарку "Путиловський ліс" міста Донецька)	131
Ярошенко М. М. Добова міграція панцирних кліщів та інших ґрунтових артродод у природних біотопах Ясинуватського району Донецької області	140

ФІЗІОЛОГІЯ ТА ЕКОЛОГІЯ РОСЛИН, МІКОЛОГІЯ

Агурова І. В. Особливості розвитку едафотопу в умовах відвалів вугільних шахт Донбасу	150
Бойко С. М., Древаль К. Г. Дослідження ендополігалактуроназної та целюлозолітичної активності культур дереворуйнівних грибів <i>Irpex lacteus</i> Fr. та <i>Inonotus radiatus</i> (Sowerby) P. Karst. залежно від температури культивування та джерела вуглецевого живлення	158
Вєтрова О. В., Маркевич Г. В. Сезонні зміни бактеріо- та фітопланктону Верхньо-Кальміуського водосховища	165
Глухов О. З., Усольцева О. Г. Особливості розвитку придаткових коренів на стеблових живцях хвойних рослин при їх окоріненні	172
Демченко С. І., Дерев'янка А. Є. Дослідження реакцій вегетативної несумісності між гетерокаріонами <i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.: Fr.) Kumm., зібраних у паркових зонах міста Донецька	177
Дорошкевич Н. В., Сичов П. А., Шевкопляс В. М. Економічна ефективність вирощування нових культур гливи звичайної в умовах інтенсивного культивування ...	183
Ковальова Є. І. Посухо- та жаростійкість видів, сортів, форм роду <i>Aster</i> Tourn. ex L. при інтродукції у Донбасі	187
Маркевич Г. В., Вєтрова О. В. Сезонна динаміка та просторовий розподіл хімічних показників води Верхньо-Кальміуського водосховища	194
Осипова Л. М., Сумська А. М. Характер впливу атмосферних токсикантів на вміст різних форм води й інтенсивність транспірації листя деревних рослин	202
Третьякова О. Ю. Вплив індоліл-3-оцтової кислоти на ріст і розвиток <i>Hibiscus tanihot</i> L. в умовах інтродукції на південному сході України	207
Тюфкій А. В. Вплив джерел вуглецевого живлення на ріст природних ізолятів <i>Lepista personata</i> (Fr.: Fr.) Cooke	215
Шевкопляс В. М., Бойко М. І. Конверсія важких фракцій сирої нафти мікроміцетами родів <i>Mortierella</i> (Coem.) і <i>Penicillium</i> (Link ex Fr.) та її аналіз методами ІЧ- і ¹ H-ЯМР-спектроскопії	221

ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ТА ПРИКЛАДНІ ПРОБЛЕМИ БІОФІЗИКИ І ФІЗІОЛОГІЇ

Доценко О. І., Драгущенко Е. О. Вплив аллоксану на гемолітичну стійкість та АТФ-азну активність еритроцитів	230
Говта Л. В. Фаціометричні маркери психофізіологічної індивідуальності	237
Говта М. В. Сучасні уявлення квантової психофізіології	242
Зінченко А. А., Нога І. В., Шаталов В. М. Вплив дегазації при центрифугуванні на деякі показники крові	250
Максимович В. О., Говта М. В., Максимович М. В., Говта Л. В. Теорія психіки та психіатрії. Повідомлення 8. Психіка як ультраметричний простір	256
Максимович В. О., Говта М. В., Максимович М. В. Теорія психіки та психіатрії. Повідомлення 9: Свідома думка, аксіоматика, геометрія ментального (психічного) світу	264
Нецветов М. В., Самотой О. М. Накопичення іонів свинцю проростками <i>Fraxinus excelsior</i> L. під дією вібрацій	270
Подзюєва З. Л., Цандеков П. О. Вплив фізичних факторів зовнішнього середовища на організм людини	274

Богдановська Н. В. Статеві особливості зміни параметрів кардіодинаміки у здорових молодих людей 18-20 років у процесі систематичних фізичних тренувань ...	280
Казаков В. М., Тарапата М. І., Кравцов П. Я., Кустов Д. Ю., Кокіна І. В. Грумінгова активність самиць щурів з моделлю гонаддефіцитного стану до та після трансплантації ембріональних стовбурових клітин	284
Кустов Д. Ю., Слюсарев О. А., Ракша-Слюсарева О. А., Кокіна І. В., Друп Ю. Г. Зміни лейкоцитарної формули крові у щурів з моделлю оваріальної недостатності та після її корекції трансплантацією ембріональних стовбурових клітин	288
ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ	293

СОДЕРЖАНИЕ

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ

Беспалова С. В., Горецкий О. С., Глухов А. З., Максимович В. А., Злотин А. З., Говта Н. В., Маркина Т. Ю., Лялюк Н. М., Маслодудова Е. Н., Сафонов А. И., Машталер А. В., Федотов О. В. Разработка технологии комплексной биоиндикационной оценки окружающей среды техногенного региона	12
---	----

ФЛОРА, ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА

Глухов А. З., Жаворонкова Т. Ю. Биологические особенности технических культур при интродукции на юго-востоке Украины	24
Глухов А. З., Прохорова С. И., Деревянская А. Г., Хархота А. И. Спонтанная флора парков и скверов техногенного мегаполиса Донецк – Макеевка	30
Аверчук А. С. Экоморфы лишайников в местопроизрастаниях окраин г. Иловайска	37
Гридько О. А. Биоэкологические особенности декоративных злаков в условиях промышленных предприятий Донбасса	43
Ковалёва Е. И., Пугачёва Е. И. Влияние условий освещения на анатомическую структуру листа <i>Aster dumosus</i> L. и <i>Aster novi – belgii</i> L.	51
Лысенко Г. Н. Сравнительная синфитоиндикационная оценка экотопов луговых степей "Михайловской целины" и "Стрелецкой степи"	57
Машталер А. В., Задорожная Д. В. Экобиоморфный анализ бриофлоры Донецкой области	67
Павлова М. А., Качур Л. Ю. <i>Hyacinthella azurea</i> (Fenzl) Chouard в Донецком ботаническом саду НАН Украины	72
Сафонов А. И., Бандурко В. В. Демографический анализ видов рода <i>Stipa</i> L. на территории регионального ландшафтного парка "Клебан-Бык"	77
Сумская А. Н., Осипова Л. М. Биологические особенности лиственницы европейской в городских условиях	82
Шевчук О. М., Осипова Л. М., Сумская А. Н. Видовой состав многокомпонентного агрофитоценоза	88

ФАУНА, ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ЖИВОТНОГО МИРА

Агаркова Л. Д., Маслодудова Е. Н., Рязанцева А. Е., Нагорнюк Г. Г., Коноплянко Е. В., Крикунова Н. В. Зараженность населения Донецкой области гельминтозами и их профилактика	92
Курычий К. В., Тупиков А. И. Очерк герпетофауны РЛП "Краматорский"	102
Лукашев Д. В. Индикаторное значение пресноводных моллюсков при выявлении источника загрязнения речной экосистемы тяжелыми металлами	109
Михеев А. В. Классификация следов жизнедеятельности млекопитающих как сигнальных элементов информационного поля	115
Прокопенко Е. В., Жуков А. В. Структура населения пауков (Araneae) байрачных лесов Днепропетровской области	124
Штирц А. Д. Влияние рекреационной нагрузки на структуру населения панцирных клещей (на примере лесопарка "Путиловский лес" города Донецка)	131
Ярошенко Н. Н. Суточная миграция панцирных клещей и других почвенных артропод в естественных биотопах Ясиноватского района Донецкой области	140

ФИЗИОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ, МИКОЛОГИЯ

Агурова И. В. Особенности развития эдафотопы в условиях отвалов угольных шахт Донбасса	150
Бойко С. М., Древаль К. Г. Исследование эндополигалактуроназной и целлюлозолитической активности культур дереворазрушающих грибов <i>Irpex lacteus</i> Fr. и <i>Inonotus radiatus</i> (Sowerby) P. Karst. в зависимости от температуры культивирования и источника углеродного питания	158
Ветрова Е. В., Маркевич А. В. Сезонные изменения бактерио- и фитопланктона Верхне-Кальмиусского водохранилища	165
Глухов А. З., Усольцева О. Г. Особенности развития придаточных корней на стеблевых черенках хвойных растений при их укоренении	172
Демченко С. И., Деревянко А. Е. Исследование реакций вегетативной несовместимости между гетерокарионами <i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.: Fr.) Kumm., собранных в парковых зонах г. Донецка	177
Дорошкевич Н. В., Сычев П. А., Шевкопляс В. Н. Экономическая эффективность выращивания новых культур вешенки обыкновенной в условиях интенсивного культивирования	183
Ковалёва Е. И. Засухо- и жароустойчивость видов, сортов, форм рода <i>Aster</i> Tourn. ex L. при интродукции в Донбассе	187
Маркевич А. В., Ветрова Е. В. Сезонная динамика и пространственное распределение химических показателей воды Верхне-Кальмиусского водохранилища	194
Осипова Л. М., Сумская А. Н. Характер влияния атмосферных токсикантов на содержание разных форм воды и интенсивность транспирации листьев древесных растений	202
Третьякова Е. Ю. Влияние индолил-3-уксусной кислоты на рост и развитие <i>Hibiscus manihot</i> L. в условиях интродукции на юго-востоке Украины	207
Тюфкий А. В. Влияние источников углеродного питания на рост природных изолятов <i>Lepista personata</i> (Fr.: Fr.) Cooke	215
Шевкопляс В. Н., Бойко М. И. Конверсия тяжелых фракций сырой нефти микромицетами родов <i>Mortierella</i> (Cоem.), <i>Penicillium</i> (Link ex Fr.), её анализ методами ИК- и ¹ H-ЯМР-спектроскопии	221

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БИОФИЗИКИ И ФИЗИОЛОГИИ

Доценко О. И., Драгущенко Е. О. Влияние аллоксана на гемолитическую устойчивость и АТФ-азную активность эритроцитов	230
Говта Л. В. Фациометрические маркеры психофизиологической индивидуальности ...	237
Говта Н. В. Современные представления квантовой психофизиологии	242
Зинченко А. А., Нога И. В., Шаталов В. М. Влияние дегазации при центрифугировании на некоторые показатели крови	250
Максимович В. А., Говта Н. В., Максимович М. В., Говта Л. В. Теория психики и психиатрии. Сообщение 8. Психика как ультраметрическое пространство	256
Максимович В. А., Говта Н. В., Максимович М. В. Теория психики и психиатрии. Сообщение 9. Сознательная мысль, аксиоматика, геометрия ментального (психического) мира	264
Нецветов М. В., Самотой О. Н. Накопление ионов свинца проростками <i>Fraxinus excelsior</i> L. под действием вибраций	270
Подзноева З. Л., Цандеков П. А. Влияние физических факторов внешней среды на организм человека	274

Богдановская Н. В. Половые особенности изменения параметров кардиодинамики у здоровых молодых людей 18-20 лет в процессе систематических физических тренировок	280
Казаков В. Н., Тарапата Н. И., Кравцов П. Я., Кустов Д. Ю., Кокина И. В. Груминговая активность самок крыс с моделью гонаддефицитного состояния до и после трансплантации эмбриональных стволовых клеток	284
Кустов Д. Ю., Слюсарев А. А., Ракша-Слюсарева А. А., Кокина И. В., Друпп Ю. Г Изменения лейкоцитарной формулы крови у крыс с моделью овариальной недостаточности и после ее коррекции трансплантацией эмбриональных стволовых клеток	288
ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ	293

CONTENTS

FUNDAMENTAL AND APPLIED PROBLEMS OF ECOLOGY

Bespalova S. V., Goretsky O. S., Glukhov A. Z., Maksimovich V. A., Zlotin A. Z., Govta N. V., Markina T. Y., Ljaljuk N. M., Maslodudova E. N., Safonov A. I., Mashtaler A. V., Fedotov O. V. Creation of complex bioindication technology of assessment of technogenic region environment	12
--	----

FLORA, ECOLOGY AND PROTECTION OF THE PLANT KINGDOM

Glukhov A. Z., Zhavoronkova T. Yu. Characteristic biological properties of industrial crops for using of the introduction in the south-east of Ukraine	24
Glukhov A. Z., Prokhorova S. I., Derevyanskaya A. G., Kharkhota A. I. Spontaneous flora in public parks and gardens of industrially stressed megalopolis Donetsk – Makeevka	30
Averchuk A. S. Ecomorphs of lichens in the places of growth in the outskirts of Ilovaysk town	37
Grydko O. A. Bioecological peculiarities of some ornamental grasses under conditions of industrial enterprises of Donbass	43
Kovaleva E. I., Pugacheva A. Yu. The influence of lighting conditions on anatomical structure of <i>Aster dumosus</i> L. and <i>Aster novi – belgii</i> L. leaves	51
Lysenko H. M. Comparative synphytoindication estimate meadow steppe ecotopes "Mykhaylovskaya tzelina" and "Stryletskiy step"	57
Mashtaler A. V., Zadorozhnaya D. V. Ecobiomorphological analysis of Donetsk region bryoflora	67
Pavlova M. A., Kachur L. Yu. <i>Hyacinthella azurea</i> (Fenzl) Chouard at the Donetsk botanical gardens Nat. Acad. Sci. of Ukraine	72
Safonov A. I., Bandurko V. V. Demographic analysis of the species of genus <i>Stipa</i> L. in the regional landscape park "Kleban-Byk"	77
Sumskaja A. N., Osipova L. M. Biological features of European larch in urban conditions	82
Shevchuk O. M., Osipova L. M., Sumskaja A. N. Specific composition of multi component agrarian vegetable association	88

FAUNA, ECOLOGY AND PROTECTION OF THE ANIMAL KINGDOM

Agarkova L. D., Maslodudova E. N., Ryazantseva A. E., Nagornyuk G. G., Konoplyanko E. V., Krikunova N. V. Infection of population of the Donetsk area helminthiasms and their prophylaxis	92
Kurjachii K. V., Tupikov A. I. Essay of herpetofauna of RLP "Kramatorsky"	102
Lukashov D. V. The freshwater mollusks indicator ability for revealing of the heavy metals pollution source of river ecosystem	109
Mikheyev A. V. The classification of mammal signs as signal elements of information field	115
Prokopenko E. V., Zhukov A. V. Structure of the spider population (Araneae) of the bairak woods of Dnipropetrovsk region	124
Shtirts A. D. Influence of recreational load to a structure of the population of oribatid mites (on an example of wood park "Putylovsky woodland" of Donetsk city)	131
Yaroshenko N. N. Daily migration of oribatid mites and others soil Arthropoda in natural biotopes of the Yasinovataya district of Donetsk region	140

PHYSIOLOGY AND ECOLOGY OF THE PLANT, MYCOLOGY

Agurova I. V. Peculiarities of the edaphotope development in the coal mine dumps of Donbass region	150
Boiko S. M., Dreval K. G. Research of endopolygalacturonase and cellulase activity of cultures wood-destroying fungi <i>Irpex lacteus</i> Fr. and <i>Inonotus radiatus</i> (Sowerby) P. Karst. depending on temperature cultivation and a source of carbon nutrition	158
Vetrova E. V., Markevich A. V. Seasonal changes of bacterio- and phytoplankton of the Verhne-Kalmiussky reservoir	165
Glukhov A. Z., Usoltseva O. G. Specific features of development of adventitious roots on stamen cuttings of conifers during their rooting	172
Demchenko S. I., Derevjanko A. E. The investigation of vegetative incompatibility reactions between heterokaryons of <i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.: Fr.) Kumm., collected in Donetsk parklands	177
Doroshkevich N. V., Sychov P. A., Shevkoplyas V. N. The economic effect of cultivation of oyster mushroom new cultures in the intensive conditions	183
Kovaleva E. I. Drought-resistance and heat-tolerance assessment of the species, sorts and forms of <i>Aster</i> Tourn. ex L., genus under the introduction in Donbass	187
Markevich A. V., Vetrova E. V. Seasonal dynamics of water chemical indexes and their distribution pattern on vertical of the Verhne-Kalmiussky reservoir	194
Osipova L. M., Sumskaja A. N. Character of influence atmospheric toxicants on a contents of the different forms of water and intensity of transpiration of pages of wood plants	202
Tretyakova E. Yu. Influence of indolyl-3-acetic acid on growth and development of <i>Hibiscus manihot</i> L. in the conditions of introduction on the southeast of Ukraine	207
Tiufkii A. V. Influence of carbon nutrition sources on growth of <i>Lepista personata</i> (Fr.: Fr.) Cooke natural isolates	215
Shevkoplyas V. N., Boyko M. I. Conversion of raw oil tailings by mycomycetes <i>Mortierella</i> (Coem.), <i>Penicillium</i> (Link ex Fr.) and its analysis by infrared and NMR spectroscopy methods	221

FUNDAMENTAL AND APPLIED PROBLEMS OF BIOPHYSICS AND PHYSIOLOGY

Dotsenko O. I., Dragushchenko E. O. Influence alloxan on haemolytic stability and ATP-ase activity erythrocytes	230
Govta L. V. Biometric of research of psychophysiological indicators of the person	237
Govta N. V. Modern presentations of quantum psychophysiology	242
Zinchenko A. A., Noga I. V., Shatalov V. M. Influence of degassing via centrifugation on some parameters of blood	250
Maksimovich V. A., Govta N. V., Maksimovich M. V., Govta L. V. Theory of psychics and psychiatry. Message 8. Mentality as ultrametric space	256
Maksimovich V. A., Govta N. V., Maksimovich M. V. Theories of mentality and psychiatry. The message 9. Conscious thought, axiomatic, geometry of the mental (psycho) world	264
Netsvetov M. V., Samotoi O. N. Accumulation of lead ions by <i>Fraxinus excelsior</i> L. seedling under vibration treatment	270
Podznoyeva Z. L., Tsandekov P. A. Environment physical factors' influence on the human organism	274

Bogdanovskaya N. V. Sexual peculiarities of cardio-dynamics parameters of healthy young people aged 18-20 years in the process of systematic physical training	280
Kazakov V. M., Tarapata M. I., Kravtsov P. Ya., Kustov D. Yu., Kokina I. V. Grooming activity in female rats with gonadal deficiency model prior to and after embryonic stem cell transplantation	284
Kustov D. Yu., Slusarev O. A., Raksha-Slusareva O. A., Kokina I. V., Drupp Yu. G. Leukocytic formula changes in rat model of ovarian deficiency and after its correction by embryonic stem cell transplantation	288
GUIDELINES FOR AUTHORS	293

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

© С. В. Беспалова, О. С. Горецкий, О. З. Глухов, В. О. Максимович, О. З. Злотін,
М. В. Говта, Т. Ю. Маркіна, Н. М. Лялюк, К. М. Маслодудова, А. І. Сафонов,
О. В. Машталер, О. В. Фєдотов

**РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ КОМПЛЕКСНОЇ БІОІНДИКАЦІЙНОЇ ОЦІНКИ
ДОВКІЛЛЯ ТЕХНОГЕННОГО РЕГІОНУ**

*Донецький національний університет; 83050, м. Донецьк, вул. Щорса, 46
e-mail: biophys@dongu.donetsk.ua*

Беспалова С. В., Горецкий О. С., Глухов О. З., Максимович В. О., Злотін О. З., Говта М. В., Маркіна Т. Ю., Лялюк Н. М., Маслодудова К. М., Сафонов А. І., Машталер О. В., Фєдотов О. В. Розробка технології комплексної біоіндикаційної оцінки довкілля техногенного регіону. – За результатами апробації внесено корективи в розроблену технологію комплексної біоіндикації середовища. Підготовлено технологію комплексної оцінки стану техногенного регіону за інформативними біоіндикаційними показниками, за допомогою якої більш ґрунтовно можна здійснювати заходи, спрямовані на поновлення і покращення стану середовища, здоров'я населення та біосфери.

Ключові слова: технологія, біоіндикація, стан довкілля.

Вступ

Проведені в останні роки дослідження екологічного стану територій Донецької області показують, що відбуваються не тільки суттєві зміни природного ландшафту, але і значні хімічні перетворення практично всіх компонентів біосфери промислового регіону. Такі техногенні перетворення як наслідок відбуваються на здоров'ї мешканців регіону і завдяки множинному впливу хімічних чинників є непрогнозованими. Ця проблема займає особливо важливе місце у зв'язку з надзвичайно високими масштабами і швидкістю техногенних процесів на території Донбасу.

Перевагою методів біоіндикації і біотестування перед фізико-хімічними методами є інтегральний характер відповідних реакцій організму, які сумують усі без винятку біологічно важливі дані про стан навколишнього середовища і відбивають його у цілому. Живі індикатори реагують на швидкі зміни у стані зовнішнього середовища, шляхи і місця накопичення токсикантів у екосистемах, дають змогу отримати уявлення про ступінь шкідливості тих чи інших речовин для живої природи і людини.

У попередніх наших дослідженнях [1-5] було визначено індикаційні можливості різних біологічних видів, їхній стан і розповсюдженість на екологічно забруднених та відносно чистих територіях. На підставі цього було розроблено способи біоіндикації екологічного стану довкілля і проведено їх апробування в промисловому регіоні [1, 6-9].

Отримані дані стали підґрунтям для створення технології комплексної оцінки екологічного стану техногенно трансформованих територій за біоіндикаційними показниками.

Тому наступним завданням було удосконалити існуючу технологію [6] оцінки стану довкілля промислового регіону та антропогенно зміненого середовища за результатами її апробування.

Матеріал і методи дослідження

Серед широкого спектру методів екологічних досліджень нами було обрано такі: польовий (рекогносцирувальний та стаціонарний), лабораторний і статистичні методи. Для проведення біоіндикаційних досліджень екологічного стану території Донецької області була визначена мережа моніторингових точок (рис. 1) з урахуванням таких основних параметрів, як: особливості, ступінь антропогенного навантаження, характер географічної структури району дослідження тощо.



Рис. 1. Карта-схема мережі моніторингових точок (■) Донецької області для проведення біоіндикаційних досліджень їх екологічного стану.

У досліджуваних районах умовно визначали декілька промислових зон із різними типами виробництва, а також зон, що характеризуються різним комплексним забрудненням середовища, у тому числі вид автотранспорту, сільськогосподарських робіт та інших видів господарської діяльності людини. Контрольні біоіндикаційні дослідження проведено й у відносно екологічно чистих районах Донецької області (Краснолиманський і Артемівський райони).

Способи оцінки екологічного стану місця зростання базидіоміцетів засновано на визначенні вмісту продуктів перекисного окиснення ліпідів (ПОЛ) у їх плодових тілах та рівня каталазної активності (КА) міцелію. Об'єктами дослідження були дикорослі плодові тіла їстівних лікарських базидіоміцетів [10] *Flammulina velutipes* і *Pleurotus ostreatus* приблизно одного віку, вилучених із різних за екологічними умовами місць зростання.

Індикація водних об'єктів із використанням водоростей включала ряд етапів поступового відбору, концентрування, фіксації та камеральної обробки проб. Для гідробіологічного та альгологічного аналізів проб відбір здійснювали безпосередньо у водному об'єкті (літоралі, або прибережній зоні). Поверхневі проби води відбирали з

глибини 10-15 см від поверхні води або з нижнього боку льоду. Для зразків придонних шарів проби відбирали в 30-50 см від дну.

Визначення видового складу мохоподібних проводили за результатами аналізу матеріалу, який було зібрано маршрутним методом на території Донецької області. Камеральна обробка матеріалів проводилася в лабораторних умовах. Гербарні зразки визначали стандартним порівняльно-морфологічним методом. Систематичний аналіз бріофітів проводили за системою, прийнятою М. Ф. V. Corley та ін., з доповненнями М. Ф. Бойка [11].

Зразки рослинного матеріалу збирали для моніторингових точок, що визначені вище. Найбільш інформативними ознаками (понад 92% ймовірності прогнозу [5]) було обрано:

- ступінь дефектності пилкових зерен (Ф-1);
- індекс трихоморізноманітності за особливостями скульптури поверхні листкової пластинки (Ф-2);
- індекси (2) матрикальної гетерокарпії та гетероспермії (Ф-3);
- індекси (2) тератологічної синкотилії та схизкотилії за особливостями будови атипового сем'ядольного апарату (Ф-4).

У ролі тест-об'єкту тварин для біоіндикації стану досліджуваних районів брали гусениць шовковичного шовкопряда чутливої породи (Б-1 поліпшена). Гусениць-мурашів відбирали для тестування ваговим методом, по 50 мг у 3-х повторях, у варіантах, де гусениць годували листом шовковиці з районів забруднення довкілля викидами техногенного походження, та у 5-ти повторях, у варіантах разової годівлі забрудненим листом з наступним спостереженням за динамікою загибелі голодуючих гусениць. У таких варіантах досліджень гусениць зберігали при +24°C, а в інших варіантах – після разової годівлі через 12 годин – у холодильній камері при +5°C.

Психофізіологічні дослідження проведено в лабораторних умовах за участю 100 обстежуваних у віці 18-23 років. Обстежуваними були студенти (чоловіки) 1-5 курсів вищого навчального закладу. Первинні та інтегральні психофізіологічні показники реєстрували за [12-19] для подальшого визначення психофізіологічного стану обстежуваних.

Для реалізації та побудови математичних моделей оцінки екологічного стану техногенно трансформованих територій Донецької області за допомогою технології комплексної біоіндикації використовували такі методи. Кореляційний та регресійний аналізи проводили за [20], аналіз зниження та нормування відмінностей – за [19], математичні розрахунки – за [21].

Обробку результатів досліджень проводили з використанням традиційних методів статистики і статистичних прикладних програм (Statistica V 5.5), ліцензійного пакета програми MedStat 3-я версія № MS 000015 та програми для математичних розрахунків MatLab 6.0.

Результати та обговорення

Проведено діагностику екологічного стану природних та трансформованих систем у промисловому регіоні за розробленою технологією комплексної біоіндикації, яка базується на визначенні інформативних морфо-функціональних та кількісно-якісних показників стану базидіоміцетів, нижчих і вищих рослин, комах і психофізіологічних детермінант людини. На досліджених екологічно забруднених територіях Донецької області спостерігаються такі значні та високі показники: вміст продуктів ПОЛ, рівень активності каталази в плодових тілах базидіоміцетів; ступінь сапробності води; анатомо-морфологічні зміни мохів; структурна варіабельність у квіткових рослин-індикаторів; загибель гусені комах; зміни показників психофізіологічного стану людини.

Річні моніторингові дослідження з впровадженням мікологічних способів визначення екологічного стану місць зростання базидіоміцетів на відносно екологічно чистих (с. Дроновка Артемівського району, дендрарій Донецького ботанічного саду НАН України) та екологічно забруднених територіях (м. Донецьк, м. Макіївка, Мар'їнський район

Донецької області) виявили такі результати. Активність каталази та рівень процесів ПОЛ міцелію плодових тіл грибів *Flammulina velutipes* і *Pleurotus ostreatus*, які мешкали на територіях м. Донецька та м. Макіївки, вірогідно були вище в порівнянні з міцелієм плодових тіл із дендрарію ботанічного саду, Мар'їнського району і с. Дроновка. Отримані дані також показали ймовірну різницю активності каталази і інтенсивності процесів ПОЛ, характерних для досліджених видів макроміцетів.

Результати біоіндикації та оцінки екологічних умов існування гідробіонтів у районах дослідження при апробації технології альгоіндикації зведені у табл. 1.

Таблиця 1

Результати біоіндикації водних об'єктів районів дослідження

Район дослідження	Індекс сапробності	Підзона сапробності	Екологічні умови існування планктону
Артемівський район, с. Дроновка (р. Сіверський Донець)	2,0375	β - α -мезосапробна	субнормальні
Артемівський район, с. Дроновка (р. Бахмут)	3,112	α - полісапробна	несприятливі
Краснолиманський район, с. Торское (р. Жеребець)	1,207	α -олігосапробна	нормальні
Старобешівський район (Старобешівське водосховище)	2,09	β - α -мезосапробна	субнормальні
м. Донецьк, Кіровський район	2,467	β - α -мезосапробна	субнормальні
м. Донецьк, Ворошиловський район	2,092	β - α -мезосапробна	субнормальні
м. Макіївка, Центральноміський район	2,312	β - α -мезосапробна	субнормальні

Більшість водойм досліджуваних районів Донецької області відносяться до мезосапробної зони забруднення (помірного забруднення), а умови існування гідробіонтів субнормальні або нормальні.

За результатами бріоіндикаційних досліджень підтверджено можливість проведення трансплантації епіфітних мохів як методу активного біомоніторингу на території Донецької області. Встановлено, що реакція тканини листкових пластинок на забруднення атмосферного повітря відрізняється у різних видів мохів-трансплантатів у всіх зонах трансплантації і була найбільш вираженою в забруднених зонах. При порівнянні досліджуваних трансплантатів видів мохів за анатомічними змінами було виявлено, що в найбільшій мірі наявність ушкоджених листкових пластинок та гаметофітів у цілому була характерна для виду *Leptodictium riparium* (Hedw.) Warnst. у зонах із несприятливими екологічними умовами. Некротичні зміни у значних масштабах також проявилися в листкових пластинок трансплантатів *Ortotrichum fallax*. Це може свідчити про відносну чутливість цих видів моху до впливу шкідливих речовин атмосферного повітря. Було встановлено, що найстійкішим є вид *Leskea polycarpa* Hedw., оскільки загальна кількість відмерлих та пошкоджених клітин листкових пластинок у нього були найменшими в усіх досліджуваних зонах. Підтверджено пригнічення поллютантами генеративної функції мохоподібних (на прикладі трансплантатів виду *Ortotrichum fallax* (Bruch.)), що також може бути індикаційною ознакою забруднення атмосферного повітря. За результатами морфологічних змін трансплантатів мохів було визначено ступінь антропогенного навантаження в досліджуваних зонах м. Макіївка.

Результати даних фітоіндикаційного моніторингу для ромашки непахучої (*Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip.) наведені в табл. 2.

Таблиця 2

Значення інтегрального показника техногенного забруднення промислового регіону за даними для ромашки непахучої

Моніторингові точки		Ф-1	Ф-2	Ф-3	Ф-4
1	м. Донецьк, Ворошиловський р-н	49,13	6,20	7,20	13,18
2	м. Донецьк, Київський район	44,12	5,70	7,50	20,80
3	м. Макіївка, Центральноміський р-н	40,52	5,20	7,30	17,25
4	Мар'їнський район	10,13	2,10	1,81	4,20
5	Артемівський район (с. Дроновка)	9,23	2,09	1,90	5,33
Середнє значення		30,626	4,258	5,142	12,152
Рівень дисперсії		19,36654	2,005946	3,002719	7,273381

Варто відзначити, що в табл. 2 містяться абсолютні значення для комплексних подвійних показників: індекси матрикальної гетерокарпії та гетероспермії (Ф-3) та індекси тератологічної син- та схизокотилії за особливостями будови атипового сім'ядольного апарату (Ф-4), що є нововведенням у технологію та не було використано нами в попередніх дослідженнях. Найбільші показники фітоіндикаційних параметрів зафіксовано у Ворошиловському та Київському районах м. Донецька, а також у Центральноміському районі м. Макіївка. Значення фітоіндикаційних критеріїв були мінімальними в точках, що обрано в якості місцевого контролю та порівняльного регіонального стандартизованого місця збору за умов меншого впливу антропогенних факторів, що формують токсичний фон або призводять до суттєвих трансформацій екологічних систем природного змісту та складу.

Нова форма підрахунку абсолютних фітоіндикаційних значень у цьому випадку є більш досконалою та більш диференційно, дозволяє проводити оцінку за факторами токсичного навантаження, оскільки є змога виділити не тільки діапазон абсолютних значень, а специфіку використання генеративних показників будови рослинного організму для видів із широкою екологічною амплітудою. Для виду-індикатора принципово важливо при цьому утворювати насінний матеріал. Специфіка більш вдалої форми збору саме цих ознак полягає ще в можливості провести комплексний аналіз функціональної адекватності індикатора за вегетативно-генеративною сферою.

Апробована методика не є спрощеною, вона є адаптованою для польових зборів та адекватною для підрахунку абсолютних значень фітоіндикаційної значущості, адже обрані індикаційні критерії є більш інформативними, ймовірними скрининговими та відповідають моніторингологічним закономірностям збору інформації.

Результати моніторингу районів м. Донецька та обраних моніторингових зон Донецької області містяться у табл. 3, де наведено кількісне значення інтегрального показника структурної трансформації рослин-індикаторів та відповідний до нього рівень умов антропогенного навантаження до норм.

Таким чином, більшість територій Донецької області (за даними фітоіндикаційних досліджень) належать до місць, де рівень техногенного навантаження перевищує норми.

Аналіз результатів забруднення техногенними викидами в досліджуваних місцях м. Донецька з використанням шовковичного шовкопряду представлено на рис. 2.

Виявлено, що за першу добу найбільша загибель (95%) була в гусениць-мурашів, яких згодовували листям, узятим у Ворошиловському районі міста (вул. Артема). Загибель гусениць, яким згодовували лист, взятий поблизу Донецького металургійного заводу (ДМЗ), дорівнювала 85%, і відносно менше (63%) загинуло гусениць, яких годували листям, узятим в околицях Донецького коксохімічного заводу (ДКХЗ).

**Фітоіндикаційні показники локального скринінгу територій м. Донецька
та Донецької області**

№	Район	Максимальні фонові значення за відпо- відною шкалою	Умови (до норм, рівень навантаження)
Донецьк			
1	Будьоновський	79	недопустимий
2	Ворошиловський	81	недопустимий
3	Калінінський	71	перевищує
4	Київський	71	перевищує
5	Кіровський	68	перевищує
6	Куйбишевський	75	недопустимий
7	Ленінський	79	недопустимий
8	Петровський	80	недопустимий
9	Пролетарський	70	перевищує
Донецька область			
1	Артемівський (с. Дроновка)	13	нормальний
2	Артемівський (сmt. Часів Яр)	26	допустимий
3	Амвросіївський (с. Благодатне)	16	нормальний
4	Волноваський (с. Кирилловка)	19	нормальний
5	м. Дебальцеве	40	перевищує
6	м. Димитрово	43	перевищує
7	м. Єнакієве	92	недопустимий
8	м. Костянтинівка	81	недопустимий
9	м. Красноармійськ	46	перевищує
10	Краснолиманський (сmt. Ямпіль)	12	нормальний
11	Мар'їнський (м. Курахово)	20	нормальний
12	м. Слов'янськ	22	нормальний
13	м. Харцизьк	37	перевищує
14	м. Краматорськ	81	недопустимий
15	м. Макіївка (Центральноміський р-н)	78	недопустимий
16	м. Маріуполь (Жовтневий р-н)	90	недопустимий

Слід зауважити, що загибель гусениць, яким згодовували лист шовковиці, взятий у Ворошиловському районі з дерев уздовж автотраси та з району ДМЗ, відбулася протягом перших 6 годин після годівлі. Гусениці, яким згодовували листя, взяті в Кіровському районі в дворах житлового комплексу, загинули протягом трьох діб, відповідно в першу добу – 50%; у другу – 25%; у третю – 5%. У контролі гусениці почали гинути тільки з четвертої доби.

Відповідно до прийнятої шкали визначено такий стан техногенного забруднення в досліджених точках: вул. Артема (Ворошиловський район) і територія ДМЗ – 5 балів (екологічний стан у край несприятливий); Кіровський район (житловий комплекс) та територія ДКХЗ – 4 бали (екологічний стан несприятливий). Припускається, що лист шовковиці в м. Донецьку є забрудненим різними токсичними речовинами, які осідають на його поверхні з атмосфери та всмоктуються кореневою системою з ґрунтів. При поїданні такого листа гусениці мають сповільнений розвиток і при залялькуванні дають неякісні кокони з нестандартними технологічними характеристиками. Як наслідок отримання неякісної грени, з невисоким відсотком відродження гусениць-мурашей.

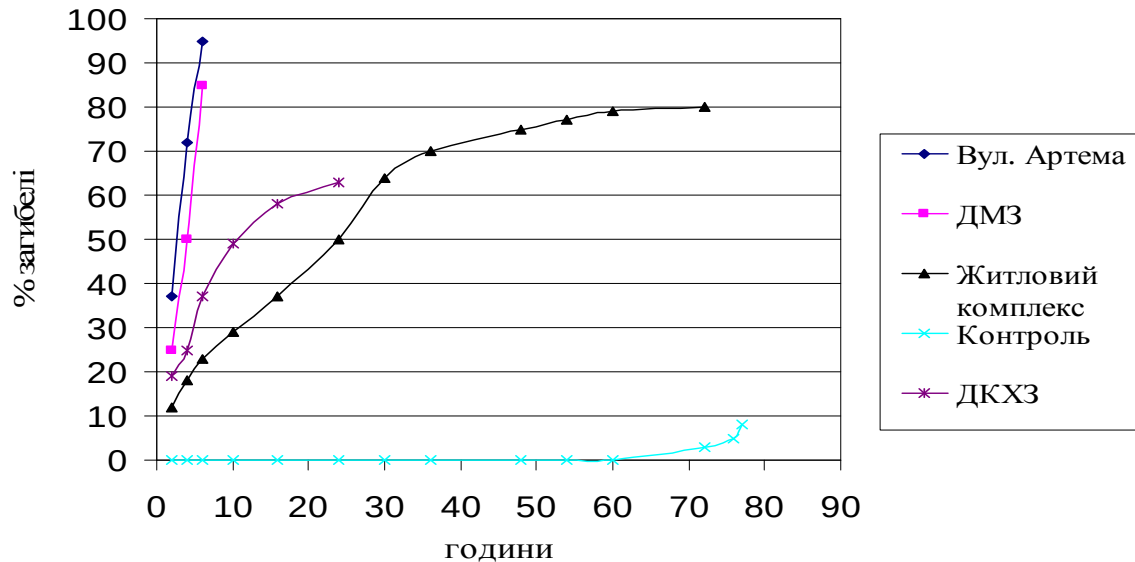


Рис. 2. Загибель гусениць-мурашів після одноразової годівлі листом шовковиці, взятим із районів із різним ступенем забруднення.

За результатами проведених психофізіологічних досліджень нами була перевірена попередня гіпотеза стосовно того, що психофізіологічний стан людей, які мешкають на територіях із різними екологічними умовами, вірогідно корелює з шкалою екологічної шкідливості [22]. Результати таких досліджень представлено на рис. 3.

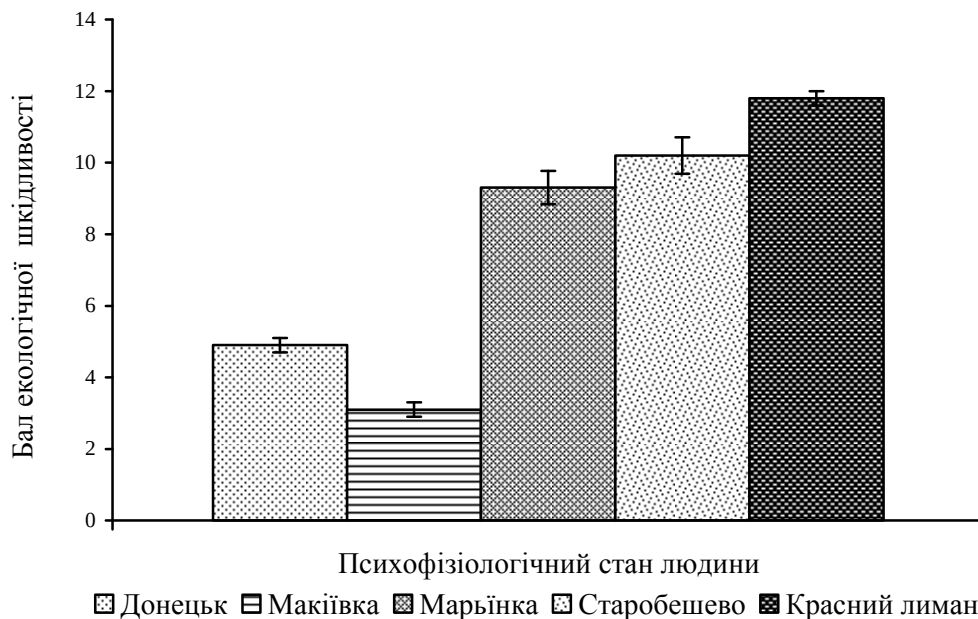


Рис. 3. Екологічні умови (за психофізіологічним станом людини) досліджених районів Донецької області.

Коефіцієнт кореляції між інтегральним показником психофізіологічного стану людини та рівнем впливу на організм екологічної шкідливості дорівнював $r = 0,78 \pm 0,08$ ($p < 0,01$). Узагальнена величина інтегрального показника психофізіологічного стану обстежених людей, які довгостроково мешкали на відносно екологічно чистих територіях Донецької області (Мар'їнський, Старобешівський та Краснолиманський райони), у середньому дорівнювала $10,4 \pm 0,03$ у.о. ($p < 0,01$), що характеризує низький рівень впливу екологічних умов на організм людини.

Для уточнення визначення інтегрального показника оцінки екологічного стану довкілля за розробленою технологією було проаналізовано результати її апробації у відносно екологічно чистих і забруднених територіях Донецької області.

Усі визначенні біоіндикаційні показники було приведено до уніфікованої шкали з однією розмірністю для їх подальшого нормування [19]. Приведення біоіндикаційних показників до уніфікованої шкали розмірності викладено нижче.

Спочатку для i -го показника, наприклад, активності каталази, розраховували середнє значення її величини ($\bar{X}$) за результатами визначень з усіх досліджень, які було проведено в Донецькій області. Далі розраховували стандартне відхилення (σ) і максимальне значення величини цього показника. Усі розраховані величини вносили до формули (1):

$$X_{\max(\text{область})_{i=1,2,3\dots n}} = (\bar{X}_{\text{область}} + 3\sigma) \quad (1)$$

де $\bar{X}_{\text{область}}$ – середнє значення i -го показника по області; $X_{\max(\text{область})_{i=1,2,3\dots n}}$ – максимальне значення i -го показника по області; $i = 1, 2, 3\dots n$ – досліджені показники.

Після цих розрахунків визначали середнє значення цього показника, наприклад, активності каталази в дослідженому місті (районі) за період 2008-2009 рр. і позначали як ($\bar{X}_{(\text{місто})_{i=1,2,3\dots n}}$). Далі розраховували нормовану величину цього показника за формулою (2):

$$X_{\text{Нормування}}^{\text{Нормування}}_{i=1,2,3\dots n(\text{місто})} = \frac{\bar{X}_{(\text{місто})_{i=1,2,3\dots n}}}{X_{\max(\text{область})_{i=1,2,3\dots n}}} \quad (2)$$

У результаті нормування всі досліджені біоіндикаційні показники мали одну розмірність – умовні одиниці.

Далі була побудована відповідна матриця ($n \times m$) з n дослідженими елементами у такій формі:

	X_1	X_2	...	X_n
Y_1				
Y_2				
...				
Y_n				

де елементи $X_1\dots X_n$ – це значення фактичних біоіндикаційних показників; елементи $Y_1\dots Y_n$ – рівень екологічної шкідливості досліджених територій.

Для виявлення вірогідно значущих показників було проведено визначення парної кореляції (за Дж. Пірсоном) між змінами показників та екологічним станом досліджуваних територій окремо для кожного виду індикатора (вищі квіткові рослини, базидіоміцети, мохоподібні тощо). У результаті встановлено тісний вірогідний кореляційний зв'язок ($r = 0,67-0,99 \pm 0,06$, $p < 0,01$) між показниками кожного представника біоти. За результатами проведеного аналізу такими показниками були:

- висота стебла мохоподібних, *Bryum argenteum* ($r = 0,83 \pm 0,03$);
- каталазна активність базидіоміцетів, *Flammulina velutipes* ($r = 0,99 \pm 0,05$);
- виживаність гусениць, *Bombyx mori* ($r = 0,67 \pm 0,10$);
- інтегральний показник психофізіологічного стану організму людини ($r = 0,71 \pm 0,07$);

– ступінь дефектності пилкових зерен, індекс трихоморізномінітності за особливостями скульптури поверхні листової пластинки, індекси матрикальної гетерокарпії та

гетероспермії, індекси тератологічної син- та схизокотилії за особливостями будови атипового сім'ядольного апарату ромашки непахучої, *Tripleurospermum inodorum* L. ($r = 0,97 \pm 0,04$).

На наступному етапі досліджень була проведена крос-кореляція дискретних функцій [21] між змінами показників відповідних представників біоти та екологічним станом досліджуваних територій. За результатами проведеного аналізу було виявлено вірогідний зв'язок у вигляді такої кореляційної матриці:

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆
Інтегральний показник оцінки екологічного стану середовища, бали	0,52	0,85	0,83	0,59	0,78	0,54

де X₁ – показник висоти стебла мохоподібних (*Bryum argenteum*); X₂ – показник каталазної активності базидіоміцетів (*Flammulina velutipes*); X₃ – показник виживаності гусениць (*Bombyx mori* L.); X₄ – одна із зазначених ознак реакції рослини (*Tripleurospermum inodorum* L.); X₅ – інтегральний показник психофізіологічного стану організму людини; X₆ – показник сапробності та видового різноманіття водоростей.

За результатами досліджень визначили інформативні біоіндикаційні показники для комплексної оцінки екологічного стану середовища за інтегральним показником. Визначення такого інтегрального показника проводили шляхом побудови математичних моделей. За допомогою лінійного регресійного аналізу було розраховано відповідні моделі для оцінки екологічного стану середовища за різним призначенням [19].

Перша модель (3) розрахована на визначення інтегрального показника екологічних умов для оцінки повітряного середовища й включає, крім коефіцієнтів вагомості кожного показника, нормовані на максимум величини зміни в досліджуваному регіоні, одного показника одного біологічного виду (мохоподібних, базидіоміцетів, вищих рослин, гусениць-мурашів шовковичного шовкопряда).

$$Y = 5,45 X_1 - 3,5 X_2 + 0,9 X_3 + 1,29 X_4 - 5,53 \quad (3)$$

де Y – інтегральний показник екологічних умов, бали; X₁ – показник зміни каталазної активності базидіоміцетів (*F. velutipes*), ум. од; X₂ – показник зміни однієї з ознак реакції рослини (*T. inodorum* L.), ум. од; X₃ – показник зміни висоти стебла мохоподібних (*B. argenteum*), ум. од; X₄ – показник зміни виживаності гусениць (*B. mori*), ум. од.

Вірогідність прогнозу цієї моделі дорівнює 52%.

Друга модель (4) – менш оперативна порівняно з першою, але більш точна. Вона додатково включає визначення психофізіологічного стану людини, але виключає показник стану мохоподібних.

$$Y = 3,01 + 2,15 X_1 + X_2 + 6,66 X_3 - 4,54 X_4 \quad (4)$$

де Y – інтегральний показник екологічних умов, бали; X₁ – показник зміни каталазної активності *F. velutipes*, ум. од; X₂ – показник зміни однієї з ознак реакції *T. inodorum* L., ум. од; X₃ – інтегральний показник психофізіологічного стану людини, ум. од; X₄ – показник зміни виживаності гусениць *B. mori*, ум. од.

Вірогідність прогнозу цієї моделі досягає 85%.

Слід зазначити, що за розрахунками всі створені моделі є більш чутливими до екологічного стану середовища в порівнянні до раніше розробленої і мають опис ступеневих функцій 2-го, 3-го та 4-го порядку [19].

Для контролю за екологічним станом водного середовища запропонована технологія, яка заснована на визначенні кількісної видової різноманітності водоростей і коефіцієнта сапробності води зазначеного середовища. Ця технологія відрізняється від попередньої тим, що враховує реакцію біоіндикатора на вплив стічних і промислових вод.

Таким чином, за допомогою способів діагностики, які є складовими розробленої раніше технології комплексної біоіндикації середовища, дано оцінку екологічного стану досліджених територій Донецької області. Моніторингові дослідження підтвердили загальнобіологічну закономірність про те, що будь-який організм під впливом на нього нових факторів зовнішнього середовища, як правило, адаптується, набуваючи при цьому властивості і зміну норм реакції, що досягається за рахунок варіабельності морфо-фізіологічних властивостей.

За результатами апробації внесено необхідні корективи в розроблену технологію комплексної біоіндикації середовища. Підготовлено технологію комплексної оцінки екологічного стану індустріального регіону за біоіндикаційними показниками, за допомогою якої більш ґрунтовно можна здійснювати заходи, спрямовані на вирішення питань щодо поновлення і покращення стану середовища, здоров'я населення та біосфери.

Висновки

1. Установлена залежність від рівня забруднення середовища індустріального регіону: а) вмісту продуктів ПОЛ та рівня міцеліальної активності каталази в дикоростучих плодових тілах базидіоміцетів; б) ступеня сапробності води; в) ступеня анатомо-морфологічних змін мохів; г) ступеня структурної трансформації квіткових рослин-індикаторів; д) виживаності гусениць комах; е) величини показників психофізіологічного стану людини.

2. Перспективними для біоіндикації забруднення атмосферного повітря є види мохів: *Amblystegium riparium* Bryol. eur. (за найбільш значними змінами, що спостерігаються візуально) і *Ortotrichum fallax* Bruch. (як вид із максимальним коливанням довжини та ширини листової пластинки в залежності від ступеня забруднення атмосферного повітря). Найстійкішим до умов інтенсивного атмосферного забруднення є вид моху *Leskea polycarpa* Hedw.

3. Більшість водних об'єктів Донецької області є забрудненими з загальною тенденцією погіршення ситуації (середня сапробність води по області дорівнює 2,13 – β -мезосапробна зона), а деякі об'єкти є вкрай забрудненими і умови життя гідробіонтів у них несприятливі.

4. За показниками стану структурної трансформації квіткових рослин (*Echium vulgare* L., *Reseda lutea* L., *Cichorium intybus* L., *Tripleurospermum inodorum* L. Sch. Bip., *Plantago major* L., *Tanacetum vulgare* L.) більшість територій Донецької області належить до місць, де рівень техногенного навантаження перевищує норми (понад 60% територій) або є недопустимим (5% територій).

5. Виживаність гусениць-мурашів шовковичного шовкопряду залежить напряду від інтенсивності забруднення листа шовковиці, в якому накопичуються токсичні речовини вихлопних газів як поверхнево з атмосфери, так і сокорухом із ґрунтів. На стан рослин (шовковиці) значно впливають викиди промислових підприємств м. Донецька, м. Макіївки, м. Авдіївки.

6. Величина інтегрального показника психофізіологічного стану обстежених, які довгостроково мешкали в різних районах м. Донецька та м. Макіївки, відповідає несприятливим екологічним умовам і характеризує підвищений рівень їхнього впливу на людину. Визначення індивідуальних психофізіологічних показників людини дозволяє вірогідно оцінити техногенне навантаження територій.

7. Створено математичні моделі оцінки екологічного стану середовища індустріального регіону за комплексом інформативних біоіндикаційних показників.

8. Підготовлено проект технології комплексної оцінки екологічного стану середовища індустріального регіону за біоіндикаційними показниками, в яку внесено корективи за результатами її апробації. Запропоновано технологію альгоіндикації, яка дає можливість найбільш повно характеризувати умови існування гідробіонтів й аналізувати тенденції змін, що відбуваються у водоймах Донбасу різних типів. Ця технологічна система є досить чутливою при оцінці динаміки з різних позицій (у багаторічному, сезонному аспектах), а також є достовірною при визначенні тенденцій зміни з часом.

Список літератури

1. Беспалова С. В. Розробка способів біоіндикації екологічного стану Донбасу / С. В. Беспалова, О. С. Горещкий, М. В. Говта та ін. // Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону: Міжвід. зб. наук. праць. – Донецьк: ДонНУ, 2007. – Вип. 7. – С. 17–24.
2. Беспалова С. В. Биотехнологии для нормализации экологии (программа создания комплекса) / С. В. Беспалова // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона: Межвед. сб. научн. работ. – Донецк: ДонНУ, 2004. – Вып. 4. – С. 10–21.
3. Беспалова С. В. Первостепеннейшее в экологии – биота: и в науке, и в практике / С. В. Беспалова // Энергия инноваций. – Донецк, 2005. – № 4. – С. 51–53.
4. Беспалова С. В. Биологическая экология: Моделирование жизнеспособных биотических организаций / С. В. Беспалова, В. А. Максимович // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона: Межвед. сб. научн. работ. – Донецк: ДонНУ, 2003. – Вып. 3. – С. 11–18.
5. Safonov A. I. Phytoecological characteristics of industrial urban environment / A. I. Safonov, Y. S. Safonova // Problems of ecology and nature protection of technogen region (the interdepartmental collection of scientific works). – Donetsk: DonNU, 2007. – Iss. 7. – P. 70–77.
6. Беспалова С. В. Апробування способів біоіндикації екологічного стану Донбасу / С. В. Беспалова, О. С. Горещкий, О. З. Глухов та ін. // Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону: Міжвід. зб. наук. праць. – Донецьк: ДонНУ, 2008. – Вип. 8. – С. 24–33.
7. Патент 26736 України. Спосіб визначення стресового стану базидіоміцетів та екологічного стану місця їх зростання за рівнем активності каталази / Федотов О. В. Заявка № 200703598, від 02.04.2007, МПК (2006), кл. A01H15/00, Бюл. № 16, від 10.10.2007.
8. Патент на корисну модель № 31429 (Спосіб біологічної оцінки забруднення води солями важких металів) 10.04.2008, Бюл. № 7, 2008 р. Злотін А. З., Беспалова С. В., Єгорова О. А., Маркіна Т. Ю., Пальчик О. А., Маслодудова К. М.
9. Патент на корисну модель № 31432 (Спосіб біоіндикації забруднення середовища інсектицидами) 10.04.2008, Бюл. № 7, 2008 р. Злотін А. З., Беспалова С. В., Єгорова О. А., Маркіна Т. Ю., Маслодудова К. М.
10. Бухало А. С. Базидіальні макроміцети з лікарськими властивостями / А. С. Бухало, Е. Ф. Соломко, Н. Ю. Митропольская // Укр. ботан. журн. – 1996. – 53, № 3. – С. 192–201.
11. Бойко М. Ф. Таксономічна структура бріофлори степової зони України / М. Ф. Бойко // Чорноморський ботанічний журнал. – 2007. – Т. 3, № 1. – С. 5–29.
12. Айзенк Г. Дж. Коэффициент интеллекта / Г. Дж. Айзенк. – К.: Гранд, 1994. – 112 с.
13. Анастаси А. Психологическое тестирование: Кн. 2: Пер. с англ. / А. Анастаси. – М.: Педагогика, 1982. – 234 с.
14. Дюк В. А. Проблемы применения формальных методов формирования метапонятий при концептуальном анализе знаний / В. А. Дюк // Методы и системы принятия решений. Системы поддержки процессов проектирования на основе знаний. – Рига: Рижский ун-т, 1991. – С. 90–95.
15. Завалишина Д. Н. Психологический анализ оперативного мышления / Д. Н. Завалишина. – М.: Наука, 1985. – 182 с.
16. Агаджанян Н. А. Экологическая физиология человека / Н. А. Агаджанян, А. Г. Марачев, Г. А. Бобков. – М.: Крук, 2008. – 415 с.
17. Бецкий О. В. Миллиметровые волны низкой интенсивности в медицине и биологии / О. В. Бецкий, Н. Д. Девятков, В. В. Кислов // Биомедицинская радиоэлектроника. – 1998. – № 4. – С. 13–29.
18. Основы профессионального психофизиологического отбора / Н. В. Макаренко, В. А. Пухов, Н. В. Кольченко и др. – К.: Наук. думка, 1987. – 244 с.
19. Прикладная статистика. Классификация и снижение размерности: Справочное издание / Под ред. С. А. Айвазяна. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 607 с.
20. Лакин Г. Ф. Биометрия. Учеб. пособие для биол. спец. вузов / Г. Ф. Лакин. – М.:

Высш. шк., 1980. – 293 с.

21. *Справочник по прикладной статистике. Т. 2: Пер. с англ. / Под ред. Э. Лойда, У. Ледермана, С. А. Айвазяна, Ю. Н. Тюрина.* – М.: Финансы и статистика, 1990. – 526 с.

22. *Патент 27501 України. Спосіб оцінки впливу екологічних умов на людину за психофізіологічним станом організму / С. В. Беспалова, М. В. Говта, О. С. Горецький, В. О. Максимович. Заявка № u200702054 від 26.02.2007, МКІ кл. А61В 5/16, Бюл. № 18 від 12.11.2007.*

Беспалова С. В., Горецкий О. С., Глухов А. З., Максимович В. А., Злотин А. З., Говта Н. В., Маркина Т. Ю., Лялюк Н. М., Маслодудова Е. Н., Сафонов А. И., Машталер А. В., Федотов О. В. Разработка технологии комплексной биоиндикационной оценки окружающей среды техногенного региона. – По результатам апробации внесены коррективы в разработанную технологию комплексной биоиндикации окружающей среды. Подготовлено технологию комплексной оценки состояния техногенного региона по информативным биоиндикационным показателям, с помощью которой более обоснованно можно осуществлять мероприятия, направленные на восстановление и улучшение состояния окружающей среды, здоровья населения и биосферы.

Ключевые слова: технология, биоиндикация, состояние окружающей среды.

Bespalova S. V., Goretsky O. S., Glukhov A. Z., Maksimovich V. A., Zlotin A. Z., Govta N. V., Markina T. Y., Ljaljuk N. M., Maslodudova E. N., Safonov A. I., Mashtaler A. V., Fedotov O. V. Creation of complex bioindication technology of assessment of technogenic region environment. – On the results of approbation corrections are made in the elaborated technology of complex bioindication of environment. A technology of complex assessment of technogenic region state using informative bioindication indices. With the help of this technology it is possible to carry out activities on renewal and improving the state of environment, human health of population and biosphere.

Key words: technology, bioindication, the state of environment.

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

УДК 633.8:581.522.4:581.14

© О. З. Глухов, Т. Ю. Жаворонкова
БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНІЧНИХ КУЛЬТУР ПРИ ІНТРОДУКЦІЇ
НА ПІВДЕННОМУ СХОДІ УКРАЇНИ

Донецький ботанічний сад НАН України; 83059, м. Донецьк, пр-т Ілліча, 110
e-mail: donetsk-dbs@mail.ru

*Глухов О. З., Жаворонкова Т. Ю. Біологічні особливості технічних культур при інтродукції на південному сході України. – Наведено результати досліджень щодо фенологічних спостережень за ростом та розвитком *Oenothera biennis* L., *Silybum marianum* (L.) Gaertn. та *Carthamus tinctorius* L., надано оцінку успішності їх інтродукції, урожайності насіння та вмісту рослинних жирів у природно-кліматичних умовах південного сходу України.*

Ключові слова: біопаливо, біодизель, технічні культури, ріст, розвиток, насіння, врожайність.

Вступ

Погіршення екологічного стану, зростання світових цін на традиційні види палива та підвищення залежності більшості країн від їх імпорту сприяє пошуку альтернативних джерел енергії. На думку вчених, найбільш перспективною альтернативою мінеральному паливу є біопаливо (будь-яке паливо з 80% вмістом матеріалів, отриманих від живих організмів після переробки їх біомаси). В енергетичних цілях можна використовувати біомасу безпосередньо для її спалювання (деревина, солома, рослинні залишки сільськогосподарського виробництва, гній, органічна частина твердих побутових відходів та іноді торф), а також у переробленому вигляді як рідке (біодизель, з ефірів рослинної олії, біоетанол, на основі спиртів) або газоподібне (біогаз – газова суміш, основним компонентом якої є метан) паливо [1-2]. Із біомаси в світі щороку отримують близько 2 млрд. т умовного палива, що складає близько 14% від загальної потреби в енергоносіях. Вклад біомаси в загальний енергобаланс Євросоюзу в 2004 р. складав 3,6%, а до 2010 р. його планується підвищити до 12%. У Фінляндії біопаливо покриває 19,6% від загальної потреби первинної енергії, в Швеції – 16,1%, в Австрії – 11%, в Данії – 10,3%, в Польщі – 4,5%, в Німеччині – 2,1% і т. д. Значних успіхів досягли Латвія (28%), Естонія (10,5%), Литва (7,6%) [2-3]. Сировиною для виробництва біопалива залежно від регіону виступають соя, ріпак, пшениця, кукурудза, цукрові буряки (США, Європа), цукрова тростина (Бразилія), пальмова, касторова, кокосова олії (Південно-Східна Азія), ятрофа (Індія) [1-3].

Ґрунтово-кліматичні умови більшості регіонів України є сприятливими для вирощування культур з високим рівнем накопичення енергії біомаси під час вегетації [1-2].

На сьогодні для України одним з найбільш перспективних видів біопалива вважається біодизель на основі рапсової олії, посівні площі якого збільшуються з кожним роком, при цьому середня врожайність насіння сильно коливається залежно від природно-кліматичних умов регіону та року вирощування як в Україні (від 6,6 до 16,3), так і в світі в цілому [4-6]. За програмою розвитку ріпаківництва в Україні на 2008-2015 рр., що була затверджена у лютому 2006 р., планується розширення посівних площ по всій Україні до 2000 тис. га, а також подальше збільшення валового збору за рахунок підвищення врожайності з 11,14 ц/га (середня за 10 р.) до 30 ц/га, що прирівнюється до показників середньоевропейської врожайності цієї культури [6].

Південний схід України є зоною нестійкого землеробства. Регіон характеризується складними природно-кліматичними умовами для ведення сільського господарства, що виявляється в різкому коливанні температур при незначній кількості опадів влітку, а також у чергуванні відлиг і льодяної кірки, різкому зниженні температури з незначним сніговим покривом взимку, тому вирощування *Brassica napus* var. *oleifera* DC. є проблематичним [7].

Тому для вирішення проблеми біодизеля на південному сході України необхідно вести пошук пристосованих видів рослин, що мають високі показники врожайності насіння та вмісту рослинних жирів для виробництва економічно вигідного біопалива.

Мета дослідження – на основі досліджень біологічних особливостей технічних культур розглянути перспективність розширення асортименту видів, що можуть використовуватися як сировина для виробництва біодизеля на південному сході України.

Матеріал та методи дослідження

На базі Донецького ботанічного саду (ДБС) НАН України у 2008 р. було закладено колекцію технічних культур, яка нараховує 63 види, 26 сортів і 4 гібриди, які відносяться до 43 родів та 15 родин. Найбільш представлені родини: *Brassicaceae* (41 зразок, 17 видів, 10 сортів і 3 гібриди), *Linaceae* (23 зразки, 6 видів, 15 сортів), *Asteraceae* (18 зразків, 6 видів і 1 сорт). Дослідні ділянки на території ДБС НАН України розташовані на висоті 235 м над рівнем моря, з середньорічною кількістю опадів за рік 400-500 мм, середнім багаторічним числом днів з опадами 140, кількістю днів із відносною вологістю повітря нижче 30-40% близько 80-125 днів, абсолютною максимальною температурою повітря +40,5°C, мінімальною – -38,5°C. Клімат помірно-континентальний, ґрунти – чорноземи звичайні на лісовидному суглинку. Агротехніка в досліді загальноприйнята для цієї групи рослин, зрошування рослин не проводилося.

До колекції технічних культур були залучені традиційні олійні культури (*Brassica napus* var. *oleifera* DC. f. *annua* Metzg., *B. napus* var. *oleifera* DC f. *biennis* Metzg., *Brassica juncea* (L.) Czern., *Camelina glabrata* Zing. (DC.), *Sinapis alba* L., *Ricinus communis* L.), культури комплексного використання, що дають олію як побічний продукт (*Linum usitatissimum* L., *Carthamus tinctorius* L.), культивовані рослини України, які мають значний вміст жирів у насінні, але не використовуються як олійні (*Salvia sclarea* L., *Coriandrum sativum* L., *Nicandra physaloides* (L.) Gaertn., *Foeniculum vulgare* Mill., *Carum carvi* L., *Raphanus sativus* var. *oleifera* L.) та деякі дикорослі види, рекомендовані для первинного випробування в культурі (*Crambe pontica* Stev., *C. cordifolia* Stev., *Oenothera biennis* L.) [8].

За даними дослідницької компанії "Abercade", при добірї нових технічних культур як сировини для виробництва біодизеля потрібно відбирати рослини, жирнокислотний склад олії яких має максимальний вміст олеїнової кислоти та мінімальні значення ліноленової, пальмітинової і стеаринової кислот [9].

Вивчення розвитку рослин велися за методиками фенологічних спостережень, що прийняті в ботанічних садах [10], насіннева продуктивність – за І. В. Вайнагієм [11], вміст рослинних жирів – за Рушковським [12], польові дослідження – за Б. А. Доспеховим [13], якість насіння – за І. Г. Леурда, Л. В. Белинских [14]. Контролем у досліді з одно- та дворічними культурами були *Brassica napus* var. *oleifera* DC. із відповідним циклом розвитку.

Результати та обговорення

Отримані дані показали, що серед досліджених технічних культур найбільш перспективними за показниками врожайності насіння, оцінкою успішності інтродукції, вмістом та жирнокислотним складом рослинних жирів є *Oenothera biennis* L., *Silybum marianum* (L.) Gaertn. та *Carthamus tinctorius* L.

Oenothera biennis L. (енотера дворічна) – трав'янистий полікарпик із родини *Onagraceae*, в умовах південного сходу України з дворічним циклом розвитку. Інтродукційне вивчення *O. biennis* L. у Донецькому ботанічному саду НАН України розпочато в 1997 р. [15-17]. Фенологічні спостереження за ростом та розвитком *O. biennis* L. показали, що при висіві в ґрунт у першій декаді квітня сходи з'являються на 21-й день, перший справжній листок розгортається на 9 день після сходів, другий лист – на 20-22-й день, третій – на 29-30-й день (табл. 1).

**Фази розвитку технічних культур у природно-кліматичних умовах
південного сходу України**

Вид	Етапи вегетаційного розвитку, дата						
	Посів	Сходи	Відростання	Бутонізація	Цвітіння	Плодоношення	Дозрівання
<i>Brassica napus</i> var. <i>oleifera</i> f. <i>annua</i> DC.	15.04 - 24.04	27.04 - 05.05	03.05 - 10.06	03.06 - 12.06	09.06 - 30.06	29.06 - 13.07	10.07 - 19.07
<i>Carthamus tinctorius</i> L.	15.04 - 22.04	28.04 - 05.05	05.05 - 22.06	17.06 - 20.07	30.06 - 18.07	14.07 - 16.08	14.08 - 19.08
<i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertn.	15.04 - 22.04	01.05 - 05.05	05.05 - 16.07	03.07 - 15.07	12.07 - 24.07	11.07 - 13.08	08.08 - 17.08
<i>Brassica napus</i> var. <i>oleifera</i> DC f. <i>biennis</i> Metzg.	03.09 - 15.09	09.09 - 22.09	25.03 - 15.05	02.05 - 13.07	12.05 - 10.07	02.07 - 18.07	14.07 - 22.07
<i>Oenothera biennis</i> L.	15.04 - 10.09	30.04 - 01.10	25.03 - 09.06	08.06 - 20.06	18.06 - 26.06	03.07 - 11.09	03.09 - 12.10

До кінця вегетаційного періоду рослина першого року життя формує розетку діаметром $18,9 \pm 0,98$ см, із середньою кількістю листків $13,25 \pm 1,11$ см, довжиною кореня $21,1 \pm 1,51$ см та його діаметром $1,1 \pm 0,06$. При висіві в ґрунт у другій та третій декаді серпня *O. biennis* L. формує розетку діаметром $8,3 \pm 0,67$ см, із середньою кількістю листків $7,35 \pm 0,71$ см, довжиною кореня $12,1 \pm 0,72$ см та його діаметром $0,6 \pm 0,07$.

На другий рік *O. biennis* у польових умовах відростає рано – наприкінці березня. Рослина має мало розгалужене довге стрижневе кореневище, білого або світло-коричневого забарвлення. Галуження починається в період інтенсивного розвитку центрального стебла наприкінці травня – напочатку червня. Стебло прямостояче від 1 до 1,85 м висотою, ребристе коротко опушене, у фазі початку плодоношення верхівка стебла має червонувате забарвлення. Прикореневі листки у розетці яйцевидно-видовжені, суцільнокраї; стеблові – сидячі, із почерговим розміщенням. Суцвіття колосовидне, квітка жовта, двостатева, 4-х пелюсткова, 2-2,5 см у діаметрі з відігнутими назад чашолистиками. Зав'язь нижня, видовжена, розвивається в чотириохгранный плід – коробочку, розділену чотирма перегородками. Насіння майже не осипається, але, щоб його не втратити при збиранні і особливо механізованому, краще починати збір при повному побурінні коробочок.

Silybum marianum (L.) Gaertn. (розторопша плямиста) та *Carthamus tinctorius* L. (сафлор фарбувальний) із родини *Asteraceae* в природно-кліматичних умовах південного сходу України проходять повний цикл розвитку за один рік. Інтродукційне вивчення *S. marianum* (L.) Gaertn. у Донецькому ботанічному саду розпочато з 1999 р., *C. tinctorius* L. – з 1984 р. Фенологічні спостереження за *S. marianum* (L.) Gaertn. та *C. tinctorius* L. показали, що при висіві в ґрунт у другій та третій декаді квітня сходи з'являються на 10-15 день, а ще через 10 діб відбувається розгортання першої пари справжніх листків. Рослини розвиваються повільно до фази стеблуння, вегетативна частина формується до кінця червня. Стебло прямостояче, розгалужене, корінь стрижневий, розеткові листки мають довгі черешки, стеблові – коротші, листки на генеративних пазухах сидячі. Листок у *S. marianum* (L.) Gaertn. обернено-яйцевидний, у *C. tinctorius* L. – довгасто-ланцетовидний з виїмчастим краєм, зубці закінчуються колючкою. Колючки на молодих листях нездерев'янілі, в період цвітіння і повної стиглості дерев'яніють, гострішають. Цвітіння триває протягом липня і починається із суцвіття на центральному пагоні. Суцвіття – кошик, прицвітник формує колючу обгортку, *S. marianum* (L.) Gaertn. має квітки рожево-лілового забарвлення, *C. tinctorius* L. – жовті, помаранчеві або оранжево-червоні, трубчаті. Розторопша плямиста формує плід – видовжену сім'янку, світло-сірого кольору, гладеньку з блискучою поверхнею, сафлор фарбувальний – білу ребристу. Залежно від річних коливань температури та кількості опадів відмічено розбіжності розмірів рослин. Так, у жаркий більш посушливий рік (2009) висота розторопші плямистої в середньому дорівнювала $63,78 \pm 3,11$ см, тоді як у вологіший рік (2008) –

92,13±2,23 см, при цьому кількість кошиків на одну рослину не змінювалось, тобто висота рослин мало впливає на їхню продуктивність.

Вивчення якості насіннєвого матеріалу (врожаю 2008-2009 рр.) показало, що *O. biennis* L., *S. marianum* (L.) Gaertn. і *C. tinctorius* L. мають вищі середнього показники лабораторної та польової схожості (57,3-76,3%), врожайність їх насіння в два рази перевищує значення *Brassica napus* var. *oleifera* f. DC при таких же умовах вирощування, відмічена висока стійкості до осипання, вилягання та ураження хворобами, при цьому культури менш вимогливі до ґрунтів (табл. 2).

Таблиця 2

Господарські ознаки технічних культур у природно-кліматичних умовах південного сходу України (2008-2009 рр.)

Назва зразку	Показники									
	Схожість (в %)	Маса 1000 нас. (в г)	Врожайність в ц/га	Вміст олії (в %)	Стійкість до (бал)					
					вилягання	осипання	посухи	морозів	уражень хворобами	успішність інтродукції
<i>Brassica napus</i> var. <i>oleifera</i> DC. f. <i>annua</i> Metzg.	73,2	3,90	6,43	39,2	7	6	6	-	6	6
<i>Carthamus tinctorius</i> L.	76,3	32,51	13,65	30,5	9	8	9	-	8	9
<i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertn.	62,4	27,52	15,46	32,3	9	8	9	-	9	9
<i>Brassica napus</i> var. <i>oleifera</i> DC f. <i>biennis</i> Metzg.	68,5	6,17	15,83	42,6	7	7	6	6	6	6
<i>Oenothera biennis</i> L.	57,3	0,68	21,82	31,5	10	9	9	9	9	9

За вмістом рослинних жирів порівняно з традиційними олійними культурами (*Brassica napus* var. *oleifera* f. *biennis* DC., *B. napus* var. *oleifera annua* L.) відібрані зразки мали нижчі показники олійності лише на 10-13%, при тому, що їхній селекційний відбір у цьому напрямку ще не робився (див. табл. 2). Вивчення жирнокислотного складу, яке проводилося на основі досліджень літературних джерел, показало, що відібрані нами види можуть використовуватися як сировина для виробництва біодизеля (табл. 3).

Таблиця 3

Жирнокислотний склад рослинної олії технічних культур*

	Кислота, %					
	Олеїнова (C _{18:1})	Линолева (C _{18:2})	Пальмітінова (C _{16:0})	Стеаринова (C _{18:0})	Линоленова (C _{18:3})	Ерукова (C _{22:1})
<i>Brassica napus</i> var. <i>oleifera</i> DC. (техн.)	5,0-60,0	11,0-42,0	2,0-6,5	1,0-3,0	1,0-12,5	5,0-60,0
<i>Helianthus annuus</i> L.	14,0-50,0	42,0-70,0	3,0-7,0	1,0-4,0	-	-
<i>Glycine max</i> (L.) Merrill.	20,0-36,0	44,0-60,0	2,0-12,0	2,0-7,5	2,0-14,0	-
<i>Carthamus tinctorius</i> L.	5,9-25,8	68,2-90,5	3,4-7,6	0,2-4,0	0,2	-
<i>Silybum marianum</i> (L.) Gartn.	30,1	51,0	7,1	6,3	4,1	-
<i>Oenothera biennis</i> L.	8,8-11,8	69,6-71,0	7,1-10,0	1,2-3,5	9,0-10,7	-

Примітка. * – таблицю укладено на основі літературних даних [18-22].

Висновки

Таким чином, за показниками врожайності насіння, оцінкою успішності інтродукції, вмістом та жирнокислотним складом рослинних жирів найбільш перспективними в порівнянні з традиційними технічними культурами, що використовуються як сировина для виробництва біодизеля в Україні, у природно-кліматичних умовах південного сходу є *Oenothera biennis* L., *Silybum marianum* (L.) Gaertn. та *Carthamus tinctorius* L., тому вважаємо доцільним їх подальше вивчення в цьому аспекті для наукового обґрунтування промислового використання цих культур у нашому регіоні.

Список літератури

1. Рахметов Д. Б. Нові інтродуценти в фітоенергетиці України / Д. Б. Рахметов // Мат. Міжнар. конф. "Промислова ботаніка: стан та перспективи розвитку". – Донецьк, 2007. – С. 370-376.
2. Гелетуха Г. Г. Современное состояние и перспективы развития биоэнергетики в Украине / Г. Г. Гелетуха, Т. А. Железная, Н. М. Жовтоир, Ю. Б. Матвеев // Промышленная теплотехника. – 2005. – Т. 27, № 1. – С. 78–85.
3. Ковальський В. С. Роль біоенергетики у формуванні енергетичної та екологічної безпеки / В. С. Ковальський // Наукові праці Кіровоградського національного університету: Економічні науки. – 2005. – Вип. 8. – С. 140–145.
4. Компетенція в високорентабельном вирощуванні масличних культур [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.apk-inform.com/showart.php?id=57735>
5. Урожайность рапса в мире 1990-2005 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.fodder.ru/content/view/42/40/>
6. Програма розвитку ріпаківництва в Україні на 2008-2015 рр. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.minagro.gov.ua
7. Рекомендации по выращиванию сельскохозяйственных культур в колхозах и совхозах Донецкой области на 1982-1985 гг. – Донецк, 1982. – С. 101–103.
8. Барбарис А. І. Жироолійні рослини України: Довідник / А. І. Барбарис, О. М. Дубовик, Д. В. Стрілко. – К., 1973. – 132 с.
9. Виды сырья для производства биодизеля и их преимущества [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.abercade.ru/research/analysis/2314.html>
10. Методы фенологических наблюдений при ботанических исследованиях. – М.-Л.: Наука, 1966. – С. 5–71.
11. Вайнагий И. В. О методике изучения семенной продуктивности растений / И. В. Вайнагий // Ботан. журн. – 1974. – Т. 59, № 6. – С. 826–831.
12. Калмыков С. Т. Определение качества кормовых жиров / С. Т. Калмыков. – М.: Колос, 1976. – 192 с.
13. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
14. Леурда И. Г. Определение качества семян. Альбом / И. Г. Леурда, Л. В. Белинских. – М.: Колос, 1974. – 100 с.
15. Купенко Н. П. Интродукция *Oenothera biennis* L. в Донецкий ботанический сад НАН Украины / Н. П. Купенко, И. Н. Остапко // Тез. докл. VI Междунар. науч.-практ. конф. "Нетрадиционное растениеводство, экология и здоровье" (г. Алушта, 8-14 сентября 1997 г.). – Симферополь, 1997. – Гл. 2. – С. 117.
16. Glukhov A. Z. Adaptive potentialities of some species of the invasive genus *Oenothera* L. in the anthropogenous conditions / A. Z. Glukhov, V. K. Tokhotar, I. N. Ostapko // Committee for SCOPE and Department of Ecology FHLE SAV Nitra. "Invasions and invasive organisms II". – Slovakia: Nitra, 1998. – P. 9.
17. Tokhotar V. K. The investigation of microelement composition in population of the genus *Oenothera* L. (Oenagraceae) in the South-East of Ukraine / V. K. Tokhotar, I. N. Ostapko / 13th

Symposium Morphology, Anatomy and Systematics (Leuven, 7-11 April 1997). – Meise: National Botanic Garden of Belgium, 1997. – P. 151.

18. *Расторопша* пятнистая – от интродукции к использованию [монография] / В. С. Кисличенко, С. В. Поспелов, В. Н. Самородов и др. – Полтава: Полтавський літератор, 2008. – 288 с.

19. *Handbook of Seed Vigour Test Methods* / Ed. J. G. Hampton, D. M. TeKrony. – ISTA Vigour Test Committee. – Zurich, 1995. – 120 p.

20. Куцук Р. В. *Oenothera biennis* L. subsp. *muricata* Rouy et Gamus. (син. *Onagra biennis* L.) [Електронний ресурс] / Р. В. Куцук, Б. М. Зузук. – Режим доступу: www.provisor.com.ua/archive/2005/N2/art_11.html

21. Рудаков О. Б. Развитие метода интерпретации хромогрaмм при идентификации растительных масел / О. Б. Рудаков // Химия растительного сырья. – 2001. – № 4. – С. 77–82. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.nioch.nsc.ru/mirrors/press/chemwood/volume5/2001_04/0104_077.pdf

22. Шиков А. Е. Растительные масла и масляные экстракты / А. Е. Шиков, В. Г. Макаров, В. Е. Рыженков // Провизор. – 2005. – № 2-4 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.provisor.com.ua/archive/2005/N2/art_11.html

Глухов А. З., Жаворонкова Т. Ю. Биологические особенности технических культур при интродукции на юго-востоке Украины. – Приводятся результаты исследований фенологических наблюдений за ростом и развитием *Oenothera biennis* L., *Silybum marianum* (L.) Gaertn. и *Carthamus tinctorius* L., дана оцeнка успешности их интродукции, урожайности семян и содержания растительных жиров в природно-климатических условиях юго-востока Украины.

Ключевые слова: биотопливо, биодизель, технические культуры, рост, развитие, семя, урожайность.

Glukhov A. Z., Zhavoronkova T. Yu. Characteristic biological properties of industrial crops for using of the introduction in the south-east of Ukraine. – It was produced the result of exploration have respect to phenological follow-up of growing in progressing *Oenothera biennis* L., *Silybum marianum* (L.) Gaertn., *Carthamus tinctorius* L., some successfulness their introductions and of the yield of seed in content of vegetable oil was given by the mark in natural climatic conditions in the south-east of Ukraine.

Key words: biofuel, biodiesel, industrial crops, growth, progress, seed, yield.

УДК 712.25.791 : 581.52 : 581.9(477.60)

© О. З. Глухов¹, С. І. Прохорова¹, Г. Г. Дерев'янська², Г. І. Хархота¹

СПОНТАННА ФЛОРА ПАРКІВ І СКВЕРІВ

ТЕХНОГЕННОГО МЕГАПОЛІСУ ДОНЕЦЬК – МАКІЇВКА

¹Донецький ботанічний сад НАН України; 83059, м. Донецьк, пр. Ілліча, 110

²Донецький національний університет; 83050, м. Донецьк, вул. Щорса, 46

e-mail: s.prokh@mail.ru

Глухов О. З., Прохорова С. І., Дерев'янська Г. Г., Хархота Г. І. Спонтанна флора парків і скверів техногенного мегаполісу Донецьк – Макіївка. – Уперше встановлено інтегрований видовий склад спонтанної флори парків і скверів техногенного мегаполісу Донецьк – Макіївка (163 види судинних рослин), проведено його систематичний і біоекологічний аналізи. Досліджено подібність та взаємозв'язок спонтанних флор парків та скверів м. Донецьк та м. Макіївка. Виявлено стан і фітоєкологічну роль рослинності парків та скверів, намічено основні шляхи їх оптимізації.

Ключові слова: урбосередовище, спонтанна флора, парки, сквери, антропогенна трансформація флори, техногенний мегаполіс Донецьк – Макіївка.

Вступ

Роль зелених насаджень у містах важко переоцінити. Вони виконують рекреаційну та естетичну функції, оптимізують урбосередовище за рахунок збагачення атмосфери киснем, зниження запиленості повітря, збільшення його вологості та пом'якшення температурного режиму, поглинання шкідливих речовин, фітонцидної активності тощо [3]. У сучасну епоху технічного прогресу та урбанізації в містах залишається все менше "зелених островків" придатних для відпочинку громадян. Поряд із ботанічними садами та ділянками із залишками природної рослинності провідну роль у цьому відношенні відіграють міські сквери та парки, які до останнього часу фактично не розглядались як геоботанічне явище, тобто як тип або сполучення визначених типів рослинності [12], а з флористичного погляду зустрічаються лише окремі свідчення про їхній видовий склад [9, 15].

У техногенному мегаполісі Донецьк – Макіївка налічується 36 парків і понад 135 скверів. Територія існуючих на сьогодні зелених насаджень міської агломерації є явно недостатньою та, крім того, поступово зменшується за рахунок старіння й відмирання дерев та кущів, вилучення земельних ресурсів, втрати парками та скверами їхнього статусу, недостатнього та неефективного фінансування підприємств зеленого будівництва [1].

Парки та сквери техногенного мегаполісу Донецьк – Макіївка в геоботанічному аспекті практично не вивчені. Щодо рослинності, то в літературі можна знайти лише загальні відомості про склад дерев'янистих порід, кущів і культивованих квіткових рослин [11, 13, 16, 18]. Що стосується досліджень видового складу нижніх ярусів, то є лише фрагментарні дані в декількох роботах [5, 6, 8, 14]. Проте дослідження спонтанної флори парків та скверів техногенного мегаполісу в геоботанічному аспекті становить не лише теоретичний інтерес, але й може допомогти у вирішенні низки практичних завдань. Саме спонтанна флора є показником антропогенного порушення фітоценозів, що може бути використано для організації фітомоніторингу стану трав'янистого покриву досліджуваних зелених насаджень.

Мета та завдання роботи – встановити інтегрований видовий склад спонтанної флори парків і скверів мегаполісу, провести його систематичний та біоекологічний аналізи, порівняти паркові локалітети Донецька та Макіївки, намітити шляхи їх оптимізації, визначити подібність спонтанних флор досліджених міських зон, а також виявити стан і фітоєкологічну роль спонтанної флори в парках та скверах техногенного мегаполісу Донецьк – Макіївка.

Матеріали та методи досліджень

До спонтанної флори парків і скверів міської агломерації Донецьк – Макіївка ми відносимо систему популяцій усіх видів судинних рослин, що спонтанно оселилися в їх межах. Цілеспрямовані флористичні дослідження були виконані протягом 2007-2009 рр. із

використанням загальноприйнятого детально-маршрутного та рекогносцирувального методів.

За основу при проведенні біоекологічної паспортизації видів спонтанної флори взято робочу схему екоморф рослин О. Л. Бельгарда [2], враховано спробу оптимізації цієї системи для цілей фітоіндикації екотопу [10]; інформацію щодо біоекологічної характеристики видів наведено за натурними спостереженнями авторів із врахуванням літературних даних [7, 17].

Флористичну подібність парків та скверів м. Донецьк та м. Макіївка встановлювали за допомогою загальноприйнятого в ботанічних дослідженнях коефіцієнта Жаккара [19]. Порівнювали спонтанні флори парків і скверів за допомогою кластерного аналізу. Використовували традиційний підхід, при якому враховували тільки присутність або відсутність видів, що вважаються рівноцінними у флорі [20].

Результати та їх обговорення

Парки та сквери належать до внутрішньоміських зелених насаджень загального користування. Відрізняються один від одного переважно за розмірами. Так, парк – це великий сад із доріжками, алеями, водоймами, квітниками, розважальними майданчиками для гри, призначений для відпочинку людей. Тоді як сквер – це невеликий громадський сад у місті чи у селищі [4]. У геоботанічному плані вони являють собою комплекси деревних культурфітоценозів із ділянками природної рослинності, газонами та квітниками. За видовим складом деревно-кущових рослин досліджені парки та сквери є змішаними, тобто складаються як зі штучних насаджень інтродукованих видів деревних листяних рослин (*Robinia pseudoacacia* L., *Acer negundo* L., *Elaeagnus angustifolia* L., *Morus alba* L., *M. nigra* L., *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, *Salix fragilis* L. та ін.) та шпилькових (*Pinus pallasiana* D. Don, *Picea glauca* (Moench) Voss), так і з аборигенних (*Quercus robur* L., *Crataegus pseudokyrstostyla* Klokov, *Populus alba* L., *P. nigra* L., *Pinus sylvestris* L., зустрічаються *Swida sanguinea* (L.) Opiz, *Sambucus nigra* L., *Euonymus czernjaëvii* Klokov, *E. europaea* L. та ін.).

Загальний флористичний склад спонтанної флори парків та скверів техногенного мегаполісу Донецьк – Макіївка налічує 163 види судинних рослин, що належать до 41 родини та 128 родів (табл. 1). Кількість монотипних родів у складі спонтанної флори парків та скверів – 19. Родовий коефіцієнт складає 78, що свідчить про значну участь у формуванні флори міграційних елементів. До адвентивної фракції флори належить 51 вид заносних рослин (31% від усіх видів досліджуваної флори), що відносяться до 17 родин та 47 родів.

Систематична структура спонтанної флори парків та скверів техногенного мегаполісу близька до регіональній флорі. У спектрі родин досліджуваної флори перші чотири місця належать родинам Asteraceae – Brassicaceae – Poaceae – Fabaceae (на ці чотири родини припадає 42% загальної кількості видів), тоді як у флорі південного сходу України [5] та синантропній флорі техногенних територій південного сходу України [7] друге місце посідає родина Poaceae, а третє – Brassicaceae.

Таблиця 1

Систематична структура спонтанної флори парків та скверів техногенного мегаполісу Донецьк – Макіївка

Родина	Кількість родів	Відсоток від загальної кількості родів	Кількість видів	Відсоток від загальної кількості видів
Asteraceae Dumort	26	20,3	37	22,7
Brassicaceae Burnett	15	11,7	18	11
Poaceae Barnhart	13	10,1	16	9,8
Fabaceae Lindl.	7	5,5	14	8,6
Lamiaceae Lindl.	6	4,7	7	4,3
Caryophyllaceae Juss.	6	4,7	7	4,3
Apiaceae Lindl.	6	4,7	6	3,7
Інші родини	49	38,3	58	35,6
Всього	128		163	

За біоморфами у структурі спонтанної флори парків та скверів мегаполісу переважають багаторічники (52%) (рис. 1). За кліматормами переважають гемікриптофіти (51%). Значну кількість складають також терофіти (34%).

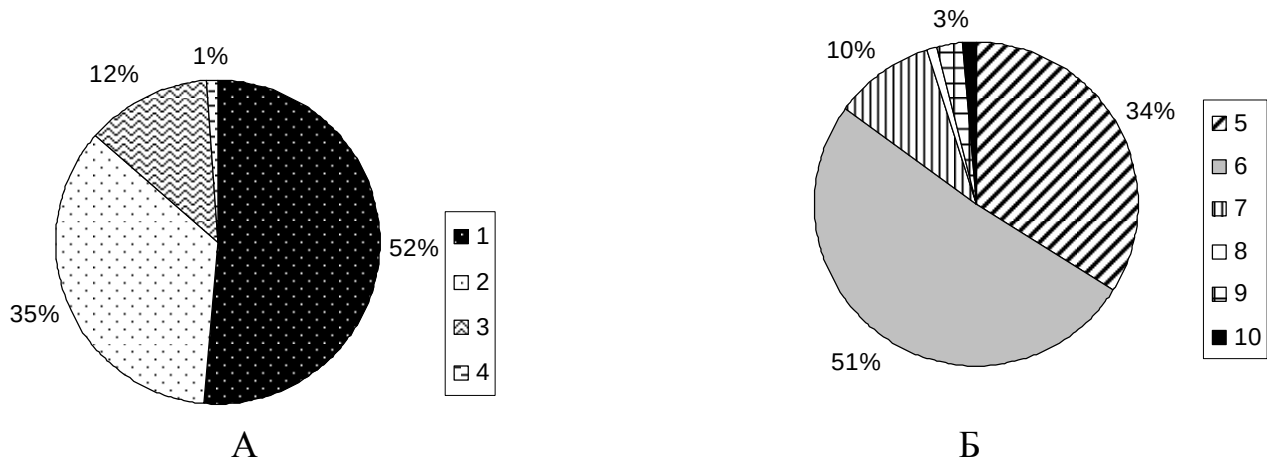


Рис. 1. Біоморфологічна структура спонтанної флори парків та скверів техногенного мегаполісу Донецьк – Макіївка: А – основні біоморфи (життєві форми): 1 – багаторічники; 2 – однорічники; 3 – дворічники; 4 – напівкущики; Б – кліматорми (біологічні типи Рункієра): 5 – терофіти; 6 – гемікриптофіти; 7 – геофіти; 8 – хамефіти; 9 – гелофіти; 10 – гідрофіти.

Залежно від вимог рослин до зволоження види спонтанної флори парків та скверів техногенного мегаполісу Донецьк – Макіївка розподілено на 8 груп (рис. 2). Домінуюча роль у гігроморфній структурі дослідженої спонтанної флори належить ксеромезофітам (33%), мезоксерофітам (28,9%) та мезофітам (23,6%). Деякі види залежно від умов існування можна відносити до тієї чи іншої групи. Наприклад, *Xanthium albinum* (Widder) H. Scholz може поводити себе як ксеромезофіт або мезогігрофіт, *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. може бути як мезогігрофітом, так і аквагігрофітом.

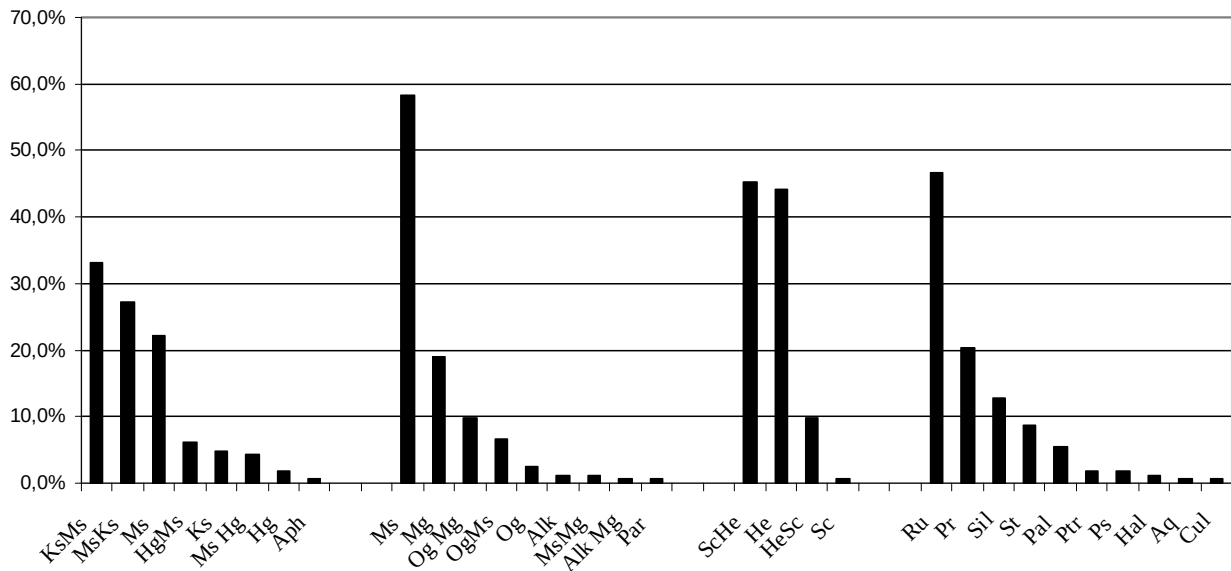


Рис. 2. Біоекологічна структура спонтанної флори парків та скверів техногенного мегаполісу Донецьк – Макіївка: гігроморфи: Ks – ксерофіти, Ms – мезофіти, MsKs – мезоксерофіти, KsMs – ксеромезофіти, Hg – гігрофіти, MsHg – мезогігрофіти, HgMs – гігромезофіти, Aph – аквафіти; трофоморфи: Ms – мезотрофи; Mg – мегатрофи; Og – оліготрофи; Alk – рослини засоленних ґрунтів; Par – паразити; геліоморфи: He – геліофіти, Sc – сціофіти, HeSc – геліосціофіти, ScHe – сціогеліофіти; ценоморфи: St – степанти, Sil – сільванти, Pr – пратанти, Ps – псамофіти, Ptr – петрофіти, Hal – галофіти, Pal – гелофіти, Ru – рудеранти, Cul – культурні рослини, Aq – водні рослини.

Аналіз флори парків та скверів за потребою рослин у поживних речовинах показав, що абсолютно домінуючою є група мезотрофів (58,7%) (див. рис. 2). Середнє місце посідають мега-, олігомега- та олігомезотрофи (18,4; 9,5 та 7,3%, відповідно). На долю оліготрофів припадає 2,6%. До рослин засолених ґрунтів належать *Gypsophila perfoliata* L. та *Cynanhum acutum* L. (1%); до групи мезомегатрофів – *Stellaria media* (L.) Vill. та *Poa angustifolia* L. (1%).

По відношенню до освітлення у досліджуваній флорі виділено чотири групи рослин (див. рис. 2). Найбільша кількість рослин відноситься до груп сціогеліофітів (46,6%) та геліофітів (41,9%). Геліосціофітів незначна частка (10,5%). До групи сціофітів належить тільки *Viola donetzkensis* Klokov.

Формування травостою у парках та скверах відбувається за рахунок навколишньої флори, що представлена головним чином рудеральними та степовими видами. Характер травостою залежить від типу та віку деревних культур. У молодих лісонасадженнях, де змикання крон ще не відбулось, розвиваються переважно малорічники та вегетативно-рухливі бур'яни з невеликою часткою степових та лучних видів: *Picris hieracioides* L., *Elytrigia intermedia* (Host) Nevski, *Achillea pannonica* Scheele, *Bidens tripartita* L., *Salvia verticillata* L., *Trifolium pratense* L., *T. repens* L., *Melilotus albus* Medik., *M. officinalis* (L.) Pall. тощо. Як тільки починається змикання крон дерев, відбувається мезофітизація, а потім і сільватизація трав'янистого покриву. Більшість досліджених парків та скверів представлені старими лісонасадженнями, ділянки нових насаджень молодих дерев є тільки у ЦПК ім. Щербакова (м. Донецьк) та МПК ім. 10-ої річниці Незалежності України (м. Макіївка). Це пояснює велику кількість рудерантів у складі досліджуваної флори, а також значну частку лучних, лісових і степових видів рослин (див. рис. 2).

Характерною рисою спонтанних флор парків та скверів мегаполісу є мозаїчність рослинного покриву, яка виникає внаслідок різноманітності екологічних умов та підсилюється завдяки рекреаційному навантаженню. Так, на узбіччях доріжок та алей, у місцях масового відпочинку людей, де відбувається постійне антропогенне навантаження на рослинний покрив, поширюються в основному адвентивні рудеральні рослини-антропофіли: *Ambrosia artemisiifolia* L., *Iva xanthiifolia* Nutt., *Conyza canadensis* (L.) Cronq., *Cichorium intybus* L., *Galinsoga parviflora* Cav., *Grindelia squarrosa* (Pursh) Dunal, *Anisantha tectorum* (L.) Nevski, *Echinochloa crusgalli* (L.) P. Beauv., *Amaranthus retroflexus* L. та ін. Під пологом дерев зростають тіньовитривалі сільванти: *Chelidonium majus* L., *Corydalis solida* (L.) Clairv., *Viola donetzkensis*, *V. montana* L. s. str., *V. mirabilis* L., *Geranium robertianum* L., *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm., *Heracleum sibiricum* L., *Campanula trachelium* L., *Dactylis glomerata* L., *Elymus caninus* (L.) L., *Melica picta* K. Koch тощо. На відкритих місцях, де відмирають або вирубуються дуже старі дерева, можна зустріти лучні та степові види, такі як: *Potentilla argentea* L., *Linaria vulgaris* Mill., *Plantago lanceolata* L., *P. major* L., *Lycopus europaeus* L., *Stachys annua* (L.) L., *S. recta* L., *Inula britannica* L., *Taraxacum officinale* Wigg. aggr. Вологі місцезростання біля водойм часто займають мезофіти та гігрофіти (*Xanthium albinum*, *Carex spicata* Huds., *Phragmites australis*, *Typha latifolia* L., *T. laxmannii* Lepech.), а в самих водоймах розповсюджена ряска – *Lemna minor* L.

Для того, щоб виявити взаємозв'язок між спонтанними флорами парків та скверів м. Донецьк та м. Макіївка, нами проведено кластерний аналіз (рис. 3). Можна виділити три окремі групи кластерів: сквери, парки м. Донецьк та парки м. Макіївка. Згідно із проведеним аналізом дуже близькими за флористичним складом є сквери (СД1 та СД2), а також парки м. Донецьк: Шахтобудівників та ім. Горького (ПД3 та ПД4), ЦПК ім. Щербакова та ПК ім. Ленінського Комсомолу (ПД1 та ПД2). Спонтанна флора макіївського МПК ім. 10-ої річниці Незалежності України (ПМ1) є ближчою до флор групи парків ПД3 та ПД4, а макіївські парки ПМ2 та ПМ3 поєднуються з групою донецьких парків ПД1 та ПД2.

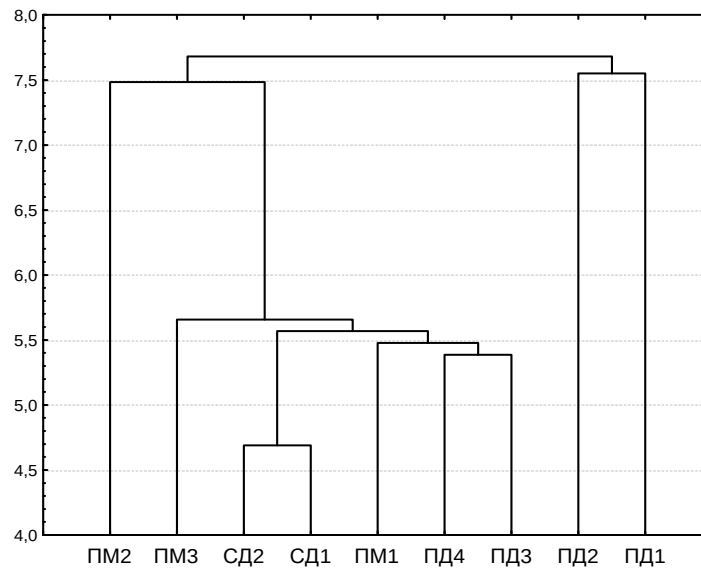


Рис. 3. Кластерна діаграма подібності спонтанних флор парків та скверів техногенного мегаполісу Донецьк – Макіївка: по ординаті: ПД1 – ЦПК ім. Щербакова, м. Донецьк; ПД2 – ПК ім. Ленінського комсомолу, м. Донецьк; ПД3 – парк Шахтобудівників, м. Донецьк; ПД4 – парк ім. Горького, м. Донецьк; СД1 – сквер біля кінотеатру "Горняк", м. Донецьк; СД2 – сквер шахти "Запореваляна", м. Донецьк; ПМ1 – МПК ім. 10-ої річниці Незалежності України, м. Макіївка; ПМ2 – ПК ім. Кірова, м. Макіївка; ПМ3 – парк "Піонерський", м. Макіївка; по абсцисі – величина зв'язку (Евклідова відстань).

Разом із тим за величиною коефіцієнта флористичної подібності Жаккара (0,56) ступінь подібності порівнюваних флор парків та скверів м. Донецьк та м. Макіївка є досить високим (вищим за середній). Це можна пояснити наявністю значної кількості ширококорозповсюджених антропофільних рудерантів в усіх досліджених парках і скверах (*Chelidonium majus*, *Chenopodium album* L., *Polygonum aviculare* L. s. str., *Berteroa incana* (L.) DC., *Geum urbanum* L., *Melilotus albus*, *M. officinalis*, *Daucus carota* L., *Falcaria vulgaris* Bernh., *Convolvulus arvensis* L., *Echium vulgare* L., *Plantago lanceolata*, *P. major*, *Salvia verticillata*, *Achillea pannonica*, *Cirsium setosum* (Willd.) Besser, *Inula britannica*, *Onopordum acanthium* L., *Picris hieracioides* L., *Senecio grandidentatus* Ledeb., *S. jacobaea* L., *Taraxacum officinale*, *Dactylis glomerata* L., *Elytrigia repens* (L.) Nevski) та адвентивних видів рослин (*Amaranthus retroflexus*, *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., *Diploaxis tenuifolia* (L.) DC., *Reseda lutea* L., *Ambrosia artemisiifolia*, *Artemisia austriaca* Jacq., *Centaurea diffusa* Lam., *Iva xanthiifolia*, *Lactuca serriola* L., *Setaria viridis* (L.) P. Beauv.).

Для дослідженої спонтанної флори скверів та парків міської агломерації характерним є досить високий ступінь антропогенної трансформації, про що можна судити виходячи з великої кількості видів рослин, які знаходять фітоекологічну відповідність у засмічених та порушених людиною місцезростаннях, так званих рудерантів, серед яких значною є частка адвентивних видів. Прискорення темпів синантропізації та адвентизації рослинності парків та скверів агломерації Донецьк – Макіївка зрештою може призвести до зниження позитивної ролі зелених насаджень. Разом із тим важко не помітити значущості синантропних рослин в антропогенно порушених екотопах: окрім виконання фітомеліоративної, оптимізаційної та компенсаційної функцій, вони єдині слугують чутливими та об'єктивними організмами-моніторами, що найбільш повно відбивають стан навколишнього техногенного середовища.

Критичне вивчення стану рослинного покриву парків та скверів техногенного мегаполісу Донецьк – Макіївка дозволило намітити такі заходи з його оптимізації, як: постійний моніторинг стану як дерев'янистого ярусу, так і трав'янистого покриву, який повинен включати своєчасне вирубування старих дерев та кущів, винищення карантинних бур'янів, недопущення засміченості території, зривання рослин та витоптування, що у свою чергу допоможе зберегти та розширити більш цінні природні чи напівприродні угруповання.

Висновки

У складі спонтанної флори парків та скверів техногенного мегаполісу Донецьк – Макіївка переважають багаторічні тіньовитривалі рослини середньородючих ґрунтів та помірного зволоження середовища. Це пояснюється умовами існування рослин нижніх ярусів досліджуваних зелених насаджень: затінення від дерев та кущів, краще збереження вологи як у повітрі, так і в ґрунті (порівняно з іншими міськими територіями). Але саме трав'янистий покрив парків та скверів найбільше потерпає від антропогенного впливу, як прямого (витоптування, зривання, скошування тощо), так і опосередкованого (ущільнення ґрунту, засмічення місцезростань тощо). Це призводить до поступового заміщення видів природної флори на адвентивні, що у свою чергу позначається на структурі спонтанної флори. Зокрема відбувається збіднення та уніфікація її складу, зменшується стійкість рослинного покриву до антропогенних навантажень.

На кластерній діаграмі видно, що спонтанні флори досліджених зелених насаджень об'єднуються в три групи: флори скверів, парків м. Донецьк та парків м. Макіївка. Разом із тим порівняння флористичного складу спонтанних флор парків та скверів м. Донецьк та м. Макіївка дозволило встановити досить високу їхню схожість (коефіцієнт Жаккара 0,56), що пояснюється явищами синантропізації та адвентизації досліджених флор.

Отже, антропогенний вплив є провідним фактором динаміки рослинного покриву зелених зон техногенного мегаполісу. Він поступово нівелює відмінності у складі та структурі спонтанних флор парків та скверів міст Донецька та Макіївки, про що наочно свідчить уперше проведене нами статистичне оцінювання подібності їх видового складу.

Список літератури

1. *Аверин Е. Г.* Анализ состояния зеленых зон на территории города Донецка / Е. Г. Аверин, А. С. Парфенюк // Матер. Междунар. науч.-практ. конф. "Экологические проблемы промышленных мегаполисов" (м. Донецк – Авдеевка, 21-23 мая 2008 г.). – Донецьк: ДонНТУ, 2008. – С. 165–168.
2. *Бельгард А. Л.* К вопросу об экологическом анализе и структуре фитоценозов в степи / А. Л. Бельгард // Вопросы биологической диагностики лесных биогеоценозов Присамарья. – Днепропетровск: Изд-во Днепропетров. ун-та, 1980. – С. 11–42.
3. *Бессонова В. П.* Комплексна проблема "Рослини та урбанізація", актуальні питання, головні задачі / В. П. Бессонова // Матер. I Міжнар. наук.-практ. конф. "Рослини та урбанізація" (м. Дніпропетровськ, 21-23 листопада 2007 р.). – Дніпропетровськ: ТОВ ТВГ "Куніца", 2007. – С. 11–15.
4. *Большой иллюстрированный словарь иностранных слов: 17000 сл.* – М.: ООО "Изд-во АСТ": ООО "Изд-во Астрель": ООО "Русские словари", 2002. – 960 с.
5. *Бурда Р. И.* Антропогенная трансформация флоры / Раиса Ивановна Бурда. – К.: Наук. думка, 1991. – 168 с.
6. *Бурда Р. И.* Анотований список флори промислових міст на південному сході України / Р. І. Бурда. – Донецьк: Б. в., 1997. – 49 с.
7. *Глухов О. З.* Індикаційно-діагностична роль синантропних рослин в техногенному середовищі / О. З. Глухов, С. І. Прохорова, Г. І. Хархота. – Донецьк: ООО "Вебер" (Донецька філія), 2008. – 232 с.
8. *Кондратюк Е. Н.* Влияние антропопрессии на флору и растительность Донбасса / Е. Н. Кондратюк, А. И. Хархота // Промышленная ботаника. – К.: Наук. думка, 1980. – С. 5–51.
9. *Любченко В. М.* Сучасний стан рослинності Голосіївського лісопарку / В. М. Любченко, У. М. Падуб // Укр. ботан. журн. – 1985. – 42, № 1. – С. 65–68.
10. *Матвеев Н. М.* Оптимизация системы экоморф А. Л. Бельгарда в целях фитоиндикации экотопа и биотопа / Н. М. Матвеев // Вісник Дніпропетров. ун-ту. – 2003. – Вип. 11, т. 2. – С. 103–113.

11. Митина Л. В. Ассортимент древесно-кустарниковых насаждений г. Макеевки в зависимости от территориально-административного деления города / Л. В. Митина // Проблемы озеленения крупных городов: альманах. – Вып. 11: Матер. общегородской конф. – М.: "Прима-М", 2005. – С. 124–125.
12. Ниценко А. А. Сады и парки как объект геоботанического исследования / А. А. Ниценко // Вестник Ленинград. ун-та. – 1969. – № 15. – С. 54–62.
13. Поляков А. К. Видовой состав городских насаждений юго-востока Украины и перспективы его обогащения / А. К. Поляков, Е. П. Сулова, С. И. Терещенко и др. // Матер. XII з'їзду Укр. ботан. т-ва (м. Одеса, 15-18 травня 2006 р.). – Одеса, 2006. – С. 358–359.
14. Рева М. Л. Антропогенні зміни в приміських лісах Донбасу / М. Л. Рева, Г. І. Хархота // Інтродукція та акліматизація рослин на Україні. – 1976. – Вип. 9. – С. 6–11.
15. Рева М. Л. Видовий склад трав'янистих рослин лісонасаджень зелених зон міст Донбасу / М. Л. Рева, Г. І. Хархота // Інтродукція та акліматизація рослин на Україні. – 1974. – Вип. 3. – С. 61–63.
16. Синельщиков Р. Г. Рекреационный потенциал зеленых насаждений в контексте устойчивого развития города / Р. Г. Синельщиков, Е. В. Ермакова, Л. И. Чуланова // Тр. II Междунар. науч.-практ. конф. "Экологические проблемы промышленных мегаполисов" (г. Москва, 24-27 мая 2005 г.). – М.: МГУИЭ, 2005. – С. 57–60.
17. Тарасов В. В. Флора Дніпропетровської та Запорізької областей. Судинні рослини. Біолого-екологічна характеристика видів / В. В. Тарасов. – Д.: Вид-во Дніпропетров. нац. ун-ту, 2005. – 276 с.
18. Ткаченко В. С. Місце і роль рослинного покриву в оптимізації природного середовища Донбасу / В. С. Ткаченко // Укр. ботан. журн. – 1975. – 32, № 3. – С. 312–317.
19. Шмидт В. М. Математические методы в ботанике / В. М. Шмидт. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1984. – 288 с.
20. Юрцев Б. А. Изучение конкретных и парциальных флор с помощью математических методов / Б. А. Юрцев, Б. И. Семкин // Ботан. журн. – 1980. – 65, № 12. – С. 1705–1718.

Глухов А. З., Прохорова С. И., Деревянская А. Г., Хархота А. И. Спонтанная флора парков и скверов техногенного мегаполиса Донецк – Макеевка. – Впервые установлен интегрированный видовой состав спонтанной флоры парков и скверов техногенного мегаполиса Донецк – Макеевка (163 вида сосудистых растений), проведен его систематический и биоэкологический анализы. Исследованы сходство и взаимосвязь спонтанных флор парков и скверов г. Донецк и г. Макеевка. Выявлены состояние и фитоэкологическая роль растительности парков и скверов, намечены основные пути их оптимизации.

Ключевые слова: урбосреда, спонтанная флора, парки, скверы, антропогенная трансформация флоры, техногенный мегаполис Донецк-Макеевка.

Glukhov A. Z., Prokhorova S. I., Derevyanskaya A. G., Kharkhota A. I. Spontaneous flora in public parks and gardens of industrially stressed megalopolis Donetsk – Makeevka. – Total species composition of spontaneous flora in public parks and gardens of industrially stressed megalopolis Donetsk – Makeevka (163 vascular plants species) is first established and subjected to systematic and bioecological analysis. Spontaneous floras affinity and interrelation between Donetsk and Makeevka are studied. Garden vegetation status and phytoecological significance are revealed, general ways to their optimization are outlined.

Key words: urban environment, spontaneous flora, public gardens, anthropogenic transformation, industrially stressed megalopolis.

УДК 582.29: 581.9: 581.52 (477.60)

© А. С. Аверчук

ЕКОМОРФИ ЛИШАЙНИКІВ У МІСЦЕЗРОСТАННЯХ ОКОЛИЦЬ М. ІЛОВАЙСЬКА

Донецький ботанічний сад НАН України; 83059, м. Донецьк, пр. Ілліча, 110

e-mail: averchuk@ukr.net

Аверчук А. С. Екоморфи лишайників у місцезростаннях околиць м. Іловайська. – Представлено результати систематичних і екологічних досліджень лишайників у екотопах околиць м. Іловайська Донецької області. Систематичний аналіз показав, що ліхенофлора складається з 22 видів, які відносяться до 13 родів, 10 родин, з них п'ять видів (*Acarospora schorica* Vodop., *Lecanora erysibantha* Nyl., *Placolecanora thulensis* (Th. Fr.) Korasz., *Sarcogyne gibberella* (Nyl.) H. Magn.) є рідкісними як для південного сходу, так і для всієї території України і становлять флористичну цінність. Отримані в результаті екологічного аналізу дані показали, що ліхенофлора на цій території представлена геліофітами, ацидофілами (по 54,5% кожна група), епілітами (91%).

Ключові слова: лишайники, південний схід України, екотопи, екоморфи.

Вступ

Під впливом антропогенного тиску змінюється як кількісний, так і якісний склад рослин у біогеоценозах. Постійно зникають цікаві види рослин, які можуть бути використані як біоіндикатори стану навколишнього середовища. Одними з таких рослин є лишайники, які завдяки біоекологічним особливостям і фізіології здатні об'єктивно відображати стан навколишнього середовища [1]. Тому однією з найважливіших проблем сучасної ботаніки, зокрема ліхенології, є проведення інвентаризації біорізноманітності лишайників та всебічного їх аналізу.

Матеріали та методи дослідження

Метою дослідження є виявлення видової різноманітності, особливостей поширення лишайників у екотопах околиць м. Іловайська на південному сході України.

Основні завдання: визначити видовий склад лишайникових угруповань в екотопах околиць м. Іловайська; провести систематичний та екологічний аналізи досліджуваної ліхенофлори.

Об'єкт дослідження – заселення лишайниками екотопів околиць м. Іловайська.

Іловайськ – місто у Донецькій області, адміністративно підлегло Харцизькій міській раді. Місто знаходиться у степовій зоні, клімат помірний. Територія міста являє собою горбисту рівнину, яка розчленована долинами та балками [10]. Територія розташована в межах різнотравно-типчаково-ковилових степів. На сьогодні степи розорані, зайняті культурною рослинністю і лише невеликі ділянки їх залишків збереглися на схилах балок. Для ґрунтового покриття характерні чорноземи.

Збори досліджуваного матеріалу проводили шляхом рекогносцирувальних та напівстаціонарних досліджень в екотопах околиць міста, які було поділено залежно від еколого-субстратних характеристик на 3 типи: I тип екотопу – літогенний субстрат, що характеризується кислим середовищем; II тип – літогенний субстрат, що характеризується лужним середовищем; III тип – кора форофітів (дерев) (*Tilia cordata* Mill., *Ulmus glabra* Huds., *Juglans regia* L. та ін.).

Визначення лишайників проводили за загальноприйнятою методикою [2, 3, 5, 6-9].

Для розрахунку індексу домінування лишайників у екотопах застосовували програму Microsoft Office Excel 2007, за якою кожному виду в конкретному екотопі присвоювали літерне позначення за класифікацією Г. Енгельмана: E – еудомінант ($\geq 40\%$), D – домінант (12,5-39,9%), SD – субдомінант (4,0-12,4%), R – рецедент (1,3-3,9%), SR – субрецидент ($< 1,3\%$) [13].

Результати та їх обговорення

За результатами проведених досліджень було визначено 22 види лишайників, які відносяться до 13 родів, 10 родин.

Основу ліхенофлори складають види з родини Lecanoraceae Koerb. (8 видів або 36,4% від загальної кількості видів) та Teloschistaceae Zahlbr. (3 види, 13,6%). Провідні родини представлені родами *Lecanora* Ach. (7 видів, 31,8%), *Placolecanora* Räsänen (*Placolecanora thulensis* (Th. Fr.) Kopacz.) з родини Lecanoraceae та *Caloplaca* Th. Fr. (*C. crenularia* (With.) J. R. Laundon, *C. decipiens* (Arn.) Jatta *C. grimmiae* (Nyl.) H. Olivier) з родини Teloschistaceae.

Нижче подаємо таксономічний огляд лишайників, знайдених нами на досліджуваній території, укладений на основі камеральної обробки власних колекцій. Назви лишайників наведено за другим чеклістом лишайників України [14]. До кожного таксону наводяться літературні джерела, де ці види цитуються. У дужках подано номер типу екоотопу із процентним вмістом виду й індексом Г. Енгельмана.

Acarosporaceae Zahlbr.

Acarospora schorica Vodop. (екотоп I типу – 4,17%, SD; екотопи II і III типів – 0%) [2].

Sarcogine gibberella (Nyl.) H. Magn. (екотоп I типу – 4,17%, SD; екотопи II і III типів – 0%) [2].

Bacidiaceae Walt. Watson

Scoliosporum chlorococcum (Graewe et Stenh.) Vezda (екотоп I типу – 4,17%, SD; II типу – 25%, D; III типу – 0%) [11].

Candelariaceae Hakulinen

Candelariella reflexa (Nyl.) Lettau. (екотоп I типу – 0%; II типу – 25%, D; III типу – 0%) [8].

C. vitellina (Hoffm.) Müll. Arg. (екотоп I типу – 4,17%, SD; екотопи II та III типів – 0 %) [8, 12].

Lecanoraceae Koerb.

Lecanora carpinea (L.) Vain. (екотопи I та II типів – 0%; III типу – 66,67%, E) [6, 8, 11].

L. dispersa (Pers.) Sommerf. (екотоп I типу – 8,33%, SD; II типу – 25%, D; III типу – 0%) [8, 13].

L. demissa (Plot.) Zahlbr. (екотоп I типу – 4,17%, SD; II і III типів – 0%) [8, 8].

L. erysibantha Nyl. (екотоп I типу – 0%; II типу – 25%, D; III типу – 0%) [8].

L. lithophila (Wallr.) Oxner. (екотоп I типу – 4,17%, SD; II і III типів – 0%). В [6, 8, 11].

L. muralis (Schreb.) Rabenh. (екотоп I типу – 20,87%, D; екотопи II і III типів – 0%) [8, 11].

L. umbrina (Ach.) A. Massal. (екотоп I типу – 4,17%, SD; екотопи II і III типів – 0%) [6, 8, 11].

Placolecanora thulensis (Th. Fr.) Kopacz. (екотоп I тип – 4,17%, SD; екотопи II і III типів – 0%) [8].

Parmeliaceae Zenker

Xanthoparmelia somloensis (Gyeln.) Hale. (екотоп I типу – 4,17%, SD; II типу – 0%, SR; III типу – 33,33%, E) [4, 11].

Physciaceae Zahlbr.

Physcia stellaris (L.) Nyl. (екотопи I типу – 4,17%, SD; екотопи II і III типів – 0%) [6, 11].

Pyrenulaceae Rabenh.

Pyrenula dermatodes (Borrer) Schaer. (екотопи I типу – 4,17%, SD; екотопи II і III типів – 0%) [5, 6].

Teloschistaceae Zahlbr.

Caloplaca crenularia (With.) J. R. Laundon (екотопи I типу – 4,17%, SD; екотопи II і III типів – 0%) [6, 12].

Caloplaca decipiens (Arn.) Jatta (екотопи I типу – 4,17%, SD; екотопи II і III типів – 0%) [6].

C. grimmiae (Nyl.) H. Olivier (екотопи I типу – 4,17%, SD; екотопи II і III типів – 0%) [12].

Thelotremaaceae (Nyl.) Stizenb.

***Diploschistes scruposus* (Schreb.) Norman** (екотопи I типу – 4,17%, SD; екотопи II і III типів – 0%) [6, 9, 11].

Verrucariaceae Zenker.

***Verrucaria nigrescens* Pers.** (екотопи I типу – 4,17%, SD; екотопи II і III типів – 0%) [3, 6, 11].

***V. squamulosocrustacea* (Savicz) Oxner.** (екотопи I типу – 4,17%, SD; екотопи II і III типів – 0%) [3, 6, 12].

При вивченні видового складу лишайників виділених нами екотопів, як вже зазначалося, був використаний індекс Енгельмана, було встановлено, що в екотопі I лідируюче положення займає вид *L. muralis*, який було віднесено до групи домінантів (D, 20,8%). Цей лишайник є невибагливим до середовища існування, може зростати як на лужному, так й на кислому субстраті та витримувати пряме сонячне випромінювання. Можна припустити, що цей екотоп є джерелом розповсюдження й подальшого поширення лишайників на інші типи екотопів. Це пояснює таку малу кількість видів й на інших типах субстрату. Другий за поширеністю токсикотолерантний вид – *L. dispersa* (складає 8,33%). У загальній кількості на території екотопу I було знайдено 19 видів, 18 з яких віднесені до групи субдомінантів.

Так, на території екотопу II було знайдено всього 4 види-домінанти: *Scoliciosporum chlorococcum*, *Lecanora dispersa*, *L. erysibantha*, *Candelariella reflexa*. Види були знайдені на лужному субстраті, однак більшість із них є ацидофілами, а зростання їх на лужному субстраті ще раз підтверджує факт постійного розселення.

В екотопі III знайдено всього 2 види еудомінанта *Xanthoparmelia somloensis*, *Lecanora carpinea* (по 33,33 й 66,67%, відповідно) на форофітах *Tilia cordata*, *Ulmus glabra*, *Juglans regia*.

На відміну від вищих рослин, лишайники не мають спеціалізованих органів поглинання неорганічних речовин із субстратів, тому, поглинаючи ці речовини всією поверхнею слані, вони повністю залежать від абіотичних факторів навколишнього середовища. Щодо екологічних чинників, які безпосередньо впливають на життєдіяльність лишайників, то нами були виділені такі екоморфи (табл. 1):

- по відношенню до світла: геліофіти, геліосціофіти, сціогеліофіти;
- до субстрату: епіфіти, епіліти;
- до кислотності кори форофіта: ацидофіли, базофіли, інцертофіли, нейтрофіли.

Кам'яні оголення, які близько підходять до межі міста, можуть бути джерелом заселення вулиць міста (бордюри, фундаменти будівель та інших залізобетонних конструкцій, що є для лишайників штучним субстратом).

Якщо природна ліхенофлора є джерелом спонтанного заселення й подальшого поширення лишайників на території міста, то антропогенним антагоністом заселення є великий залізничний вузол, яким є станція Іловайське. Великі залізничні вузли можуть бути головним джерелом забруднення середовища мазутом, сполуками сірки, продуктами горіння тощо. Лімітуючі фізичні фактори, такі як вібрації, механічне ушкодження як самої рослини, так і субстрату, заважають поширенню вищих судинних рослин. Лишайники, на відміну від останніх, здатні заселяти такі несприятливі екотопи, а чутливість до зовнішніх умов середовища робить їх стійким біоіндикатором забруднення.

Важливу роль у трактуванні стану атмосферного повітря, оцінку якої було одержано за допомогою рослинного матеріалу, відіграють чинники, дія яких подібна до дії забруднюючих повітря речовин: світло, механічні ушкодження, поживні речовини, рН, температура, вода, вітер, пестициди, солі. Тому доцільно вивчити реакції лишайників на деякі найбільш важливі фактори, що лімітують поширення лишайників, саме в природному, відносно чистому, середовищі.

Щодо реакції на сонячне освітлення, то види лишайників розподілилися таким чином: 12 видів – геліофіти, 4 види – геліосціофіти, 6 видів – сціогеліофіти. Відкрита, незатінена місцевість, що є характерною для степової зони, зумовлює наявність світлолюбних рослин.

Види лишайників, які не витримують прямих сонячних променів, пристосовуються зростати в щілинах між сланцевим камінням, це звичайно накипні форми лишайників, на відміну від геліофітів, які в більшості випадків листуваті.

Таблиця 1

Основні групи екоморф лишайників у місцезростаннях околиць м. Іловайська

Родина, вид	Екологічні групи*			
	за приуроченістю до субстрату		геліо-морфи	рН - морфи
	епіфіт	епіліт		
Acarosporaceae Zahlbr. <i>Acarospora schorica</i> Vodop.		+	HeSc	ацидофіл
<i>Sarcogine gibberella</i> (Nyl.) H. Magn.		+	He	ацидофіл
Bacidiaceae Walt. Watson <i>Scoliciosporum chlorococcum</i> (Graewe in Stenh.) Vezda		+	ScHe	ацидофіл
Candelariaceae Hakulinen <i>Candelariella reflexa</i> (Nyl.) Lettau		+	ScHe	інцертофіл
<i>C. vitellina</i> (Hoffm.) Müll. Arg.		+	ScHe	нейтрофіл
Lecanoraceae Koerb. <i>Lecanora carpinea</i> (L.) Vain.	+		ScHe	ацидофіл
<i>L. demissa</i> (Plot.) Zahlbr.		+	He	ацидофіл
<i>L. dispersa</i> (Pers.) Sommerf.		+	He	базофіл
<i>L. erysibantha</i> Nyl.		+	He	ацидофіл
<i>L. lithophila</i> (Wallr.) Oxner		+	He	ацидофіл
<i>L. muralis</i> (Schreb.) Rabenh.		+	He	базофіл
<i>L. umbrina</i> (Ach.) A. Massal.		+	He	ацидофіл
<i>Placolecanora thulensis</i> (Th. Fr.) Kopacz.		+	He	ацидофіл
Parmeliaceae Zenker <i>Xanthoparmelia somloensis</i> (Gyeln.) Hale	+		He	ацидофіл
Physciaceae Zahlbr. <i>Physcia stellaris</i> (L.) Nyl.		+	ScHe	нейтрофіл
Pyrenulaceae Rabenh. <i>Pyrenula dermatodes</i> (Borrer) Schaer.		+	ScHe	ацидофіл
Teloschistaceae Zahlbr. <i>Caloplaca crenularia</i> (With.) Laundon		+	He	інцертофіл
<i>Caloplaca decipiens</i> (Arn.) Jatta		+	HeSc	інцертофіл
<i>C. grimmiae</i> (Nyl.) H. Olivier		+	He	нейтрофіл
Thelotremaaceae (Nyl.) Stizenb. <i>Diploschistes scruposus</i> (Schreb.) Norman		+	He	ацидофіл
Verrucariaceae Zenker. <i>Verrucaria nigrescens</i> Pers.		+	HeSc	інцертофіл
<i>V. squamulosocrustacea</i> (Savicz) Oxner		+	HeSc	базофіл

Примітки:

1. He – геліофіт, ScHe – сціогеліофіт, HeSc – геліосціофіт.
2. Позначкою "+" відмічено приуроченість до того чи іншого субстрату.

Лишайники, на відміну від вищих рослин, більшою мірою реагують на кислотність субстрату. Найбільша кількість видів є епілітами – 20 видів, 12 з яких зростають на кислому середовищі та були віднесені до групи ацидофілів. Епіфітні види представлені тільки *Xanthoparmelia somloensis*, *Lecanora carpinea*. Щодо останнього виду, то саме він є

епіфітним, а *Xanthoparmelia somloensis* – вже мігруючим із кам'янистого субстрату. Найменшу кількість видів охоплює група базофілов *L. muralis*, *V. squamulosocrustacea*, *L. dispersa*. Види є токсикотолерантними й можуть зростати як на природних субстратах, так і на різних видах побутових відходів та рухляків. Чотири види має група інцертотрофілів (види, що зростають як на кислому, так і на лужному субстраті). Група нейтрофілів (організми яких зростають на субстраті з pH у межах 7) нараховує 3 види: *C. vitellina*, *C. grimmiae*, *Physcia stellaris*.

Висновки

Встановлено, що найбільш заселеним ліхенобіотою є екотоп із літогенним кислим субстратом, де нараховано 19 видів. Найбільш розповсюдженими видами в цьому екотопі є *Lecanora muralis* й *L. dispersa*, що були віднесені до категорії домінанта та субдомінанта відповідно. В екотопі з літогенним лужним субстратом домінуючу позицію (категорія D) займають види *Candelariella reflexa*, *Lecanora dispersa*, *L. erysibantha*. На корі *Tilia cordata*, *Ulmus glabra*, *Juglans regia* були знайдені еудомінанти *Lecanora carpinea*, *Xanthoparmelia somloensis*.

Розподіл лишайників за основними екологічними факторами виявив такі результати: 54,5% – геліофітів, 18,2% – геліосціофітів, 27,3% – сціогеліофітів, 54,5% – ацидофілів, 13,6% – базофілів, 13,6% – нейтрофілів, 18,2% – інцертотрофілів.

Із встановлених 22 видів лишайників заслуговують на особливу увагу, з флористичного погляду 4 види, а саме: *Acarospora schorica*, *Lecanora erysibantha*, *Placolecnora thulensis*, *Sarcogyne gibberella*, оскільки ці види відносяться до рідкісних та були вперше знайдені нами на досліджуваній території.

Список літератури

1. Бязров Л. Г. Лишайники – индикаторы радиоактивного загрязнения / Лев Георгиевич Бязров. – М.: Изд-во КМК, 2005. – 476 с.
2. Голубкова Н. С. Acarosporaceae / Н. С. Голубкова // Определитель лишайников СССР. – Л.: Наука, 1978. – Вып. 5. – С. 137–292.
3. Копачевская Е. Г. Verrucariaceae / Е. Г. Копачевская // Определитель лишайников СССР. – Л.: Наука, 1977. – Вып. 4. – С. 7–54.
4. Копачевская Е. Г. Лихенофлора Крыма и её анализ / Е. Г. Копачевская. – К.: Наук. думка, 1986. – 296 с.
5. Макаревич М. Ф. Pyrenulaceae / М. Ф. Макаревич // Определитель лишайников СССР. – Л.: Наука, 1977. – Вып. 4. – С. 197–212.
6. Окснер А. М. Визначник лишайників УРСР / А. М. Окснер. – К.: Вид-во АН УРСР, 1937. – 341 с.
7. Окснер А. Н. Определитель лишайников СССР (морфология, систематика и географическое произрастание) / Альфред Николаевич Окснер. – Л.: Наука, 1974. – Вып. 2. – 283 с.
8. Определитель лишайников СССР. Пертузариевые, Леканоровые, Пармелиевые. – Л.: Наука, 1979. – Вып. 1. – 412 с.
9. Питеранс А. В. Diploschistaceae / А. В. Питеранс // Определитель лишайников СССР. – Л.: Наука, 1975. – Вып. 3. – С. 45–54.
10. Симоненко В. Д. Фізико-географічне районування Донбасу для цілей сільського господарства (в межах Ворошиловградської та Донецької областей Української РСР). Довідник / В. Д. Симоненко. – Донецьк: Донбас, 1972. – 120 с.
11. Федоренко Н. М. Лишайники та ліхенофільні гриби Житомирської області / Н. М. Федоренко, С. Я. Кондратюк, О. О. Орлов. – Житомир: ПП "Рута", "Волинь", 2006. – 148 с.
12. Ходосовцев О. Є. Лишайники причорноморських степів України / О. Є. Ходосовцев. – К.: Фітосоціоцентр, 1999. – 236 с.

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

14. Kondratyuk S. Ya. The Second Checklist of Lichens Forming, Lichenicolous and Allied Fungi of Ukraine / S. Ya. Kondratyuk, A. Ye. Khodosovtsev, S. D. Zelenko. – Kiev: Phytosociocentre, 1998. – 180 p.

Аверчук А. С. Экоморфы лишайников в местопроизрастаниях окраин г. Иловайска. – Представлены результаты систематических и экологических исследований лишайников в экотопах окрестностей г. Иловайска Донецкой области. Систематический анализ показал, что лишенофлора состоит из 22 видов, которые относятся к 13 родам, 10 семействам, из них пять видов (*Acarospora schorica* Vodop., *Lecanora erysibantha* Nyl., *Placolecanora thulensis* (Th. Fr.) Korpacz., *Sarcogyne gibberella* (Nyl.) H. Magn.) являются редкими как для юго-востока, так и для всей территории Украины и представляют флористическую ценность. Полученные в результате экологического анализа данные показали, что лишенофлора представлена гелиофитами, ацидофилами (по 54,5% каждая группа), эпилитами (91%).

Ключевые слова: лишайники, юго-восток Украины, экотопы, экоморфы.

Averchuk A. S. Ecomorphs of lichens in the places of growth in the outskirts of Ilovaysk town. – The paper presents the results of systematic and ecological floristic investigations on lichens in ecotopes near the town Ilovaisk, Donetsk region. Systematical analysis has shown that lichenoflora comprises 22 species which belong to 13 genera, 10 families. Five species of them, namely – *Acarospora schorica* Vodop., *Lecanora erysibantha* Nyl., *Placolecanora thulensis* (Th. Fr.) Korpacz., *Sarcogyne gibberella* (Nyl.) H. Magn. – are rare ones both for the south-east as and the whole territory of Ukraine and are of floristic value. The finding as a result of ecological analysis have shown that lichenoflora is presented with heliophytes, acidophiles (54,5% for each group) and epilithes (91%).

Key words: lichens, south-east of Ukraine, ecotopes.

УДК 581.5 : 580 : 635.9 : 628.5(477.60)

© О. О. Грьдько

БІОЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ДЕКОРАТИВНИХ ЗЛАКІВ В УМОВАХ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ ДОНБАСУ

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

e-mail: grydko@mail.ru

Грьдько О. О. Біоекологічні особливості декоративних злаків в умовах промислових підприємств Донбасу. – Представлено результати комплексного вивчення однорічних декоративних злаків (*Briza maxima* L., *B. minor* L., *Lagurus ovatus* L. та *Lamarkia aurea* (L.) Moench.), що культивуються на промислових підприємствах Донбасу. Вивчені відповідні реакції на дію промислових токсикантів на основі біоморфологічних досліджень. На основі вивчення ознак ураження досліджених рослин на промайданчиках, виділено дві групи за ступенем їхньої стійкості до промислових викидів.

Ключові слова: стійкість, декоративні злаки, Донбас, промайданчики, морфологічні особливості.

Вступ

Забруднення навколишнього середовища викидами промисловості та автотранспорту негативно впливає на розвиток рослинних організмів, тому використання рослин при озелененні промислових підприємств регіону повинно бути спрямовано в першу чергу на оздоровлення повітряного басейну, зменшення впливу і розповсюдження промислових емісій на прилеглі території.

Комплексному вивченню в умовах промислового забруднення підлягали в основному деревні, квітково-декоративні культури та газони [6, 9, 13]. Через те, що використання декоративних злаків у сучасному озелененні є новим напрямком ландшафтного дизайну, цілком доречно випробувати рослини не лише при інтродукції в Донецький ботанічний сад НАН України, але й при впровадженні їх у практику озеленення в техногенних умовах південного сходу України. Таким чином, для Донбасу є актуальним розробка науково обґрунтованого сучасного асортименту декоративних злаків на основі всебічного вивчення діагностичних ознак, що дозволить проводити попередню діагностику видів, придатних до озеленення промислових підприємств.

Мета дослідження – на підставі дослідження морфометричних показників встановити адаптаційний потенціал та реакцію декоративних злаків на промислові забруднення; на основі аналізу характеристик ростових процесів вегетативних і генеративних органів деяких однорічних декоративних злаків в умовах промислово-забрудненого довкілля визначити найбільш толерантні види до промислових емісій та види перспективні для озеленення промайданчиків підприємств м. Донецька.

Матеріал та методи дослідження

Об'єктом дослідження були однорічні декоративні злаки (Poaceae Barnh.), що успішно пройшли інтродукційне випробування в Донецькому ботанічному саду НАНУ (ДБС) [8]: *Briza maxima* L., *B. minor* L., *Lagurus ovatus* L. та *Lamarkia aurea* (L.) Moench.

Для встановлення рівня впливу техногенного забруднення на розвиток обраних видів декоративних злаків було виділено кілька промайданчиків із різним якісним складом забруднювачів. Контрольна зона – промайданчик 1, розміщувалась у відносно чистій зоні в ДБС, де інтенсивність забруднення є набагато нижчою за гранично допустиму концентрацію (ГДК). Другий та третій промайданчики були розташовувані, відповідно, на промайданчиках цеху металоконструкцій та обжимного цеху ВАТ "ДМЗ". Четвертий та п'ятий промайданчики розміщувались, відповідно, на промайданчику цеху з виготовлення випаровувачів та на території, що прилягає до теплиці підприємства ЗАТ "Норд".

За об'єктами дослідження протягом вегетаційних сезонів 2007-2008 рр. проводили фенологічні спостереження [2], морфометричні вимірювання вегетативних і генеративних органів під час кожної фази розвитку. Визначення насінневої продуктивності та якості насіння (абсолютна маса, енергія проростання та лабораторна схожість) проводили за загальноприйнятими методиками [15, 16]. Перспективність рослин оцінювали за сукупністю

окремих біоморфологічних ознак, тривалістю вегетаційного та декоративного періодів. Стійкість до промислових забруднювачів визначали за шкалою Л. М. Фендюр [13] та Т. Г. Зурнаджи [6]. Статистичну обробку отриманих даних проводили за загальноприйнятими методиками [11].

Результати та обговорення

У промисловому регіоні на процес інтродукції впливають не тільки природні кліматичні умови (низька вологість повітря, періодичні посухи та суховії), а й промислові викиди в атмосферу шкідливих пилегазових інгредієнтів [5]. За даними дослідження ґрунтів із пробних майданчиків Донецького металургійного заводу ЗАТ "Донецьксталь" [6] спостерігається збільшення цинку в 1,8 рази, марганцю – в 4 рази, заліза – майже в 7 разів у порівнянні з ґрунтом ДБС. Екологічний стан дослідних промайданчиків заводу ЗАТ "Норд" характеризується накопиченням відходів машинобудування та вторинних полімерів. Усі ці фактори суттєво впливають на характер інтродукційного випробування рослин в умовах промислових підприємств Донбасу.

За екоморфологічною характеристикою досліджених видів декоративних злаків встановлено, що *B. maxima* – оліготроф, мезотермофіт, геліофіт, ксерофіт; *B. minor* та *L. aurea* – оліготрофи, мегатермофіти, геліофіти, ксерофіти; *L. ovatus* – мегатроф, мегатермофіт, геліофіт, мезоксерофіт [12, 14].

Як критерії стійкості рослин до промислового забруднення використовують комплекс морфологічних показників [3, 6, 9]. Нами досліджено такі показники: висота рослин, лінійні розміри та площа листка, висота генеративного пагону, розмір суцвіть, репродуктивна здатність насіння, сформованого в техногенних умовах вирощування та темп проходження основних фенологічних фаз сезонного ритму розвитку.

На думку деяких авторів [3, 6], висота рослини є достатньо варіабельною ознакою, і будь-якої залежності від стадій онтогенезу та приріст не відзначено. Також відомо, що забруднення навколишнього середовища інгібує ріст стебла рослин [6, 9]. Отже, за цією ознакою про вплив полютантів можна стверджувати в період цвітіння, коли рослина досягає найбільшого розвитку. Отримані нами дані (табл. 1) показали, що висота досліджених видів декоративних злаків, порівняно з контрольним зразком, зменшується у всіх дослідних варіантах, причому найменша висота стебла зафіксована на промайданчиках 3 та 4. Порівняння висоти стебла в контролі і дослідних варіантах за критерієм Ст'юдента показало, що відмінності вірогідні ($P > 0,95$, $P > 0,99$, $P > 0,999$). У результаті ми встановили різний ступінь пригнічення росту досліджених рослин в умовах підприємств. Це дає змогу припустити, що умови зростання виявляють певний вплив на мінливість ознак.

Під впливом несприятливих факторів довкілля вегетативні органи рослин характеризуються різною здатністю до модифікаційної мінливості [9, 10]. Листок належить до найбільш пластичних органів рослин.

Зовнішній вигляд листків – один з основних показників стійкості рослин в промислових умовах довкілля, що є не лише відбитком нормального розвитку рослин, але й показником декоративності. Пошкодження трав промисловими викидами спостерігається у вигляді підсихання кінчиків листової пластинки або утворення на листках темних поздовжніх смуг. На промайданчиках 2 та 4 ми спостерігали пошкодження у вигляді безбарвних кулястих плям уздовж листка. При порівняльному вивченні зразків зовнішнього вигляду листової пластинки встановлено, що найменш стійкими до впливу токсикантів є мезофітні види злаків – *L. ovatus*, а найбільш стійкими є ксерофільні злаки – *B. maxima* та *L. aurea*. Отримані результати вказують на інгібуючу дію промислового забруднення на стан фотосинтезуючого апарату.

Таблиця 1

Вплив промислового забруднення на морфометричні показники
декоративних злаків

Параметри дослідження	Номер ПМ	Види			
		<i>Briza maxima</i> L.	<i>B. minor</i> L.	<i>Lagurus ovatus</i> L.	<i>Lamarkia aurea</i> (L.) Moench.
Висота рослини, (М ± m), см	I	40,7±1,50	13,3±0,21	17,5 ±0,26	22,3±0,99
	II	32,6*** ±0,70	12,1** ±0,30	12,2*** ±0,28	20,5±0,27
	III	31,9** ±1,08	16,6* ±0,56	11,6* ±0,68	16,5** ±0,57
	IV	22,0*** ±0,47	12,0** ±0,29	13,0*** ±0,29	18,5** ±0,35
	V	44,8* ±1,33	15,2±0,46	15,9±0,36	20,6±0,39
Площа листкової пластинки, (М ± m), см ²	I	3,0±0,28	2,3±0,08	2,4±0,26	0,8±0,09
	II	1,5** ±0,09	0,9*** ±0,04	2,6±0,16	1,1* ±0,04
	III	2,0±0,30	1,0±0,03	1,7** ±0,28	1,0±0,05
	IV	3,2±0,22	2,0* ±0,07	2,6±0,13	1,2* ±0,10
	V	1,8±0,60	1,9±0,12	3,3±0,15	0,9±0,13
Розмір суцвіття, (М ± m), см	I	6,5±0,34	4,3±0,11	2,6±0,24	5,5±0,18
	II	5,8* ±0,21	3,7* ±0,21	1,5** ±0,05	3,8*** ±0,11
	III	5,4±0,50	4,5* ±0,11	1,9** ±0,06	4,4** ±0,13
	IV	5,7* ±0,21	3,8** ±0,11	1,5** ±0,07	4,3*** ±0,11
	V	7,3±0,34	5,2±0,29	1,4* ±0,05	7,4±0,16
Коефіцієнт занасінення, %	I	73,4	54,5	74,2	78,4
	II	87,4	58,0	86,8	79,9
	III	80,1	60,1	87,0	75,1
	IV	84,3	55,0	89,3	80,6
	V	81,5	57,4	89,5	79,4
Маса 1000 насінин, (М ± m), г	I	1,9±0,06	0,3±0,01	0,3±0,02	0,3±0,00
	II	2,0±0,05	0,3±0,09	0,3±0,01	0,2±0,02
	III	2,0±0,11	0,3±0,05	0,3±0,02	0,2±0,01
	IV	2,0±0,01	0,3±0,22	0,3±0,01	0,2±0,01
	V	2,0±0,10	0,3±0,15	0,3±0,05	0,2±0,07
Схожість насіння, %	I	76	82	66	75
	II	44	71	58	54
	III	56	75	54	61
	IV	44	73	64	8
	V	61	78	59	42
Тривалість декоративного періоду, (М ± m), дні	I	40±3	34±4	41±4	28±3
	II	30±2	29±2	36±4	25±2
	III	36±3	25±2	39±2	35±6
	IV	26±3	23±2	25±3	17±2
	V	36±4	31±4	28±4	24±4

Примітки:

1. М ± m – середнє арифметичне значення та похибка середнього; відмінності у порівнянні з контролем достовірні при P>0,95(*), P>0,99 (**), P>0,999 (***).

2. ПМ – проммайданчик: I – територія ДБС, II – проммайданчик цеху металоконструкцій ВАТ "ДМЗ", III – проммайданчик обжимного цеху ВАТ "ДМЗ", IV – проммайданчик цеху з виготовлення випаровувачів ЗАТ "Норд", V – територія, що прилягає до теплиці заводу ЗАТ "Норд".

Деякі дослідники вважають [10], що шкідливі гази викликають ксерофітизацію в рослин: змінюється форма та розмір листків, кількість клітин та продохів у них. Забруднення довкілля призводить до зменшення лінійних розмірів листків, а отже, й площі листової пластинки, причому невеликий розмір листка забезпечує більшу стійкість рослини до несприятливих умов.

Отже, важливим показником реакції рослинного організму на умови зовнішнього середовища є зміна площі листової пластинки. Нами встановлено (див. табл. 1) не тільки зменшення лінійних розмірів та площі листової пластинки, але й перевищення цих показників у рослин на проммайданчиках порівняно з контрольними зразками.

Отримані нами дані стосовно розміру сформованого суцвіття декоративних злаків на проммайданчиках не набагато відрізняються від контрольного варіанту. Розмір суцвіття в рослин із дослідних варіантів 2 та 4 достовірно зменшується на 10-42%, проте на проммайданчику 5 зафіксовано збільшення цієї ознаки для всіх досліджених видів (крім *L. ovatus*) на 12-34% порівняно з нормою (рис. 1).

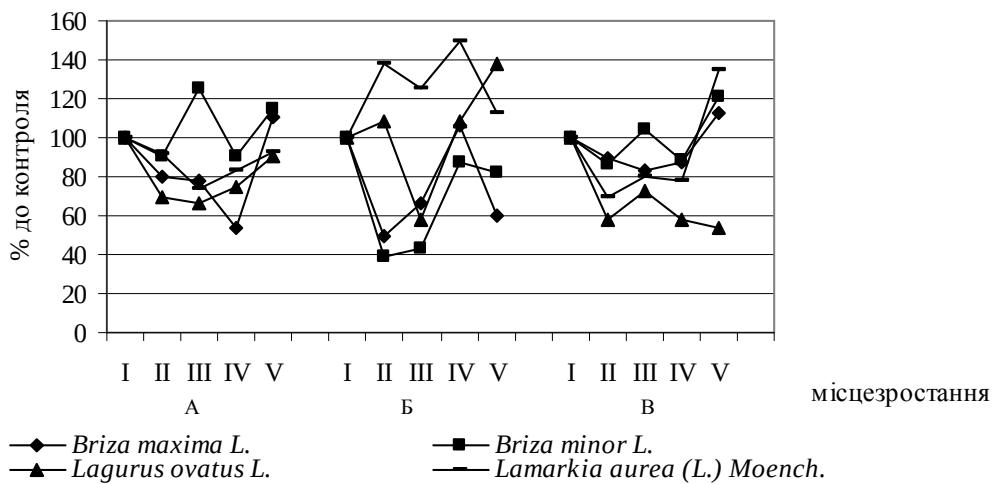


Рис. 1. Зміна морфометричних параметрів (А – висота рослин, Б – площа листової пластинки, В – розмір суцвіття) декоративних злаків в умовах техногенного забруднення: І – територія ДБС, ІІ – проммайданчик цеху металоконструкцій ВАТ "ДМЗ", ІІІ – проммайданчик обжимного цеху ВАТ "ДМЗ", ІV – проммайданчик цеху з виготовлення випаровувачів ЗАТ "Норд", V – територія, що прилягає до теплиці заводу ЗАТ "Норд".

На рис. 1 зображені моніторингові точки впливу промислового забруднення в різних умовах вирощування на висоту досліджених видів рослин, площу листової пластинки в період цвітіння та розмір суцвіття відносно контролю. При цьому зміни, що виникають під впливом довкілля, не успадковуються, вони корелюють із внутрішніми модифікаціями рослинного організму. Тобто при адаптивних модифікаціях швидко створюється така "тимчасова" організація рослинного організму, яка дозволяє йому існувати в таких умовах [6]. Нами встановлено найбільший діапазон морфометричної мінливості для площі листка та розмірів суцвіття. Стабільною ознакою декоративних злаків в умовах проммайданчиків визначено висоту рослин. Таким чином, адаптивні зміни вегетативних органів рослин виявляються важливим фактором в утворенні стійкого еко типу виду. Цілком ймовірно, що в нових несприятливих умовах вирощування в рослин виробляються адаптативні ознаки, які відображаються на основних морфологічних параметрах: збільшення або зменшення висоти рослини, площі листка тощо.

Одним з важливих показників пристосування до нових умов місцезростання є спроможність рослин формувати повноцінне насіння, що вказує на їх успішний розвиток у нових природно-кліматичних умовах. Найявністю регулярної фази плодоношення, наприклад у

інтродуцентів, надає можливість їх подальшого відтворення за рахунок насіннєвого розмноження та добір більш пристосованих до нових умов форм.

За шкалою М. А. Філімонова [18] досліджені види належать до дрібнонасінних (*B. minor*, *L. ovatus*, *L. aurea*) та середньокрупнонасінних (*B. maxima*) груп рослин. Ми встановили, що техногенні емісії не впливають на розмір та абсолютну масу насіння досліджених видів декоративних злаків (див. табл. 1) порівняно з контрольними зразками.

Насіннєву продуктивність вважають одним з найважливіших якісних параметрів, що дає можливість встановити закономірність адаптації рослин до нових умов вирощування [17], а коефіцієнт занасінення визначає ступінь реалізації потенційних можливостей виду [15, 17]. Отже, про пристосування та потенційну здатність до розмноження в техногенних умовах вирощування можна робити висновки на основі значення коефіцієнта занасінення. У результаті дослідження насіннєвої продуктивності в обраних видів встановлено високий коефіцієнт занасінення у *L. aurea* (більше 75%) та дещо нижчий у *B. minor* (більше 50%) (див. табл. 1). Коефіцієнт занасінення у *L. ovatus* та *B. maxima* є значно вищим порівняно з контрольними зразками. Отже, досліджувані види декоративних злаків в умовах промислових підприємств здатні реалізовувати свої потенційні можливості стосовно насіннєвої продуктивності на високому рівні, що свідчить про відповідність їх біоекологічних властивостей техногенним умовам вирощування.

Установлено, що схожість насіння, сформованого на територіях промайданчиків у лабораторних умовах, у *L. ovatus* складає від 50 до 75%, у *L. aurea* – від 8 до 75%, у *B. maxima* – від 40 до 70% та у *B. minor* – від 55 до 60%. Таким чином, ми встановили зниження схожості насіння у *B. maxima* та *B. minor* на територіях промайданчиків цеху металоконструкцій та цеху з виготовлення випаровувачів.

При визначенні стійкості видів до промислового забруднення однією з діагностичних ознак є швидкість та терміни проходження фенологічних фаз розвитку [6, 13]. Перспективними для таких екологічних умов вважають рослини, що зберігають здатність до проходження повного циклу розвитку. Цвітіння та формування насіннєвого матеріалу свідчить про пристосування рослин до нових умов, що відповідають їх життєвим вимогам. Інтенсивність цвітіння вважають найважливішою декоративною та господарсько-біологічною ознакою рослин. Довгочасність цвітіння визначає тривалість збереження естетичного вигляду рослин, тому зміна цього показника в умовах техногенного середовища під час оцінки якості цвітіння відіграє важливу роль. Отже, дослідження сезонного ритму розвитку в зв'язку з процесами росту в умовах промислових підприємств є важливим для визначення перспективності цих видів декоративних злаків.

Нами також встановлено особливості в сезонному ритмі розвитку досліджених видів в умовах промислового забруднення (рис. 2). На території промайданчика 4 біля цеху з виготовлення випаровувачів ЗАТ "Норд" у досліджених видів (за винятком *B. minor*) спостерігається найбільша швидкість та темп проходження фенологічних фаз порівняно з контролем. Вегетаційний період *L. aurea* та *B. maxima* складає відповідно 41 та 49 днів, що на 28-29% менше ніж у контролі. Вегетаційний період *B. minor* та *L. ovatus* складає відповідно 56 та 63 дні, а темп розвитку скорочується відповідно на 25,3 та 13,7%. В умовах металургійного підприємства (промайданчик 3) тривалість фенофази плодоношення у *L. ovatus* збігається, а у *L. aurea* перевищує тривалість цієї фенофази у контрольних зразків.

Також ми виявили, що незалежно від характеру зміни строків настання основних фенофаз розвитку та швидкості їх проходження в умовах промайданчиків, для окремих генеративних пагонів досліджених видів декоративних злаків характерним є збільшення тривалості вегетації, зменшення тривалості цвітіння та дещо скорочений декоративний період порівняно із контрольним варіантом на 11-16 днів. Таке зменшення тривалості фенофаз Г. Н. Андрєєв [1] пояснює адаптованою стратегією рослин для подолання стресу, що спрямована на прискорений перехід до цвітіння та плодоношення.



Рис. 2. Феноспектр декоративних злаків в умовах промислового забруднення

За ступенем впливу інгредієнтів промислових викидів на біоморфологічні показники за 5-бальною шкалою Л. М. Фендюр [13] досліджені види декоративних злаків віднесено до IV (*B. maxima* та *L. ovatus*) та V груп перспективності (*B. minor* та *L. aurea*), що характеризує їх як стійкі та відносно дуже стійкі рослини. Згідно шкали оцінки стану квітково-декоративних рослин в умовах забруднення, розробленою Т. Г. Журнаджи [6], випробувані декоративні злаки належать до середньо-стійкої групи.

Висновки

Установлено, що різні вегетативні органи досліджених декоративних видів злаків під впливом несприятливих факторів довкілля характеризуються неоднаковою здатністю та різним ступенем пристосування до змін.

В умовах промислового забруднення рослини набувають ксерофітних ознак, а саме: зменшуються морфометричні показники та знижується інтенсивність росту.

Під впливом забруднення відбувається зміщення фенофаз розвитку декоративних видів злаків у бік скорочення періоду вегетації за рахунок зменшення тривалості цвітіння, що нами розглядається як пристосування до умов існування.

Таким чином, на прикладі *B. maxima*, *B. minor*, *L. ovatus* та *L. aurea* визначено особливості росту та розвитку рослин в умовах промислових підприємств. Отримані результати за комплексом досліджених ознак підтвердили перспективність впровадження названих видів до промайданчиків Донбасу, де вони можуть бути використані як бордюрні рослини для оформлення квітників або як групові насадження та невеликі куртини біля каміння в альпінаріях та на газонах.

Список літератури

1. Андреев Г. Н. Интродукция травянистых растений / Г. Н. Андреев. – Л.: Наука, 1975. – 165 с.
2. Бейдеман И. Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ // И. Н. Бейдеман. – Новосибирск: Наука, 1974. – 155 с. – (Первоисточник).
3. Бычкова З. И. Особенности роста и развития овощных культур при загрязнении воздуха вредными газами / З. И. Бычкова. – Свердловск: Изд-во АН СССР, 1984. – С. 81–85. – (Экологические аспекты оптимизации техногенных ландшафтов).
4. Глухов А. З. Использование перспективных декоративных злаков в озеленении промышленных предприятий Донбасса / А. З. Глухов, О. А. Гридько // Рослини та урбанізація: міжнар. наук.-практ. конф., 21-23 листопада 2007 р.: тези доп. – Дніпропетровськ, 2007. – С. 21–23.
5. Земля тривоги нашої. За матеріалами доповіді про стан навколишнього природного середовища в Донецькій області у 2001 році / (Під ред. С. Куркуленка). – Донецьк: Новый мир, 2002. – 108 с.
6. Зурнаджи Т. Г. Еколого-біологічні особливості інтродукованих квітково-декоративних рослин в умовах промислових підприємств Донбасу: автореф. дис. ... канд. біол. наук: 03.00.05 "Ботаніка" / Т. Г. Зурнаджи. – Донецьк, 1998. – 16 с.
7. Колесникова Е. Г. Декоративные травы / Е. Г. Колесникова. – М.: Кладезь-Букс, 2006. – 96 с. – (Первоисточник).
8. Кудина Г. А. Интродукция декоративных злаков и перспективы их использования в Донбассе / Г. А. Кудина, Л. Ю. Качур // Промышленная ботаника. – 2005. – Вып. 5. – С. 39–45.
9. Лихолат Ю. В. Газоны и цветочно-декоративные растения в озеленении коксохимических предприятий / Ю. В. Лихолат, Л. Г. Долгова // Охрана лесных экосистем и рациональное использование лесных ресурсов: всесоюз. науч.-техн. конф., сент. 1991 г.: тез. докл. – С. 25.
10. Петрунина Н. С. Морфолого-анатомические особенности растений, произрастающих на почвах, обогащенных металлами / Н. С. Петрунина. – Л.: Наука, 1971. – С. 117–121. – (Теоретические вопросы фитоиндикации).
11. Приседський Ю. Г. Статистична обробка результатів біологічних експериментів / Ю. Г. Приседський. – Донецьк: Кассиопея, 1999. – 210 с. – (Первоисточник).
12. Прокудин Ю. Н. Злаки Украины / Ю. Н. Прокудин, А. Г. Вовк, О. А. Петрова. – К.: Наук. думка, 1977. – 518 с.
13. Фендюр Л. М. Биологическая оценка декоративных однолетних растений в условиях электрометаллургического завода и фитоиндикация загрязнения среды железом и хромом: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.01 / Л. М. Фендюр. – Запорожье, 1995. – 239 с.
14. Цвелев Н. Н. Злаки СССР / Н. Н. Цвелев. – Л.: Наука, 1976. – 787 с.
15. Методические рекомендации по определению потенциальной и реальной продуктивности пшеницы. – М., 1980. – 40 с.

16. *Натрова З.* Продуктивность колоса зерновых культур / З. Натрова, Я. Смочек; пер. с чеш. Г. Н. Мирошниченко; под ред. О. Д. Быкова, М. И. Зеленского. – М.: Колос, 1983. – 45 с.

17. *Некрасов В. И.* Актуальные вопросы развития теории акклиматизации растений / В.И. Некрасов. – М.: Наука, 1980. – 102 с.

18. *Филимонов М. А.* Семена кормовых растений и их биологические свойства / М. А. Филимонов. – М.: Сельхозиздат, 1961. – 264 с. – (Первоисточник).

Гридько О. А. Биоэкологические особенности декоративных злаков в условиях промышленных предприятий Донбасса. – Представлены результаты комплексного изучения однолетних декоративных злаков (*Briza maxima* L., *B. minor* L., *Lagurus ovatus* L. и *Lamarkia aurea* (L.) Moench.), культивируемых на промышленных предприятиях Донбасса. Изучены ответные реакции на действие промышленных токсикантов на основе биоморфологических исследований. На основе изучения признаков поражения исследуемых растений на промплощадках выделены две группы по степени их устойчивости к промышленным выбросам.

Ключевые слова: устойчивость, декоративные злаки, Донбасс, промплощадки, морфологические особенности.

Grydko O. A. Bioecological peculiarities of some ornamental grasses under conditions of industrial enterprises of Donbass. – The results of a complex study of some annual ornamental grasses (*Briza maxima* L., *B. minor* L., *Lagurus ovatus* L. и *Lamarkia aurea* (L.) Moench.) cultivated at the industrial enterprises of Donbass are presented. Plants response to the effect of industrial toxicants has been investigated on the basis of morphological and biological studies. Testing of some ornamental grasses has been made on the basis of plants damages investigation and two groups have been singled out according to a degree of their tolerance to industrial emissions.

Key words: tolerance, ornamental grasses, Donbass, industrial plants, morphological peculiarities.

УДК 581.144.4 : 581.8 : 635.932

© Е. И. Ковалёва, А. Ю. Пугачёва

**ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ОСВЕЩЕНИЯ НА АНАТОМИЧЕСКУЮ СТРУКТУРУ ЛИСТА
*ASTER DUMOSUS L. И ASTER NOVI – BELGII L.***

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

*Ковалёва Е. И., Пугачёва Е. И. Влияние условий освещения на анатомическую структуру листа *Aster dumosus L.* и *Aster novi – belgii L.* – Выявлено влияние условий светового режима на анатомическое строение листовой пластинки у 9 сортов рода *Aster* (Tourntop ex Linnaeus, 1735). На основе полученных данных выделены пластичные интродуценты, которые пригодны для использования в озеленении затененных участков.*

Ключевые слова: освещение, анатомическое строение листа, *Aster dumosus L.*, *Aster novi – belgii L.*

Введение

Одним из главных факторов, влияющих на жизнедеятельность растений, является свет, его продолжительность в течение суток, интенсивность лучистой энергии [1]. Большой интерес представляет изучение жизнедеятельности растений в зависимости от условий освещения, а также реакции растений на изменение этих условий. В случае как недостаточного, так и избыточного освещения при прочих оптимальных условиях (температуре, влажности) у растений нарушается рост и развитие, что приводит к снижению их декоративных качеств [2, 3].

Судить о пластичности вида можно зная анатомо-морфологическое строение вегетативных органов растений, в частности листа как наиболее пластичного органа, в структуре которого отражена экологическая эволюция вида, слагающаяся под влиянием изменяющихся условий среды в прошлом и настоящем [4]. Перестройка структуры листовой пластинки под влиянием изменения условий существования – одно из важных проявлений приспособления растений [5].

Поэтому была поставлена следующая цель – выявление влияния условий освещения на анатомическое строение и структуру эпидермиса листа сортов *Aster dumosus* (L., 1735) и *Aster novi – belgii* (L., 1686) для выяснения возможности их использования при озеленении затененных участков.

Материал и методы исследований

Объектом изучения были следующие сорта: *A. dumosus* (культивары 'Lilac Time', 'Blue Bouquet', 'Praesox Nanus', 'Niobe', 'Prof. Anton Kippenberg', 'Goluboy Issykkul') и *A. novi – belgii* (культивары 'Red Sun Set', 'Erica', 'Plenty').

Исследования проводили на одновозрастном материале многолетней астры, выращиваемом при разных условиях освещения. Деленки, полученные при вегетативном размножении, были высажены согласно рекомендациям М. В. Бессчетновой и К. С. Малдыбековой [6] на три экспериментальных участка с выровненным эдафоном [7] и агротехникой. Опытные участки значительно различались по условиям освещения: I (взят в качестве условного контроля) – "открытый участок" (освещение достигает 50000 люкс), II – "полутень" (30000 люкс), III – "сильное затенение" (10000 люкс). Растения высажены по 10 единиц каждого сорта с 3 почками на деленке.

В литературе существуют разноречивые мнения о световой детерминации структуры листа. Так, Т. К. Горышина [8] считает, что свет влияет на анатомическое строение листа непосредственно во время выхода его из почки. Однако в работах П. В. Раскатова [9], И. Г. Серебрякова [10] показано, что структура листа формируется в период его внутрипочечного развития и зависит от условий, в которых закладывалась и формировалась почка.

Поэтому изучение анатомического строения листа было проведено в третий вегетационный период со времени размещения их на опытных участках. Измерялись толщина кутикулы и эпидермиса на верхней и нижней сторонах листа, толщина губчатого и

столбчатого мезофилла, общая толщина листовой пластинки. Для характеристики структуры эпидермиса адаксиальной и абаксиальной стороны листа изучали: размер эпидермальных клеток и устьиц, количество этих элементов на 1 мм².

В условиях сильного затенения (10000 люкс) отмечается гибель всех растений. В дальнейшем данные по III варианту опыта не приводятся.

Результаты и обсуждение

Как показали наши исследования, изученные сорта различаются по приспособлению к произрастанию в различных условиях освещенности (табл. 1, 2 и 3).

В процессе анализа анатомического строения установлено, что в целом изменения анатомической структуры под влиянием разной интенсивности освещения являются типичными [1, 2, 3, 5, 10].

У большинства изученных сортов уменьшение освещенности во II варианте опыта вызывает уменьшение толщины листовой пластинки. Наиболее выраженная реакция наблюдается у культивара *A. dumosus* 'Blue Bouquet' (в 1,52 раз) и культиваров *A. novi – belgii* (у 'Red Sun Set' в 1,19; 'Erica' и 'Plenty' в 1,23 раз). Исключением является сорт *A. dumosus* 'Niobe', для которого характерно увеличение толщины листовой пластинки, происходящее за счет увеличения толщины губчатого мезофилла (в 1,27 раз).

При изучении анатомического строения листа отмечено, что нижняя кутикула является менее зависимой от условий освещения, чем верхняя. Для всех исследованных сортов отмечено уменьшение толщины верхней кутикулы с уменьшением интенсивности освещения в 1,16 (*A. dumosus* 'Praecox Nanus') – 2,37 (*A. novi – belgii* 'Red Sun Set') раз. Уменьшение толщины нижней кутикулы менее выражено – в 1,02 (*A. dumosus* 'Prof. Anton Kippenberg') – 1,56 (*A. dumosus* 'Niobe') раз.

Из анализируемых параметров анатомической структуры наиболее важными для оценки теневыносливости является толщина столбчатого мезофилла и его соотношение с губчатым мезофиллом, хотя и их следует учитывать в комплексе с другими показателями. У всех исследованных сортов отмечено уменьшение толщины столбчатого мезофилла с уменьшением интенсивности освещения. Изменение толщины столбчатого мезофилла происходит за счет уменьшения размеров палисадных клеток, изменения количества слоев столбчатого мезофилла не отмечено. Клетки палисадного мезофилла в условиях затенения уменьшаются в длину. Изменений ширины клеток не отмечено. Наиболее значительные изменения столбчатого мезофилла отмечены у культиваров *A. dumosus* 'Blue Bouquet' (в 1,69 раз) и культиваров *A. novi – belgii* ('Erica' и 'Plenty' в 1,53 раз). У большинства исследованных сортов в условиях недостаточного освещения происходит уменьшение толщины губчатого мезофилла, связанное с общим уменьшением толщины листовой пластинки. Однако, при рассмотрении соотношения столбчатого и губчатого мезофилла исследованных культиваров при разных условиях освещенности выявлено, что для большинства культиваров характерно незначительное уменьшение коэффициента палисадности. Приспособление к уменьшению интенсивности освещения этих сортов достигается в основном за счет увеличения площади листовых пластинок с уменьшением ее толщины.

Для культивара *A. novi – belgii* 'Red Sun Set' отмечено увеличение коэффициента палисадности в условиях затенения. Такое строение листовой пластинки свидетельствует о низкой приспособляемости данного сорта к изменению условий освещения места произрастания, что подтверждается и результатами изучения морфологических параметров растений [11]. Наибольшее уменьшение коэффициента палисадности в условиях затенения отмечено у культиваров *A. novi – belgii* 'Erica' (в 1,28 раз), *A. novi – belgii* 'Plenty' (в 1,35 раз) и *A. dumosus* 'Niobe' (1,39 раз). Наличие явно теневых листьев данных культиваров должно свидетельствовать о возможности успешного их использования в условиях затенения.

Таблиця 1

**Анатомические особенности строения листовой пластинки сортов
A. dumosus L. и *A. novi – belgii* L.**

Сорт	Вариант	Толщина нижней кутикулы	Толщина нижнего эпидер- миса	Толщина верхнего эпидер- миса	Толщина верхней кутикулы	Толщина листовой пластинки
		M±m, мкм				
Aster dumosus L.						
Blue Bouquet	I	5,24±0,26	19,31±1,39	22,65±0,87	11,21±4,60	384,52±7,29
	II	4,99±0,58	15,96±0,78 *	17,90±0,79 ***	5,66±0,38 **	253,22±8,54 ***
Lilac Time	I	6,52±0,24	21,68±1,58	17,48±0,57	5,18±0,32	297,17±5,56
	II	4,45±0,26 ***	20,28±1,36	18,76±1,00	2,98±0,17 ***	245,97±6,39 **
Praecox Nanus	I	5,18±0,34	19,43±1,31	19,61±2,44	6,70±0,39	354,69±4,88
	II	3,78±0,20 **	19,91±1,40	21,44±1,94	5,79±0,30	292,93±7,3 ***
Niobe	I	6,64±0,48	17,97±1,21	18,27±0,82	8,89±0,64	311,87±3,99
	II	4,26±0,34 ***	19,18±1,67	23,69±1,94 *	5,97±0,37 ***	341,28±9,06 **
Prof. Anton Kippenberg	I	7,00±0,40	19,67±0,83	20,22±1,04	10,11±1,90	389,94±6,69
	II	6,88±0,90	17,90±1,75	19,31±1,12	6,09±0,73	347,56±8,76 **
Goluboy Issykkul	I	5,30±0,42	19,67±2,17	16,56±1,12	7,31±0,40	358,34±2,90
	II	5,85±0,61	27,77±4,20	20,22±0,71 **	5,48±0,35 **	287,57±9,31 ***
Aster novi – belgii L.						
Red Sun Set	I	6,94±0,62	25,09±9,09	26,19±9,09	12,42±5,42	421,97±16,23
	II	4,93±0,17 **	24,91±6,89	24,18±1,44	5,24±0,19	352,74±6,92 ***
Erica	I	4,20±0,48	14,13±1,01	17,78±1,07	6,21±0,39	357,73±5,78
	II	5,24±0,40	16,44±0,96	15,83±1,17	5,36±0,24	290,55±7,65 ***
Plenty	I	4,99±0,34	16,14±0,60	17,78±1,07	6,46±0,34	362,96±6,09
	II	4,57±0,21	16,44±0,96	15,89±1,15	5,66±0,13 *	295,73±7,25 ***

Примечания:

1. Различия достоверны при $P \geq 0,95$ (*), $P \geq 0,99$ (**), $P \geq 0,999$ (***).
2. M±m – среднее арифметическое значение параметра ± ошибка.
3. I – "открытый участок" (освещение достигает 50000 люкс), II – "полутень" (30000 люкс).

Таблиця 2

Анатомические особенности строения листа сортов *A. dumosus* L. и *A. novi – belgii* L.

Сорт	Вариант	Толщина губчатого мезофилла	h клетки губчатого мезофилла	Толщина столбчатого мезофилла	h клетки столбчатого мезофилла	Коэф-фициент палисад-ности
		M±m, мкм				
Aster dumosus L.						
Blue Bouquet	I	184,71±9,33	38,79±2,30	141,41±4,27	67,36±3,11	0,79±0,06
	II	119,36±7,23 ***	30,33±1,30 **	83,25±2,13 ***	45,37±1,47 ***	0,71±0,05
Lilac Time	I	108,40±2,57	58,16±2,79	137,76±4,83	29,41±6,02	0,79±0,03
	II	85,81±3,00 ***	44,40±1,24 ***	113,70±5,18 **	24,79±1,34	0,76±0,04
Praecox Nanus	I	177,16±4,66	45,80±1,96	126,61±3,74	57,31±6,13	0,72±0,03
	II	142,26±4,33 ***	35,57±2,75 **	99,75±2,25 ***	56,82±3,36	0,71±0,02
Niobe	I	136,54±4,61	40,92±2,95	123,57±3,56	69,49±2,77	0,92±0,06
	II	174,30±7,39 ***	36,42±2,39	113,88±7,29	62,67±5,48	0,66±0,05 **
Prof. Anton Kippenberg	I	205,23±6,20	42,51±1,39	127,71±3,58	62,12±3,33	0,63±0,03
	II	190,19±12,28	32,16±1,85 ***	107,18±6,06 **	54,99±2,72	0,58±0,04
Goluboy Issykkul	I	197,68±4,78	42,93±1,62	111,81±3,19	63,09±3,43	0,57±0,03
	II	138,30±6,52 ***	35,32±4,16 ***	89,88±2,75 **	49,51±1,51 **	0,66±0,04
Aster novi – belgii L.						
Red Sun Set	I	227,95±9,61	54,51±3,27	123,38±7,72	80,33±9,50	0,55±0,05
	II	173,75±6,92 ***	34,41±4,65 **	119,73±3,28	66,69±3,92	0,70±0,04 *
Erica	I	192,87±6,80	44,09±2,79	122,53±3,24	44,88±2,51	0,64±0,03
	II	167,23±9,21 *	30,69±2,00 **	80,45±3,43 ***	40,62±2,66	0,50±0,05 *
Plenty	I	193,30±6,99	44,27±2,57	124,30±2,89	45,86±2,70	0,65±0,03
	II	171,74±7,67 *	30,69±2,00 ***	81,42±3,23 ***	42,14±2,67	0,48±0,04 **

Примечания:

1. Различия достоверны при $P \geq 0,95$ (*), $P \geq 0,99$ (**), $P \geq 0,999$ (***).
2. M±m – среднее арифметическое значение параметра ± ошибка.
3. I – "открытый участок" (освещение достигает 50000 люкс), II – "полутень" (30000 люкс).

Таблиця 3

Количественная характеристика структуры эпидермиса листа некоторых сортов
A. dumosus L. и *A. novi – belgii* L.

Сорт	Вари- ант	Количество на 1 мм ²		Устьице	
		клеток	устьиц	длина	ширина
		M±m, шт.		M±m, мкм	
Aster dumosus L.					
Lilac Time	I	<u>17,60±0,52</u> 141,38±2,22	<u>20,02±0,85</u> 51,54±1,46	<u>33,92±1,67</u> 32,28±1,77	<u>23,51±2,96</u> 23,20±1,32
	II	<u>169,81±3,01</u> 134,41±1,40**	<u>20,02±0,85</u> 47,87±0,98*	<u>33,92±1,67</u> 34,65±2,80	<u>23,51±2,96</u> 19,00±1,19*
Blue Bouquet	I	<u>141,86±2,72</u> 193,40±1,44	<u>11,99±0,79</u> 67,69±1,38	<u>28,38±0,40</u> 32,22±1,55	<u>20,34±0,30</u> 20,16±0,48
	II	<u>157,62±1,68***</u> 157,62±1,68***	<u>4,35±0,26***</u> 38,10±0,89***	<u>35,26±1,26***</u> 31,18±1,19	<u>20,89±0,79</u> 24,85±6,04***
Praecox Nanus	I	<u>191,18±3,17</u> 163,91±3,56	<u>56,57±0,84</u> 59,66±0,75	<u>33,31±0,94</u> 26,37±0,47	<u>15,65±0,26</u> 20,16±0,48
	II	<u>130,93±1,83***</u> 158,10±1,56	<u>4,35±0,26***</u> 38,39±0,89***	<u>35,14±1,20</u> 31,18±1,19***	<u>20,89±0,79***</u> 17,90±0,87*
Niobe	I	<u>133,45±4,25</u> 141,47±1,75	<u>18,95±0,58</u> 37,81±1,34	<u>32,28±0,98</u> 29,96±0,90	<u>20,52±0,85</u> 21,92±0,60
	II	<u>105,21±1,48***</u> 93,32±1,08***	<u>22,82±1,02**</u> 36,26±0,48*	<u>35,14±2,53</u> 37,09±2,60**	<u>18,45±0,80</u> 14,37±0,91***
Prof. Anton Kippenberg	I	<u>223,57±2,82</u> 231,50±3,32	<u>9,48±0,32</u> 33,36±1,25	<u>25,70±0,31</u> 27,47±0,77	<u>18,64±0,13</u> 17,84±0,50
	II	<u>217,58±3,49</u> 224,15±3,91	<u>8,32±0,44*</u> 26,98±0,95***	<u>28,81±1,40*</u> 28,44±1,00	<u>19,79±0,28**</u> 18,57±0,51
Goluboy Issykkul	I	<u>39,04±2,67</u> 196,59±3,27	<u>27,04±1,64</u> 79,39±0,92	<u>143,12±2,21</u> 27,71±0,69	<u>17,60±0,52</u> 17,60±0,21
	II	<u>39,04±2,67</u> 134,61±2,63***	<u>27,04±1,64</u> 48,64±1,06***	<u>143,12±2,21</u> 28,26±1,37	<u>17,60±0,52</u> 14,49±0,28***
Aster novi – belgii L.					
Red Sun Set	I	<u>196,11±3,73</u> 216,70±3,59	<u>30,65±1,18</u> 80,16±1,02	<u>22,90±0,50</u> 18,03±0,74	<u>16,75±0,23</u> 12,06±0,75
	II	<u>163,91±3,83***</u> 164,00±2,38***	<u>23,40±0,64***</u> 34,04±0,55***	<u>26,86±1,11**</u> 39,71±0,86***	<u>18,51±0,28***</u> 15,71±0,33***
Erica	I	<u>219,32±3,91</u> 172,03±1,92	<u>18,28±1,50</u> 57,44±1,51	<u>23,87±0,52</u> 33,86±0,23	<u>18,88±0,20</u> 21,56±0,19
	II	<u>208,97±3,56</u> 166,61±2,14	<u>10,54±0,49***</u> 43,71±0,72***	<u>29,35±0,44***</u> 38,61±0,41***	<u>20,10±0,29***</u> 22,23±0,32
Plenty	I	<u>214,28±2,69</u> 174,35±2,18	<u>19,05±0,82</u> 58,99±0,93	<u>24,24±0,25</u> 33,19±0,16	<u>18,94±0,11</u> 21,07±0,23
	II	<u>215,64±2,92</u> 169,52±1,71	<u>10,15±0,48***</u> 43,42±0,74***	<u>29,54±0,39***</u> 38,79±0,41***	<u>19,73±0,26**</u> 21,80±0,27*

Примечания:

1. В числителе – показатели верхнего эпидермиса, в знаменателе – нижнего эпидермиса;
2. Различия достоверны при $P \geq 0,95$ (*), $P \geq 0,99$ (**), $P \geq 0,999$ (***).
3. M±m – среднее арифметическое значение параметра ± ошибка.
4. I – "открытый участок" (освещение до 50000 люкс), II – "полутень" (30000 люкс).

Выводы

Все исследованные сорта реагируют на изменение условий светового режима. Культивары в условиях затенения характеризуются типичными изменениями в эпидермисе: наблюдается уменьшение количества устьиц и клеток на 1 мм², с одновременным увеличением их размеров (преимущественно в длину) как на верхнем, так и на нижнем эпидермисе.

Для большинства изученных сортов оптимальными условиями произрастания являются открытые солнечные участки. Для использования в озеленении затененных участков можно рекомендовать наиболее пластичные культивары *A. dumosus*: 'Lilac Time', 'Blue Bouquet' и *A. novi – belgii*: 'Erica', 'Plenty'.

Список литературы

1. Челядинова А. И. Морфофизиологические изменения у некоторых видов кустарников в различных световых условиях / А. И. Челядинова // Свет и морфогенез растений. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1978. – С. 147–161.
2. Куперман Ф. М. Исследование закономерностей морфогенеза растений методом выращивания их в условиях разных световых режимов / Ф. М. Куперман // Свет и морфогенез растений. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1978. – С. 8–43.
3. Кутас Е. Н. Влияние светового режима на анатомическое строение растений / Е. Н. Кутас // Бюл. Гл. ботан. сада. – 1991. – Вып. 161. – С. 67–71.
4. Культиасов М. В. Экологические основы интродукции растений природной флоры / М. В. Культиасов // Экология и интродукция растений. – Л.: Наука, 1963. – С. 3–37.
5. Кочетова Н. И. Адаптивные свойства поверхности растений / Н. И. Кочетова, Ю. В. Кочетов. – М.: Колос, 1982. – 176 с.
6. Бессчетнова М. В. Методика изучения морфологических модификаций декоративных цветочных растений в ботанических садах АН Казахской ССР / М. В. Бессчетнова, К. С. Малдыбекова // Методики интродукционных исследований в Казахстане. – Алма-Ата: Наука Каз. ССР, 1987. – С. 67–69.
7. Швиндерман С. П. Агрохимические показатели почв в Донецком ботаническом саду / С. П. Швиндерман, О. Н. Торохова, Н. В. Чепиги // Интродукция и акклиматизация. – 1990. – Вып. 14. – С. 53–54.
8. Горышина Т. К. Экология травянистых растений лесостепной дубравы / Т. К. Горышина. – Л.: Изд-во Ленинград. гос. ун-та, 1975. – 127 с.
9. Раскатов П. В. Анатомия вегетативных органов древесных растений / П. В. Раскатов. – Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1974. – 102 с.
10. Серебряков И. Г. К вопросу о детерминации световой структуры листа / И. Г. Серебряков // Бюл. Моск. общ-ва испыт. природы. Отд. Биол. – 1946. – Т. 53, № 3. – С. 89–98.
11. Ковалева Е. И. Влияние условий освещенности на *Aster dumosus* L. и *A. novi – belgii* L. / Е. И. Ковалева, А. Ю. Пугачева, О. В. Дубич // Биоразнообразие: проблемы и перспективы сохранения: междун. науч. конф., посв. 135-летию со дня рождения И. И. Спрыгина (г. Пенза, 13-16 мая 2008 г.): тез. докл. – Пенза, 2008. – С. 45–46.

Ковальова Є. І., Пугачова А. Ю. Вплив умов освітлення на анатомічну структуру листка *Aster dumosus* L. і *Aster novi – belgii* L. — Виявлено вплив умов режиму освітлення на анатомічну будову листової пластинки у 9 сортів роду *Aster* (Tournton ex Linnaeus, 1735). На основі отриманих даних виділено пластичні інтродуценти, які придатні для використання в озелененні затемнених ділянок.

Ключові слова: освітлення, анатомічна будова листка, *Aster dumosus* L., *Aster novi – belgii* L.

Kovaleva E. I., Pugacheva A. Yu. The influence of lighting conditions on anatomical structure of *Aster dumosus* L. and *Aster novi – belgii* L. leaves. – It has been determined that the influence of lighting regime conditions on anatomical structure of lamina of 9 kinds of the *Aster* (Tournton ex Linnaeus, 1735) genus. On the base of finding the plastic introducents were singled out, which are applicable for the use in greening of shaded plots.

Key words: lighting, anatomical structure of the leaf, *Aster dumosus* L., *Aster novi – belgii* L.

УДК 581.526.45 : 581.524 : (477+470)

© Г. М. Лисенко

ПОРІВНЯЛЬНА СИНФІТОІНДИКАЦІЙНА ОЦІНКА ЕКОТОПІВ ЛУЧНИХ СТЕПІВ "МИХАЙЛІВСЬКОЇ ЦІЛИНИ" ТА "СТРІЛЕЦЬКОГО СТЕПУ"

Ніжинський державний університет ім. М. Гоголя

16602, м. Ніжин, вул. Кропив'янського, 2; e-mail: lysenko_gena@yahoo.com

Лисенко Г. М. Порівняльна синфітоіндикаційна оцінка екотопів лучних степів "Михайлівської цілини" та "Стрілецького степу". – На підставі методу синфітоіндикації екологічних факторів було розраховано величини низки екологічних режимів (узагальненого терморежиму клімату, вологості ґрунту, його кислотного, азотного та карбонатного режимів) для екотопів лучних степів "Михайлівської цілини" (Україна) та "Стрілецького степу" (Росія). У результаті порівняльного аналізу були встановлені певні відмінності екотопічних характеристик досліджуваних степів, особливо узагальненого терморежиму, вологості ґрунту, вмісту в ґрунтах мінерального азоту та карбонатів кальцію, тоді як кислотність ґрунтів характеризується близькими значеннями.

Ключові слова: заповідні лучні степи, формації рослинності, екотопічні характеристики, синфітоіндикація.

Вступ

Надмірна експлуатація степового біому глибоко вплинула на біотичну складову та навколишнє середовище в цілому. Саме тому ми здійснили спробу дослідити та порівняти екотопічні характеристики лучних степів "Михайлівської цілини" – відділення Українського степового природного заповідника (далі УСПЗ), Сумська обл., Україна та "Стрілецького степу" – відділення Центрально-Чорноземного заповідника (далі ЦЧЗ), Курська обл., Російська Федерація.

Досліджувані об'єкти вибрано не випадково. По-перше, зазначені типологічні відмінності степів належать за класифікацією Є. М. Лавренка [11] до північних лучних степів і репрезентують лучно-степову рослинність Східноєвропейської лісостепової провінції Причорноморсько-Казахстанської підобласті Степової області Євразії. А, по-друге, час початку введення заповідних режимів обох ділянок майже збігається – кінець 20-х – початок 30-х років минулого століття, що зумовило майже одночасне включення механізмів постпаскальної та постексараційної демуатації з поступовим переходом до процесів автогенезу, котрі в свою чергу провокують становлення потенціальних фітоценоструктур, характерних для цієї природнокліматичної зони.

"Михайлівська цілина" – це невелика за площею ділянка лучного степу, який репрезентує північно-східну частину лісостепової зони України. Перші літературні відомості про природу "Михайлівської цілини" наведено в працях Г. І. Ширяєва [22] та К. М. Залеського [7]. За типологічними ознаками рослинність "Михайлівської цілини" належить до північних лучних різнотравно-злакових степів, які задовго до розорювання навколишніх територій чергувалися з лісовими масивами, що характерно для лісостепових ландшафтів. У типовому стані плакорні ділянки степу відзначалися досить своєрідними осоково-злаковими угрупованнями, основу яких утворювали дерновинні степові злаки (*Festuca valesiaca* Gaud., *Stipa pennata* L. s. str., *S. capillata* L., подекуди – *S. tirsia* Stev.), численні довго-кореневищні лучно-степові (*Bromopsis inermis* (Leys.) Holub, *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *E. intermedia* (Host) Nevski) та дерновинні лучні і лучно-степові види (*Carex humilis* Leys., *Helictotrichon schellianum* (Hack.) Kitag., *Agrostis vinealis* Schreb.). До їх складу завжди у великій кількості домішувалося лучно-степове різнотрав'я (*Salvia pratensis* L., *Galium verum* L., *Filipendula vulgaris* Moench, *Fragaria viridis* Duch., *Medicago romanica* Prod. та ін.). У цілому для цього степу звичайною є висока ценотична роль лучних, лісово-лучних і лучно-степових мезофітних рослин.

Загальну характеристику рослинного покриву "Михайлівської цілини" в перші роки заповідання подали Є. М. Лавренко та І. Г. Зоз [8, 12]. У той час на степу проводився інтенсивний випас худоби і найпоширенішою була асоціація *Festuca valesiaca* + *Carex humilis* + різнотрав'я із значною домішкою *Agrostis vinealis* і моху *Thuidium abietinum*. На

цьому фоні місцями виділялися угруповання з переважанням в їхньому складі ковили волосистої (*Stipa capillata*) і перистої (*S. pennata*). Значну роль у формуванні рослинного покриву відігравали також *Poa angustifolia* L., *Helictotrichon pubescens* (Huds.) Pilg., *Phleum phleoides* (L.) Karst., а серед різнотрав'я – численні представники "північного" різнотрав'я: *Galium verum*, *G. ruthenicum* Willd., *Salvia pratensis*, *Filipendula vulgaris*, *Trifolium montanum* L. та ін. Такі кореневищні злаки, як *Elytrigia repens*, *Bromopsis inermis* та *Calamagrostis epigeios*, у значних кількостях траплялися лише на дні депресій.

Необхідно відмітити, що суворий заповідний режим у заповіднику було встановлено після закінчення Великої Вітчизняної війни, після надання "Михайлівській цілині" статусу самостійного заповідника республіканського значення. Починаючи з 1956 р. "Михайлівська цілина" стала полігоном фітоценотичного моніторингу, що базується на результатах великомасштабного геоботанічного картографування, розпочатого Г. І. Біликом [3, 4] та продовженого В. С. Ткаченком [18-21].

Центрально-Чорноземний державний біосферний заповідник ім. проф. В. В. Альохіна широко відомий як єдина ділянка ландшафту лісостепу Європейської частини Російської Федерації, що не зазнала значних антропогенних трансформацій. Основне багатство заповідника – цілинні лучні степи, що представляють зональний тип рослинності. В. В. Альохін [1, 2] відносив трав'янисту рослинність заповідника до барвисто-широколистянозлакових степів, підкреслюючи, що Курські степи мають явно виражений різнотравний характер із переважанням видів вологого, або північного типу. На той час у травостоях "Стрілецького степу" переважали кореневищні та рихлокущові види, тоді як дерновинні злаки – представники родів *Stipa* та *Festuca* – мали менше ценотичне значення. Враховуючи думку В. В. Альохіна, Є. М. Лавренко [10] вважав, що рослинність "Стрілецького степу" характеризується проміжним положенням між остепненими луками та лучними степами, проте їхній опис проводив під назвою дерновиннозлакових лучних степів. Втім, у наступній монографії Є. М. Лавренко [11] відносить степи Центрально-Чорноземної області до лучних степів. Натомість Г. М. Зозулін [9], відносячи степи заповідника до лучних, не визнавав їхнього зонального характеру, а розглядав лише як вторинні фітоценоструктури, сформовані під впливом антропогенної діяльності. Дослідженнями А. М. Семенової-Тян-Шанської [16] встановлено, що курські степи мають явно лучний характер, що суперечить деяким висновкам Г. І. Дохман [6].

За геоботанічним районуванням степової області Євразії [11, 13] рослинний покрив "Стрілецького степу" належить до зони Середньоросійських лучних степів та остепнених лук степів Східноєвропейського блоку провінцій Причорноморсько-Казахстанської підобласті степової області Євразії. Основними едифікаторами виступали *Bromopsis riparia* (Rehm.) Holub, *Carex humilis*, а також *Stipa pennata*, *S. capillata*, значно менше – *S. dasyphylla* (Czern. ex Lindem.) Trautv. за значної участі лучно-степового та лучного різнотрав'я. Для флористичного складу центрально-чорноземних степів характерною є наявність як західних, так і східних видів. На разі слід відмітити, що за умови тривалої дії режиму абсолютної заповідності на абсолютно заповідних ділянках панують не дерновинні, а лучні кореневищні злаки (*Bromopsis inermis*, *B. riparia*, *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *E. intermedia* (Host) Nevski, *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth), що є результатом резерватогенної сукцесії. За результатами наших досліджень (2007 р.) основними формаціями "Стрілецького степу" були *Calamagrostidetalia epigeioris*, *Arrhenathereta elatii*, *Bromopsidetalia ripariae*, *Elytrigietalia intermediae*, тоді як формації дерновинних злаків (*Festuceta valesiacae*, *Stipetalia pennatae*) втратили домінуюче значення.

Насамкінець слід зауважити, що рослинність обох заповідників за тривалий час дотримання заповідного режиму, особливо на абсолютно заповідних ділянках, поступово втягувалася в резерватні перетворення у специфічних умовах автогенезу. Глибина і темпи цих перетворень викликають сумніви щодо відповідності фітоценоструктур лучних степів комплексу сучасних біокліматичних показників та щодо первинності "типових" угруповань справжніх степів.

Матеріали та методи досліджень

Для розрахунку величин ряду лімітуючих екологічних факторів було застосовано метод синфітоіндикації [5], за допомогою якого розраховано кількісні показники узагальненого терморезиму клімату (Tm), волості ґрунтів (Hd) та вмісту в них мінерального азоту (Nt), а також кислотного (Rc) та карбонатного (Ca) режимів ґрунтів.

Емпіричними даними слугували геоботанічні описи, здійснені під час польових досліджень у 2003 р. ("Михайлівська цілина") та у 2007 р. ("Стрілецький степ"). Для порівняння величин екологічних режимів було сформовано дві вибірки – "Михайлівська цілина" (n = 167) та "Стрілецький степ" (n = 89), у кожній з яких додатково сформовані підвибірки відповідно до найпоширеніших формацій. Характеристики варіаційного ряду опрацьовані статистично: визначені екстремуми, середнє арифметичне та середнє квадратичне відхилення. Результати обрахунків подано у табл. 1-3.

Результати та їх обговорення

Рослинні угруповання "Михайлівської цілини" за узагальненим терморезимом (Tm) займають діапазон від 6,20 до 7,93 бала, що відповідає 31,0-39,65 ккал/см²рік⁻¹ (табл. 1).

Таблиця 1

Основні статистичні показники екологічних факторів "Михайлівської цілини" та "Стрілецького степу"

№ п/п	Основні статистичні показники	Екологічні фактори				
		Tm	Hd	Nt	Rc	Ca
"Михайлівська цілина"						
1	X	7,06	10,18	6,25	8,23	7,62
2	min	6,20	9,02	4,87	7,26	5,23
3	max	7,93	12,60	7,64	8,65	8,65
"Стрілецький степ"						
1	X	8,19	9,73	5,40	8,30	8,05
2	min	7,64	8,77	4,92	7,48	7,18
3	max	8,83	10,64	6,02	8,66	8,80

Зокрема формації з домінуванням типових степових видів (*Festuca valesiaca* та *Stipa pennata*) характеризуються значеннями Tm 6,73-7,78 бала (табл. 2). Найбільшою амплітудою (від 6,20 до 9,10 бала) характеризується формація *Elytrigietea repentis*. На цьому фоні амплітуда терморезиму чагарникового степу з домінуванням *Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Woloszcz.) Klásková і особливо середнє значення характеризуються досить несподіваним положенням (мінімальне значення Tm – 6,25 бала, що в абсолютних величинах дорівнює 31,3 ккал/см²рік⁻¹, а максимальне – 7,40 (відповідно 39,55 ккал/см²рік⁻¹)), що згідно із шкалою узагальненого терморезиму відповідає діапазону від бореальної до неморальної термозони. Середнє значення Tm досліджуваної формації дорівнює 6,96 бала (відповідно 35,0 ккал/см²рік⁻¹), що відповідає суббореальній термозоні [5].

У той же час фітоіндикаційна оцінка терморезиму екотопів "Стрілецького степу" характеризується діапазоном 7,64 – 8,83 бала, що в абсолютних показниках відповідає 43,25 – 46,75 ккал/см²рік⁻¹. Закономірним виявився розподіл величин у межах основних груп фітоценозів, а саме: угруповання дернинних злаків із домінуванням родів *Stipa* та *Festuca* – 8,03-8,44 бала; чагарникові степи з домінуванням *Chamaecytisus ruthenicus* 7,64-8,33 бала; довгокореневищнозлакові формації (рід *Elytrigia* Desv.) – 7,99-8,54 бала.

Таблиця 2

**Статистичні показники екологічних факторів, що характеризують основні формації
"Михайлівської цілини"**

№ п/п	Статистичні показники	Екологічні фактори				
		Tm	Hd	Nt	Rc	Ca
Festuceta valesiaca						
1	X	7,22	9,35	5,12	8,45	8,32
2	σ	0,25	0,18	0,19	0,11	0,11
3	min	7,19	9,14	4,99	8,32	8,09
4	max	7,24	9,55	5,24	8,55	8,59
Stipeta pennatae						
1	X	7,28	9,45	5,10	8,34	8,54
2	σ	0,18	0,21	0,13	0,11	0,10
3	min	7,02	9,22	4,98	8,13	8,45
4	max	7,53	9,81	5,21	8,49	8,64
Poeta angustifoliae						
1	X	7,23	9,80	5,38	8,29	8,01
2	σ	0,25	0,31	0,19	0,21	0,35
3	min	6,73	9,07	4,95	7,98	7,75
4	max	7,78	10,45	5,84	8,60	8,41
Elytrigietta repentis						
1	X	7,13	10,00	5,82	8,27	7,79
2	σ	0,23	0,19	0,12	0,17	0,22
3	min	6,20	9,23	5,13	7,94	7,32
4	max	7,84	10,71	6,86	8,48	7,99
Calamagrostideta epigeioris						
1	X	7,11	10,05	5,52	8,00	7,64
2	σ	0,20	0,25	0,16	0,19	0,35
3	min	6,81	9,22	5,03	7,90	6,08
4	max	7,60	10,81	6,48	8,43	8,42
Bromopsideta inermis						
1	X	7,07	9,54	5,28	8,45	7,91
2	σ	0,13	0,17	0,08	0,11	0,32
3	min	6,93	9,52	5,26	8,40	7,06
4	max	7,22	9,56	5,30	8,51	8,28
Brizeta mediae						
1	X	7,86	10,62	5,24	8,10	7,44
2	σ	0,12	0,20	0,16	0,07	0,28
3	min	7,77	10,29	5,11	8,08	6,25
4	max	7,91	10,97	5,32	8,13	7,99
Alopecureta pratensis						
1	X	7,64	11,11	6,34	8,13	7,37
2	σ	0,11	0,25	0,11	0,09	0,27
3	min	7,55	10,95	6,13	8,10	6,15
4	max	7,79	11,38	6,55	8,20	7,84
Brachypodieta pinnati						
1	X	7,42	10,07	5,40	8,22	7,55
2	σ	0,19	0,20	0,15	0,19	0,42
3	min	7,29	9,70	5,26	8,05	6,24
4	max	7,61	10,34	5,49	8,48	8,01

№ п/п	Статистичні показники	Екологічні фактори				
		Tm	Hd	Nt	Rc	Ca
Arrhenathereta elatii						
1	X	7,61	10,06	5,74	8,27	7,51
2	σ	0,13	0,29	0,22	0,16	0,25
3	min	7,32	9,13	5,08	8,00	6,86
4	max	7,85	11,79	6,14	8,51	7,90
Urticeta dioici						
1	X	7,40	10,76	6,44	8,09	7,39
2	σ	0,23	0,20	0,19	0,36	0,35
3	min	6,61	9,98	4,87	7,66	6,78
4	max	7,91	12,61	7,64	8,48	7,72
Chamaecytiseta ruthenicae						
1	X	7,00	9,72	5,36	8,35	8,04
2	σ	0,23	0,45	0,30	0,15	0,42
3	min	6,26	9,02	5,03	8,09	7,52
4	max	7,40	10,49	5,96	8,63	8,51

Таким чином, величини терморежиму, якими характеризуються досліджувані степові ділянки, дещо відрізняються між собою, що пояснюється особливостями широтної зональності досліджуваних об'єктів – "Михайлівська цілина" (50°44' п. ш. та 34°10' с. д.) та "Стрілецького степу" (51°34' п. ш.). Хоча різниця показників складає менше 1°, але більш континентальне положення "Стрілецького степу" (36°07' с. д.) пояснює наявність і переважання зональних лучно-степових фітоценоструктур.

Загальний діапазон вологості ґрунтів "Михайлівської цілини" варіює від 9,02 бала (лучностеповий тип вологості ґрунту) до 12,60 бала (проміжний між сухолісолучним та вологолісолучним типами вологості) (див. табл. 1). Водночас амплітуди найпоширеніших формацій (*Stipeta pennatae*, *Festuseta valesiaca*, *Poeta angustifoliae*, *Elytrigietta repens*, *Calamagrosideta epigeioris*, *Arrhenathereta elatii*, *Urticeta dioici*) та їхні середні значення характеризуються лінійною залежністю. Порівняння середніх величин за фактором Hd свідчить про поступове підвищення вологості ґрунтів із 9,75 бала під формацію *Festuseta valesiaca* до 10,76 бала під формацію *Urticeta dioici*. Середнє значення вологості ґрунтів під формацією *Chamaecytiseta ruthenicae* займає проміжне положення (9,02-10,49 бала). Середні показники інших формацій розподілились таким чином: *Stipeta pennatae* – 9,75 бала; *Poeta angustifoliae* – 9,79; *Elytrigietta repens* – 10,34; *Calamagrosideta epigeioris* – 10,34; *Arrhenathereta elatii* – 10,18. Найвологішими є місцезростання формації *Urticeta dioici* (10,76 бала), основні осередки яких зосереджені в межах абсолютно заповідної ділянки. Незважаючи на плакорні місцезростання, товстий шар мертвих рослинних залишків (до 15-20 см) значно змінює гідрологічний режим ґрунтів, що сприяє формуванню майже монодомінантних заростей *Urtica dioica*, проективне покриття якої місцями сягає 100%.

Режим вологості ґрунтів "Стрілецького степу" (див. табл. 1) характеризується діапазоном 8,77-10,64 бала, що відповідає в абсолютних показниках степовому та вологолісолучному типам вологості ґрунту. Як і очікувалось, найнижчими показниками вологості ґрунту характеризуються угруповання дернинних злаків (8,77-9,56 бала; степовий – лучно-степовий тип). Чагарникові степи характеризуються досить широким діапазоном – 9,23-9,73 бала. Серед виділених нами груп фітоценозів максимальними значеннями Hd характеризуються формації групи *Elytrigietta* (середнє значення фактору складає 10,24 бала).

Порівняльна синфітоіндикаційна оцінка вологості ґрунтів "Михайлівської цілини" та "Стрілецького степу" дає змогу пояснити ряд теоретичних і практичних питань степознавства. По-перше, чітка диференціація екотопів досліджуваних об'єктів уздовж градієнта Hd підкріплює теоретичні засади кліматичного районування. І, по-друге, різниця

вологості ґрунтів "Михайлівської цілини" та "Стрілецького степу" пояснюється дією режимів, які практикуються у заповідниках, а саме: сінокісний режим із різнорічною ротацією та наявністю абсолютно заповідних ділянок. Унаслідок дії абсолютно заповідного режиму накопичується товстий шар мертвих рослинних залишків, який значно змінює гідрологічний режим ґрунтів у бік збільшення їх вологозабезпечення, що виявляється у процесах мезофітизації рослинного покриву і збільшення квоти лучних видів [14, 16, 17].

Азотний режим ґрунтів "Михайлівської цілини" коливається в межах 4,87-7,64 бала (див. табл. 1), що відповідає бідним на мінеральний азот і досить забезпеченим азотом ґрунтам. Табл. 2 ілюструє розподіл амплітуд і середніх значень Nt основних досліджуваних формацій цієї заповідної ділянки. Середні значення лучних і різнотравних формацій дорівнюють: *Alopecureta pratensis* – 5,52 бала, *Urticeta dioici* – 6,44 бала. Інші формації формують ряд від 5,10 бала (*Stipeta pennatae*) до 5,82 бала (*Elytrigietta repentis*). Формація *Chamaecytiseta ruthenicae* займає проміжне положення – 5,36 бала, що пояснює поширення чагарникових степів на схилах різних експозицій і плакорах, які раніше займали угруповання з домінуванням *Stipa pennata*, *Festuca valesiaca* та ін. (Лисенко, 2002, 2003). Формації ж *Alopecureta pratensis* та *Urticeta dioici*, як правило, займають депресії рельєфу і тальвеги балок, котрі є акумуляторами стоків, ґрунти яких унаслідок підвищеної зволоженості характеризуються високими показниками багатства ґрунту на азот.

Екотопи "Стрілецького степу" за азотним режимом характеризуються діапазоном від 4,92 до 6,02 бала, що в абсолютних показниках відповідає 10,5-19,5 мг/100г ґрунту мінерального азоту (від бідних мінеральним азотом ґрунтів до досить забезпечених) (табл. 3). Найменш забезпечені нітрогеном виявилися ґрунти під угрупованнями дернинних злаків (4,98-5,43 бала). Дещо більше забезпечені нітрогеном екотопи під чагарниковими степами (4,92-5,57 бала). Довгокореневищнозлакові формації та різнотравні угруповання характеризуються близькими діапазонами: 5,11-6,02; 4,89-6,01 балів відповідно. Степові чагарники (*Pruneta stepposae*) характеризуються величинами від 5,23 до 5,77 бала, що пояснюється екологічними особливостями домінантів. Цей ряд цілком збігається з теоретичними розрахунками, що пояснюють особливості ґрунотвірних процесів у різних кліматичних зонах. Відомо, що високий ступінь вологості ґрунтів за умови відповідних показників терморегіму стимулює більш високі темпи накопичення азоту.

Слід зазначити, що основні формації "Михайлівської цілини" і "Стрілецького степу" характеризуються спільними закономірностями розподілу показників багатства ґрунту на азот, а саме: угруповання дернинних злаків характеризуються нижчими показниками Nt, тоді як довгокореневищні злаки – більшими, що пояснюється екологічними особливостями домінантів. Втім масштабна експансія формації *Urticeta dioici* на території абсолютно заповідної ділянки "Михайлівської цілини" провокує суттєве збільшення величин азотного режиму, що позначається і на середніх значеннях Nt, якими характеризуються екотопи цілинного степу.

Ґрунтовий покрив досліджуваних ділянок як "Михайлівської цілини", так і "Стрілецького степу" характеризується переважанням типових мало- та багатогумусних чорноземів, реакція ґрунтового розчину яких тяжіє до нейтральної. Виняток становлять незначні за площею лучні ґрунти, які займають депресії рельєфу та залягають навколо штучно створених озер, що характерно для "Михайлівської цілини" (зарегульований стік верхів'я балки Верхні Ставки). В основному території досліджуваних резерватів являють собою плакори вододілів, тому варіації величин Rc є незначними (див. табл. 1).

Величини Rc, що характеризують окремі формації рослинності, відзначаються певними відмінностями (див. табл. 2 та 3). Так, формації *Stipeta pennatae*, що репрезентують "Михайлівську цілину", займають екотопи, кислотність ґрунтів яких має середнє значення 8,34 бала, тоді як такі ж формації "Стрілецького степу" характеризуються дещо вищими показниками – 8,41 бала. Формації *Bromopsideta* досліджуваних ділянок також характеризуються подібними відмінностями: 8,45 та 8,35 бала відповідно для "Михайлівської цілини" та "Стрілецького степу".

**Статистичні показники екологічних факторів, що характеризують основні формації
"Стрілецького степу"**

№ п/п	Статистичні показники	Екологічні фактори				
		Tm	Hd	Nt	Rc	Ca
Festuceta valesiaca						
1	X	8,58	9,00	5,17	8,47	8,65
2	σ	0,30	0,18	0,19	0,11	0,11
3	min	8,16	8,77	4,98	8,33	8,57
4	max	8,84	9,19	5,43	8,59	8,8
Stipeta tirsae						
1	X	8,23	9,28	5,24	8,41	8,43
2	σ	0,16	0,18	0,12	0,15	0,24
3	min	8,03	9,07	5,00	8,19	8,01
4	max	8,44	9,56	5,33	8,66	8,71
Bromopsideta ripariae						
1	X	8,32	9,71	5,24	8,35	8,02
2	σ	0,15	0,24	0,13	0,19	0,37
3	min	8,13	9,28	5,11	7,97	7,50
4	max	8,53	10,25	5,44	8,57	8,48
Elytrigietta intermediae						
1	X	8,27	9,38	5,17	8,56	8,48
2	σ	0,20	0,16	0,02	0,07	0,19
3	min	7,99	9,17	5,15	8,49	8,27
4	max	8,54	9,54	5,19	8,66	8,77
Calamagrostideta epigeioris						
1	X	7,94	10,21	5,69	7,98	7,87
2	σ	0,20	0,25	0,16	0,17	0,20
3	min	7,68	9,70	5,35	7,48	7,50
4	max	8,36	10,64	6,02	8,21	8,22
Arrhenathereta elatii						
1	X	8,28	9,93	5,51	8,33	7,62
2	σ	0,23	0,37	0,19	0,13	0,40
3	min	8,07	9,34	5,18	8,13	7,18
4	max	8,76	10,37	5,80	8,56	8,21
Chamaecytiseta ruthenicae						
1	X	8,04	9,50	5,24	8,34	8,19
2	σ	0,23	0,20	0,19	0,06	0,20
3	min	7,64	9,23	4,92	8,25	7,97
4	max	8,33	9,73	5,57	8,43	8,26
Pruneta stepposae						
1	X	8,31	9,90	5,56	8,33	7,84
2	σ	0,33	0,60	0,24	0,05	0,44
3	min	8,02	9,03	5,23	8,28	7,43
4	max	8,60	10,34	5,77	8,38	8,38

Для формацій довгокореневищних злаків (*Elytrigietea repentis* та *Elytrigietea intermediae*), що репрезентують лучні степи досліджуваних ділянок, показники кислотності ґрунтів також дещо відрізняються між собою. Так, для "Михайлівської цілини" середні значення Rс цієї формації складає 8,27 бала, тоді як для "Стрілецького степу" – 8,56 бала, що вказує на дещо вищі загальні показники досліджуваного фактору для більш північної ділянки, якою є "Стрілецький степ".

Разом із тим для ряду формацій обох ділянок показники Rс майже однакові. Наприклад, для формації *Festuceta valesiacaе* середні значення кислотності ґрунтів складають 8,45 та 8,47 бала відповідно для "Михайлівської цілини" та "Стрілецького степу". Цікавим виявився факт вкрай близьких значень Rс, що характеризують екотопи, котрі займають найпоширеніші формації чагарникових степів із домінуванням *Chamaecytisus ruthenicus*, для обох досліджуваних ділянок: 8,35 та 8,34 бала відповідно для "Михайлівської цілини" та "Стрілецького степу". Для формації *Calamagrostidetа epigeioris* величини кислотності ґрунтів майже однакові: 8,00 та 7,98 бала відповідно для "Михайлівської цілини" та "Стрілецького степу". Такі ж закономірності розподілу величин Rс характерні для формації *Arrhenathereta elatii*: 8,27 та 8,33 бала відповідно для "Михайлівської цілини" та "Стрілецького степу".

Таким чином, показники кислотності ґрунтів обох досліджуваних заповідників характеризуються близькими загальними середніми значеннями, що пояснюється подібним характером перебігу ґрунотвірних процесів, котрі відбуваються майже в однакових природно-кліматичних зонах.

Вміст карбонату кальцію в ґрунтових відмінах степової зони, як свого часу зазначав Д. І. Сакало [15], є одним із тих чинників, що визначають "кальцефітну" природу степової рослинності. Нашими дослідженнями доведено, що показники карбонатного режиму характеризуються значними відмінностями як між досліджуваними ділянками, так і між основними формаціями "Михайлівської цілини" та "Стрілецького степу". Встановлено, що величини карбонатності ґрунтів значно варіюють навіть у межах кожної з досліджуваних ділянок. Так, величин вмісту карбонатів у ґрунтах, що характеризують екотопи "Михайлівської цілини", займають діапазон 6,08-8,64 бала при середньому значенні 7,87 бала. Натомість для "Стрілецького степу" діапазон значень Са складає 7,18-8,80 бала при середньому значенні фактору 8,24 бала. Адже підстилаючими породами у "Стрілецькому степу" виступають карбонатовмісні породи зі значним вмістом кальцію, сполуками якого пронизаний весь шар ґрунту. І, навпаки, на "Михайлівській цілині" підстилаючими породами виступають лесовидні суглинки, вміст кальцію в яких є значно меншим.

Крім того, величини Са впливають на розподіл основних формацій рослинності досліджуваних ділянок. Так, для формації *Festuceta valesiacaе*, що подекуди зустрічається на дуже незначних площах у межах "Михайлівської цілини", значення карбонатності дорівнює 8,32 бала, тоді як для "Стрілецького степу" – 8,65 бала, що значно вище. Для ковилових формацій "Михайлівської цілини" значення Са складає 8,54 бала, тоді як для "Стрілецького степу" – 8,43 бала. Для формації довгокореневищних злаків (*Bromopsideta inermis*) значення Са складає 7,91 бала, тоді як для "Стрілецького степу" – 8,02 бала. Разом із тим для формації *Elytrigietea repentis* середній показник карбонатності дорівнює 7,79 бала, тоді як для "Стрілецького степу" – 8,48 бала.

Для формації *Calamagrostidetа epigeioris*, поширеної на абсолютно заповідній ділянці "Михайлівської цілини", значення Са складає 7,64 бала, тоді як для "Стрілецького степу" – 7,87 бала. На разі з цим середні значення вмісту сполук кальцію в ґрунтах під формацією *Arrhenathereta elatii*, що характеризується широкою експансією у заповіднику "Михайлівська цілина", складає 7,51 бала, тоді як для "Стрілецького степу" – 7,62 бала.

Висновки

Проведена порівняльна синфітоіндикаційна оцінка екотопів лучних степів "Михайлівської цілини" та "Стрілецького степу" вказує на певні відмінності екотопічних характеристик місцезростань, котрі характеризують типологічні відмінності степів цих заповідних ділянок.

За величинами узагальненого терморежиму клімату екотопи заповідника "Михайлівська цілина" характеризуються нижчими екстремумами та середніми показниками, ніж місцезростання "Стрілецького степу". Показники вологості ґрунтів на двох досліджуваних ділянках також відрізняються, причому для "Михайлівської цілини" величини H_d виявились дещо вищими у порівнянні зі "Стрілецьким степом". За вмістом мінерального азоту ґрунтові відмінності "Михайлівської цілини" характеризуються значно вищими середніми значеннями, ніж ґрунти "Стрілецького степу". Величини кислотності ґрунтів та вміст у них карбонатів кальцію екотопів "Михайлівської цілини" та "Стрілецького степу" мають близькі значення.

На разі слід відмітити, що незважаючи на певні відмінності величин ряду лімітуючих екологічних факторів можна припустити з високою ймовірністю близькість типологічних відмінностей лучних степів двох заповідників, рослинний покрив яких формувався за тривалої дії комплексу абіотичних факторів середовища, властивих лісостеповій природно-кліматичній зоні, на фоні вкрай збідненої біотичної складової, особливо консументного блоку. На нашу думку, зазначені вище положення слід враховувати при виборі оптимальних режимів заповідання та ряду корегуючих регуляційних заходів, адже малий розмір заповідних ділянок, відсутність біотичного блоку регуляції перебігу природних процесів може призвести до втрати еталонів цілинних лучних степів.

Список літератури

1. *Алехин В. В.* Типы русских степей / В. В. Алехин // Изв. Ботан. сада Петра Великого. – 1915. – Т. 15, вып. 3–4. – С. 405–532.
2. *Алехин В. В.* Центральночерноземные степи / В. В. Алехин. – Воронеж, 1934. – 96 с.
3. *Білик Г. І.* Рослинність заповідника "Михайлівська цілина" та її зміни під впливом господарської діяльності людини / Г. І. Білик // Укр. ботан. журн. – 1957. – Т. 14, № 4. – С. 26–39.
4. *Білик Г. І.* Сучасний стан рослинного покриву заповідника Михайлівська цілина на Сумщині / Г. І. Білик, В. С. Ткаченко // Укр. ботан. журн. – 1972. – Т. 29, № 6. – С. 696–702.
5. *Дідух Я. П.* Фітоіндикація екологічних факторів / Я. П. Дідух, П. Г. Плюта. – К.: Наук. думка, 1994. – 280 с.
6. *Дохман Г. И.* Лесостепь Европейской части СССР / Г. И. Дохман. – М.: Наука, 1968. – 271 с.
7. *Залеский К. М.* Первые сведения о флоре Сумского уезда Харьковской губернии: Список растений собранных и наблюдаемых в Сумском, отчасти Лебединском и Ахырском уездах / К. М. Залеский // Тр. общ-ва испытателей природы Харьков. ун-та. – 1914. – 47, вып. 1. – С. 101–147.
8. *Зоз І. Г.* Рослинність Михайлівської цілини на Сумщині / Г. І. Зоз // Журн. біоботан. циклу ВУАН. – 1933. – № 5/6. – С. 157–183.
9. *Зозулин Г. М.* О некоторых вопросах фитоценологии в связи с проблемой происхождения растительности северных степей / Г. М. Зозулин // Ботан. журн. – 1958. – Т. 43, № 6. – С. 814–827.
10. *Лавренко Е. М.* Степи СССР / Е. М. Лавренко // Растительность СССР. – М., Л., 1940. – Т. 2. – С. 1–265.
11. *Лавренко Е. М.* Степи и сельскохозяйственные земли на месте степей / Е. М. Лавренко // Растительный покров СССР. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1956. – С. 595–730.

12. Лавренко Є. Рослинність цілини Михайлівського кінного заводу (кол. Капніста), Сумської округи / Є. Лавренко, І. Зоз // Охорона пам'яток природи на Україні. – Харків, 1928. – 36. 2. – С. 3–16.
13. Лавренко Е. М. Степи Евразии / Е. М. Лавренко, З. В. Карамышева, Р. И. Никулина. – Л.: Наука, 1991. – 146 с.
14. Лисенко Г. М. Вплив режимів користування на гідротермічний та едафічний фактори степових екосистем "Михайлівської цілини" (Сумська область) / Г. М. Лисенко // Укр. ботан. журн. – 1992. – Т. 49, № 1. – С. 22–27.
15. Сакало Д. І. Про кальцефітну природу степової флори Європейської частини СРСР / Д. І. Сакало // Ботан. журн. УРСР. – 1955. – 12, № 2. – С. 40–51.
16. Семенова-Тян-Шанская А. М. Динамика степной растительности (на примере изучения луговых степей и остепненных лугов Центральной лесостепи) / А. М. Семенова-Тян-Шанская. – М., Л.: Наука, 1966. – 174 с.
17. Семенова-Тян-Шанская А. М. Накопление и роль подстилки в травяных сообществах / А. М. Семенова-Тян-Шанская. – Л.: Наука, 1977. – 191 с.
18. Ткаченко В. С. О природе луговой степи заповедника "Михайловская целина" и прогноз ее развития в условиях заповедности / В. С. Ткаченко // Ботан. журн. – 1984. – Т. 69, № 4. – С. 448–457.
19. Ткаченко В. С. Фітоценотичний моніторинг резерватних сукцесій в Українському степовому природному заповіднику / В. С. Ткаченко. – К.: Фітосоціоцентр, 2004. – 184 с.
20. Ткаченко В. С. Структурні зміни в рослинному покриві заповідного лучного степу "Михайлівська цілина" за даними великомасштабного картування у 1991 р. / В. С. Ткаченко, А. П. Генів, Г. М. Лисенко // Укр. ботан. журн. – 1993. – Т. 50, № 4. – С. 5–15.
21. Ткаченко В. С., Генів А. П., Лисенко Г. М. Структурні зміни в рослинному покриві заповідного лучного степу "Михайлівська цілина" за даними великомасштабного картування у 2001 р. / В. С. Ткаченко, А. П. Генів, Г. М. Лисенко // Вісті біосферного заповідника "Асканія-Нова". – 2003. – Т. 5. – С. 7–17.
22. Ширяев Г. И. Материалы для флоры Лебединского уезда Харьковской губ. / Г. И. Ширяев // Тр. общ-ва испытателей природы при Харьк. ун-те. – (1905-1906) 1907. – 40, вып. 2. – С. 233–268.

Лысенко Г. Н. Сравнительная синфитоиндикационная оценка экотопов луговых степей "Михайловской целины" и "Стрелецкой степи". – На основе метода синфитоиндикации экологических факторов были рассчитаны величины ряда экологических режимов (обобщенного терморегима климата, влажности почв, их кислотного, азотного и карбонатного режимов) для экотопов луговых степей "Михайловской целины" (Украина) и "Стрелецкой степи" (Россия). В результате сравнительного анализа были установлены некоторые отличия экотопических характеристик исследуемых степей, особенно обобщенного терморегима, влажности почв, содержания в них минерального азота и карбонатов кальция, тогда как кислотность почв характеризуется близкими значениями.

Ключевые слова: заповедные луговые степи, формации растительности, экотопические характеристики, синфитоиндикация.

Lysenko H. M. Comparative synphytoindication estimate meadow steppe ecotopes "Mykhaylovskaya tzelina" and "Stryletskiy step". – Utilizing the method of synphytoindication of ecological factors the sizes of row of the ecological modes (generalized temperature regime of climate, humidity of soils, their acid, nitric and carbonate modes) were expected for the ecotopes of meadow steppes of "Mykhaylovskaya tzelina" (Ukraine) and "Stryletskiy step" (Russia). As a result of comparative analysis some differences of ecotopic descriptions of the probed steppes were set, especially, generalized temperature regimes, humidity of soils, maintenance in them of mineral nitrogen and carbonates in soils, while acidity is characterized near values.

Key words: reserve meadow steppe, plant formations, ecotopes characteristics, synphytoindication.

УДК 582.32 : 581.93 : 581.412 (477.60)

© А. В. Машталер, Д. В. Задорожная

ЭКОБИОМОРФНЫЙ АНАЛИЗ БРИОФЛОРЫ ДОНЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

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

e-mail: mashtaler_alex@mail.ru, zadorozhnaja_d@mail.ru

Машталер А. В., Задорожная Д. В. Экобиоморфный анализ бриофлоры Донецкой области. –

Определен видовой состав бриофлоры г. Макеевка (30 видов). Осуществлен экобиоморфный анализ данной бриофлоры. Выявленные жизненные формы свидетельствуют об аридных условиях и значительной трансформации экотопов исследуемой территории.

Ключевые слова: мхи, экобиоморфа, экотоп, техногенная трансформация.

Введение

Биоиндикационные исследования с использованием мохообразных (бриоиндикация) в последнее время приобретают всё больший масштаб на территории Украины [8, 9]. Однако общий потенциал бриоиндикации на территории Донецкой области раскрыт далеко не полностью. Помимо измерения количественных показателей (содержания тяжелых металлов, размеров листовых пластинок, гаметофита и спорофита, цитологических и генетических показателей), весьма информативными являются исследование и анализ видовой состава мохообразных (бриофлоры) на конкретных территориях.

Жизненная форма (экобиоморфа) организма выражает его приспособленность к конкретным условиям окружающей среды, сформировавшуюся в течение длительного эволюционного процесса. Поэтому анализ жизненных форм мохообразных (в комплексе с другими аспектами экологического анализа) может дать определенную картину состояния окружающей среды исследуемой территории и степени её трансформации.

Цель данной работы – установить видовой состав и спектр жизненных форм бриофлоры г. Макеевка (Донецкая область), характеризующих степень трансформации окружающей среды промышленного региона.

Материал и методы исследований

Исследования проводили в период с июля 2007 г. по май 2009 г. на территории г. Макеевка (Донецкая область). Объект исследования – мохообразные техногенно трансформированных экотопов промышленного города.

Для исследования бриофлоры г. Макеевка были изучены мохообразные различных экотопов города (парков, лесопосадок, селитебных участков, территории угледобывающей шахты, рудеральных участков и санитарно-защитной зоны промышленного предприятия) и был произведен сбор растительного материала. Идентификацию мохообразных проводили в лабораторных условиях по определителям [1, 6, 7, 10, 11] с использованием справочной литературы [11].

Анализ соотношения жизненных форм осуществляли в следующих мониторинговых зонах г. Макеевка: центральный парк культуры и отдыха (ЦПКиО) им. 50-летия Октября, санитарно-защитная зона Макеевского металлургического комбината (СЗЗ ММК), район "Западная", территория шахты им. В. И. Ленина (ГП "Макеевуголь"). Контрольная зона расположена на расстоянии 5,3-5,7 км от ММК – главного источника загрязнения атмосферного воздуха в городе [5].

Для выделения жизненных форм (экобиоморф) мохообразных на исследуемой территории была использована классификация Гаймингама и Робертсона, дополненная М. Ф. Бойко [2, 3]. Помимо критериев классификации экобиоморф, учитывали результаты собственного изучения строения дерновинок мхов.

Результаты и обсуждение

В результате обработки собранных образцов мохообразных нами было определено 30 видов мхов, относящихся к отделу Bryophyta, классу Bryopsida. В ходе исследования

представителей отделов Anthocerotophyta и Marchantiophyta найдено не было. Обнаруженные виды мхов относятся к 12 семействам и 20 родам. Наибольшим количеством видов представлены порядки Нурнаles (10 видов), Bryales (8 видов) и Pottiales (6 видов); семейства Bryaceae и Pottiaceae (7 и 6 видов соответственно).

Необходимо отметить, что обнаруженный нами видовой состав мохообразных г. Макеевка является крайне небольшим и составляет 4,7% от бриофлоры Украины [3]. Комплексными исследованиями на территории Донецкой области было установлено произрастание 38 видов мхов [4].

В соответствии с избранной классификацией экобиоморф обнаруженные на территории г. Макеевка мохообразные были разделены на три жизненные формы:

а) плотная дерновина (рис. 1 а) характерна для апокарпных мхов. Такая жизненная форма характеризуется тем, что гаметофиты покрыты густым ризоидным войлоком, который скрепляет их между собой;

б) рыхлая дерновина (рис. 1 б) отличается от плотной тем, что побеги расположены на некотором расстоянии друг от друга и не скреплены ризоидным войлоком. Также характерна для апокарпных мхов;

в) плоский ковер (рис. 1 в) является одной из разновидностей жизненной формы "ковер", среди которых различают также слоевищный и паутинистый ковры. Плоскоковровая жизненная форма присуща плеврокарпным мхам, главные и латеральные побеги которых плотно прилегают к субстрату [13].

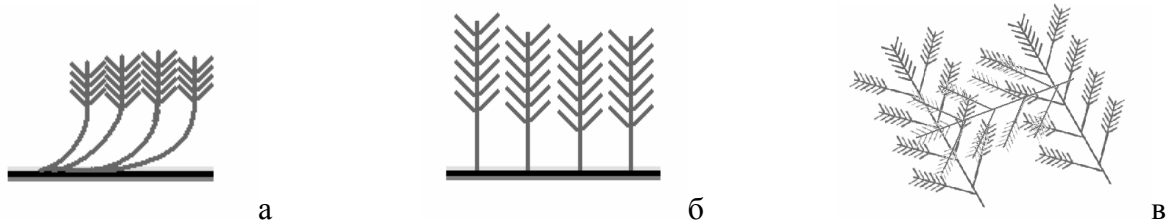


Рис. 1. Жизненные формы мхов: а – плотная дерновина, б – рыхлая дерновина, в – плоский ковер [12].

По данным М. Ф. Бойко [2], на территории степной зоны Европы (в т. ч. и юго-востока Украины) встречаются мхи одиннадцати жизненных форм. Принадлежность мохообразных изученной территории лишь к трем экобиоморфам указывает на небольшое видовое разнообразие мохообразных и на сравнительно высокую однородность техногенно трансформированных экотопов.

По результатам исследований (табл. 1) был построен спектр жизненных форм мохообразных – биоморфологический спектр (рис. 2). В нем преобладающей по количеству является группа видов мхов, образующих плотные дерновины (15 видов – 50%). Мхи плоскоковровой биоморфы представлены 10 видами (33,3%). Наименьшее количество видов (5,0-16,7%) принадлежит к рыхлодерновинной жизненной форме.

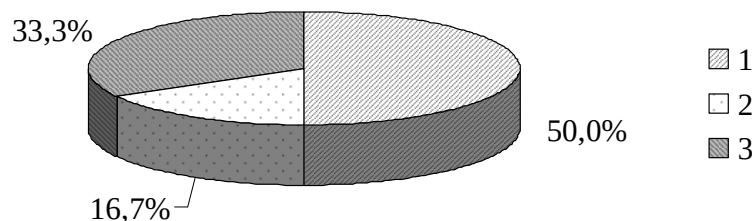


Рис. 2. Биоморфологический спектр мохообразных г. Макеевка.
Биоморфы: 1 – плотная дерновина; 2 – рыхлая дерновина; 3 – плоский ковер.

Таблица 1

Спектр экобиоморф мохообразных г. Макеевка

№ п/п	Вид мха	Экобиоморофа		
		плотная дерновина	рыхлая дерновина	плоский ковёр
1	<i>Funaria hygrometrica</i>	–	+	–
2	<i>Ceratodon purpureus</i>	+	–	–
3	<i>Ditrichum pusillum</i>	+	–	–
4	<i>Dicranella varia</i>	+	–	–
5	<i>Weisia brachypara</i>	–	+	–
6	<i>Barbula unguiculata</i>	+	–	–
7	<i>Didymodon acutus</i>	+	–	–
8	<i>Didymodon fallax</i>	+	–	–
9	<i>Phascum cuspidatum</i>	+	–	–
10	<i>Pterygoneurum ovatum</i>	+	–	–
11	<i>Syntrichia virescens</i>	–	+	–
12	<i>Orthotrichum pumilum</i>	+	–	–
13	<i>Bryum argenteum</i>	+	–	–
14	<i>Bryum caespitium</i>	+	–	–
15	<i>Bryum capillare</i>	+	–	–
16	<i>Bryum dichotomum</i>	+	–	–
17	<i>Bryum funckii</i>	+	–	–
18	<i>Bryum intermedium</i>	–	+	–
19	<i>Bryum turbinatum</i>	+	–	–
20	<i>Plagiomnium rostratum</i>	–	+	–
21	<i>Amblystegium serpens</i>	–	–	+
22	<i>Amblystegium subtile</i>	–	–	+
23	<i>Hygroamblystegium humile</i>	–	–	+
24	<i>Leptodictyum riparium</i>	–	–	+
25	<i>Leskea polycarpa</i>	–	–	+
26	<i>Brachythecium mildenum</i>	–	–	+
27	<i>Brachythecium salebrosum</i>	–	–	+
28	<i>Brachytheciastrum velutinum</i>	–	–	+
29	<i>Pylaisia polyantha</i>	–	–	+
30	<i>Homomallium incurvatum</i>	–	–	+
Количество видов		15	5	10
%		50	16,7	33,3

Примечание. "+" – наличие экобиоморфы, "–" – отсутствие экобиоморфы.

Установленный в ходе данного исследования биоморфологический спектр мохообразных является типичным для степной зоны Украины [2] и для Донецкой области в частности [4]. Бриофлора г. Макеевка является составляющей частью аридной бриофлоры степной зоны. Об этом свидетельствует значительное преобладание в биоморфологическом спектре плоскодерновинной жизненной формы, поскольку сама структура плоской дерновины (переплетение ризоидов, плотное прилегание гаметофитов друг к другу и небольшая высота дерновины) является приспособлением для поглощения и удержания влаги, дефицитной в аридных условиях [14].

Помимо общего биоморфологического спектра, были составлены спектры для каждой мониторинговой зоны (рис. 3).

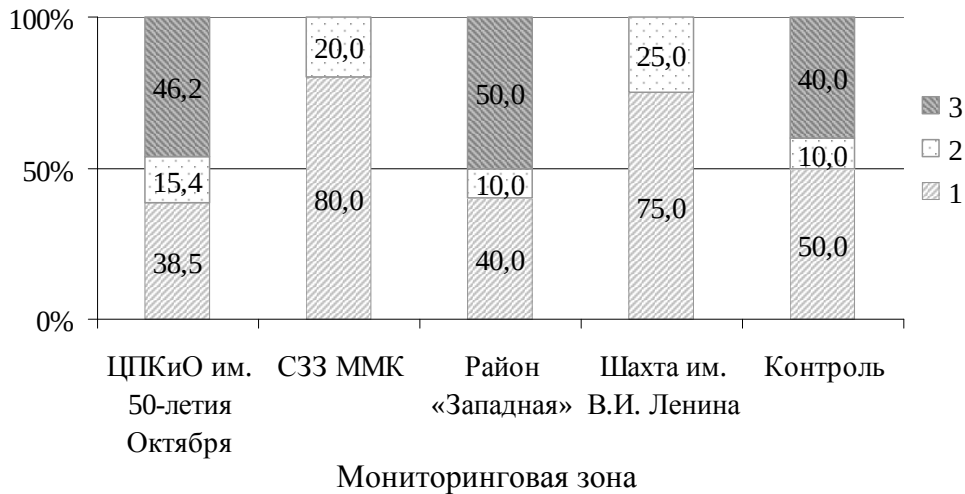


Рис. 3. Соотношение жизненных форм мхов в мониторинговых зонах г. Макеевка:
1 – плотная дерновина; 2 – рыхлая дерновина; 3 – плоский ковер.

Было установлено, что плоскоковровая жизненная форма преобладает в парковой зоне (46,2%) и в р-не "Западная" (50,0%). В остальных зонах доминирующей экобиоморфой является плотная дерновина. Наиболее выровненный биоморфологический спектр характерен для парковой зоны, р-на "Западная" и контрольной зоны, поскольку в них представлены мохообразные всех установленных жизненных форм. На территории шахты и СЗЗ ММК из биоморфологического спектра выпадает плоскоковровая жизненная форма. Очевидно, мохообразные с такой биоморфой являются наиболее уязвимыми в условиях урбанизации и загрязнения окружающей среды.

Выводы

Крайне невысокое видовое разнообразие мохообразных характеризует исследуемую территорию как зону интенсивной антропогенной трансформации, поскольку выпадение из бриофлоры отдельных видов не может быть естественным и свидетельствует о неблагоприятном сочетании различных факторов, в наибольшей степени антропогенных.

Установлено, что жизненная форма мохообразных зависит от характера субстрата, степени разреженности травянистой растительности, степени увлажнения, а также от специфических условий микроклимата исследованных зон и от величины экологической амплитуды каждого вида мха, что было отмечено рядом авторов [2, 4]. Преобладание в биоморфологическом спектре мхов плотнодерновинной жизненной формы свидетельствует о ксероморфности бриофлоры г. Макеевка. Наличие в спектре всего трех жизненных форм указывает на отсутствие благоприятных условий для формирования экологически более разнообразной бриофлоры в данном регионе. Немаловажным в формировании спектра жизненных форм в пределах исследуемой территории является и фактор интенсивной урбанизации и техногенной трансформации естественных экотопов.

Список литературы

1. Бачурина А. Ф. Печеночники и мхи Украины и смежных территорий: краткий определитель / А. Ф. Бачурина, Л. Я. Партыка. – К.: Наук. думка, 1979. – 204 с.
2. Бойко М. Ф. Анализ бриофлоры степной зоны Европы / Михаил Федосеевич Бойко. – К.: Фитосоциоцентр, 1999. – 180 с. – (Первоисточник).
3. Бойко М. Ф. Чекліст мохоподібних України / Михайло Федосійович Бойко. – Херсон: Айлант, 2008. – 232 с. – (Першотвір).
4. Глухов О. З. Бріоіндикація техногенного забруднення навколишнього середовища південного сходу України / О. З. Глухов, О. В. Машталер. – Донецьк: "Вебер" (Донецька філія), 2007. – 156 с.

5. *Земля тревоги нашей: по материалам Доклада о состоянии окружающей природной среды в Донецкой области в 2006 году* / [Под ред. С. Третьякова, Г. Аверина]. – Донецк, 2007. – 116 с.
6. *Игнатов М. С.* Флора мхов средней части европейской России. Т. 1. Sphagnaceae – Hedwigaceae / М. С. Игнатов, Е. А. Игнатова. – М.: КМК, 2003. – 608 с.
7. *Игнатов М. С.* Флора мхов средней части европейской России. Т. 2. Fontinalaceae – Amblystegiaceae / М. С. Игнатов, Е. А. Игнатова. – М.: КМК, 2004. – С. 608–994.
8. *Машталер О. В.* Біомоніторинг видами Bryophyta техногенно трансформованого середовища південного сходу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: спец. 03.00.16 "Екологія" / О. В. Машталер. – Дніпропетровськ, 2007. – 20 с.
9. *Машталер О. В.* Мохоподібні антропогенних комплексів південного сходу України / О. В. Машталер // Межведомств. сб. научн. работ "Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона". – Донецк: ДонНУ, 2005. – Вып. 5. – С. 41–48.
10. *Мельничук В. М.* Определитель листовых мхов средней полосы и юга европейской части СССР / В. М. Мельничук. – К.: Наук. думка, 1970. – 444 с.
11. *Мохоподібні українського Розточчя* / [І. С. Данилків, О. В. Лобачевська, З. І. Мамчур, М. І. Сорока]. – Львів, 2002. – 320 с.
12. *Прудникова Л. Ю.* Мхи в городской среде: экологические стратегии / Л. Ю. Прудникова // Матер. конф. молодых ученых ["Биота горных территорий: история и современное состояние"], (г. Екатеринбург, 15–19 апреля 2002 г.) – Екатеринбург, 2002. – С. 160–168.
13. *Рабик І. В.* Мохоподібні (Bryophyta) та антоцеротоподібні (Anthocerotophyta) Українського Розточчя / І. В. Рабик, І. С. Данилків // І. К. Пачоський і сучасна ботаніка. – Херсон: Айлант, 2004. – 472 с.
14. *Рагуліна М. Є.* Становлення бріофлор техногенних комплексів Волино-Поділля та Передкарпаття / М. Є. Рагуліна // Матер. III Міжнар. наук. конф. ["Відновлення порушених природних екосистем"] (м. Донецьк, 7–9 жовтня 2008 р.). – Донецьк, 2008. – С 486–488.

Машталер О. В., Задорожна Д. В. Екобіоморфний аналіз бріофлори Донецької області. – Визначено видовий склад бріофлори м. Макіївка (30 видів). Здійснено екобіоморфний аналіз зазначеної бріофлори. Виявлені життєві форми свідчать про аридні умови та значну трансформацію екотопів досліджуваної території.
Ключові слова: мохи, екобіоморфа, екотоп, техногенна трансформація.

Mashtaler A. V, Zadorozhnaya D. V. Ecobiomorphological analysis of Donetsk region bryoflora. – Species composition (30 species) of Makeyevka city's bryoflora is determined. Ecobiomorphological analysis of the given bryoflora is realized. Revealed the living forms indicate the arid conditions and significant transformation of ecotopes within the investigated territory.

Key words: mosses, ecobiomorpha, ecotope, technogenic transformation.

УДК 582.572.2 (477.62)

© М. А. Павлова¹, Л. Ю. Качур²

HYACINTHELLA AZUREA (FENZL) CHOUARD

В ДОНЕЦКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ НАН УКРАИНЫ

¹Донецкий ботанический сад НАН Украины; 83059, г. Донецк, пр. Ильича, 110
e-mail: herb@herb.dn.ua

²Донецкий национальный университет; 83050, г. Донецк, ул. Щорса, 46
e-mail: botany@dongu.donetsk.ua

Павлова М. А., Качур Л. Ю. *Hyacinthella azurea* (Fenzl) Chouard в Донецком ботаническом саду НАН Украины. – Изучены биоморфологические особенности *Hyacinthella azurea* (Fenzl) Chouard в Донбассе: морфология вегетативных и генеративных органов, сезонный ритм развития, способность к вегетативному и семенному размножению. Дана оценка успешности интродукции и определены пути использования этого вида в зеленом строительстве региона.

Ключевые слова: интродукция *Hyacinthella azurea* (Fenzl) Chouard, морфология, сезонный ритм развития, успешность интродукции.

Введение

Интродукция растений – важное направление работы многих ботанических садов, и одно из первых мест среди интродуцентов занимают декоративные многолетники. Коллекции лаборатории цветоводства Донецкого ботанического сада НАН Украины (ДБС) на протяжении многих лет служат источником обогащения ассортимента цветочно-декоративных растений для озеленения региона. Среди огромного разнообразия декоративных видов природной флоры значительное место занимают луковичные эфемероидные геофиты. Отличаясь ранними сроками цветения и неприхотливостью в культуре, они незаменимы для создания весеннего аспекта в цветниках ландшафтного типа. Интересным и декоративным растением этой группы является гиацинтик лазоревый – *Hyacinthella azurea* (Fenzl) Chouard.

Целью нашего исследования было определение перспективности *H. azurea* для цветоводства и зеленого строительства Донбасса на основе комплексного интродукционного изучения в условиях культуры.

Материал и методы исследования

H. azurea относится к семейству Hyacinthaceae порядка Amaryllidales [9]. Растет на сухих открытых склонах гор в Восточном Средиземноморье [3]. В ДБС интродуцирован в 1973 г. семенами, полученными из ботанического сада университета г. Куйбышева.

Интродукционные испытания проводили на 25 зрелых генеративных особях. Комплексное интродукционное исследование, включающее изучение морфологических особенностей, сезонного ритма развития, репродуктивную биологию, оценку успешности интродукции, а также математическую обработку данных, проводили согласно общепринятым методикам [1, 2, 4, 5, 10].

Результаты и обсуждение

В условиях культуры *H. azurea* характеризуется следующими параметрами. Луковица яйцевидная, покрыта плотной бурой кожистой чешуей, ее диаметр 1,3-2,2 см, высота – 1,8-2,2 см. Листья в количестве 2-3 (редко 4), длиной 7-15 см, шириной 0,9-1,4 см. 1-2 цветоноса высотой 7-10 см, соцветие – плотная кисть высотой 3,0-4,5 см. Цветки в количестве 30-50 ярко-голубые, колокольчато-воронковидные, диаметром 0,4 см, высотой 0,5-0,6 см. Плод – ребристая трехгнездная коробочка диаметром 0,7 см, высотой 0,6 см.

В коллекции луковичных геофитов ДБС проходит интродукционные испытания также *H. azurea* f. *alba* Hort. с белыми цветками (рис. 1). Интродуцирован одновременно с *H. azurea* также из ботанического сада Куйбышевского университета. Растения характеризуются идентичными морфометрическими параметрами и феноритмом, отличаясь только окраской цветков.



А



Б

Рис. 1. *Hyacinthella azurea* (Fenzl) Chouard (А) и *H. azurea* f. *alba* Hort. (Б) в Донецком ботаническом саду в период цветения.

По характеру фенологического развития в годичном цикле *H. azurea* относится к весеннезеленым видам ранневесеннего цветения с летним периодом относительного (ростового) покоя [8]. В целом для вида характерно очень раннее начало вегетации (январь – начало марта), через 3-6 дней отмечена фаза бутонизации, а еще через 6-12 дней – начало цветения. Рост и развитие ассимилирующих листьев происходит после отцветания, параллельно с созреванием семян. Надземное развитие характеризуется быстрым темпом, после чего надземная часть и корни засыхают и наступает период ростового покоя, в течение которого происходит закладка вегетативных и генеративных органов. Сроки наступления основных фенологических фаз сильно варьируют, их амплитуды по итогам 15-летних исследований достигают 13-78 дней (табл. 1).

Таблица 1

**Сезонный ритм развития *Hyacinthella azurea* (Fenzl) Chouard
в Донецком ботаническом саду (1994-2008 гг.)**

Фенологическая фаза	Дата		Амплитуда, количество дней
	min	max	
Начало вегетации	10.01	23.03	72
Начало бутонизации	16.01	4.04	78
Начало цветения	21.03	13.04	23
Конец цветения	15.04	28.04	13
Созревание семян	28.05	15.06	18
Окончание вегетации	28.05	10.07	43

Сезонный ритм развития этого вида в Донбассе определяется температурными факторами и режимом увлажнения. Весеннее отрастание начинается сразу после перехода температуры воздуха через 0°C. Амплитуды сроков начала вегетации, бутонизации и цветения *H. azurea* достигают 72, 78 и 23 дней. Анализ влияния различных температурных факторов на сроки наступления основных фенофаз выявил отрицательную корреляцию между сроками начала вегетации и цветения и суммой среднесуточных температур за февраль – март (коэффициенты корреляции составляют, соответственно, -0,876 и -0,928). Таким образом, чем холоднее февраль и март текущего года, тем позже начинаются вегетация и цветение *H. azurea* в Донбассе. Такая взаимосвязь обусловлена особенностями морфогенеза вида как представителя луковичных эфемероидных геофитов. Генеративный побег растения сформирован уже осенью, достигая к началу зимы поверхности почвы. Дальнейшее его развитие весной следующего года связано только с увеличением размеров и потому определяется наступлением благоприятных условий для отрастания, которые, в свою очередь, определяются сроками наступления устойчивых положительных температур. Эти сроки в Донбассе варьируют в пределах 30-35 дней (конец февраля – конец марта) – и соответственно варьируют сроки начала вегетации и цветения.

Внешними факторами, обуславливающими колебания продолжительности основных фенофаз, являются также метеорологические. Повышение среднесуточной температуры воздуха ранней весной и последующее раннее весеннее отрастание увеличивают период вегетации, а высокие температуры второй половины мая – начала июня при отсутствии осадков его существенно сокращают – от 152 дней в благоприятные годы до 108 дней при наступлении летней засухи во второй половине мая. Теплые солнечные дни, порывистый ветер сокращают период цветения до 17 дней, а понижение температуры воздуха, длительные осадки (в том числе и снегопады) увеличивают его до 24 дней. Сроки окончания вегетации определяются режимом увлажнения: при раннем наступлении летней засухи надземная часть растений засыхает уже в конце мая, при достаточном количестве осадков или поливе вегетация продолжается до начала июля. Режим увлажнения (сроки окончания летней засухи) определяет и сроки осеннего укоренения луковицы (конец августа – конец сентября).

H. azurea является вегетативно малоподвижным видом. Вегетативное размножение осуществляется путем образования дочерних луковиц в пазухах чешуй материнских. Его интенсивность достигает максимума у зрелых генеративных особей. По способу размножения вид относится к типу моноцентрических биоморф: корни, побеги, почки возобновления сконцентрированы в единственном центре, являющимся центром разрастания особи [5]. Коэффициент вегетативного размножения составляет $1,32 \pm 0,07$. Реальная семенная продуктивность зрелой генеративной особи *H. azurea* составляет $86,60 \pm 1,98$, количество семян в плоде – $3,97 \pm 0,46$, коэффициент семенификации – 22,5%. Его величина определяется метеорологическими условиями в период цветения: вид является энтомофильным, и ненастная дождливая погода, понижение температуры воздуха в период цветения, препятствуя перекрестному опылению, ее снижают. В условиях ДБС исследованный вид способен давать самосев, растения зацветают на четвертый – пятый год. За этот период растения проходят все возрастные состояния (проросток, ювенильное, имматурное, виргинильное, молодое генеративное). Переход в последующее возрастное состояние сопровождается увеличением количества запасающих чешуй луковицы (от 1 до 5-7), изменением формы листьев (от узкоцилиндрической до дефинитивной) и увеличением их количества (от 1 до 2-3), увеличением морфометрических параметров и, наконец, формированием генеративного побега. В результате развития сеянцев и появления вегетативного потомства происходит формирование интродукционной популяции *H. azurea*, представленной особями разных возрастных состояний [6, 7].

Для определения успешности интродукции *H. azurea* использовали 7-балльную шкалу для декоративных многолетников [1]. Согласно этой шкале успешность интродукции в ДБС данного вида оценена 7 баллами, так как, обладая высокой устойчивостью к местным

климатическим условиям, он способен к самостоятельному расселению. *H. azurea* f. *alba* отличается более низким коэффициентом семенификации ($32,42 \pm 2,12$), вследствие чего оценка успешности интродукции этой формы составила 6 баллов.

H. azurea очень декоративен и неприхотлив и может быть рекомендован для использования в ландшафтном озеленении для создания весеннего аспекта в парках, скверах, рокариях – как на освещенных участках, так и в тени или группами на фоне газона. Наличие летнего периода покоя вызывает необходимость использовать это растение в сочетании с другими видами. Это могут быть деревья, вечнозеленые и листопадные кустарники, декоративные многолетники и однолетники. *H. azurea* хорошо сочетается с почвопокровными низкими многолетниками, например, *Sedum album* L. Очень декоративны группы из ярко-голубого *H. azurea* с одновременно цветущими белым *Galanthus plicatus* Bieb. и ярко-желтым *Crocus angustifolius* Weston., в монотипных группах более декоративны экспозиции, включающие несколько растений белой формы гиацинтника лазоревого.

Выводы

Регулярное цветение и плодоношение, способность давать самосев, формирование интродукционной популяции в процессе онтогенеза, высокая устойчивость к местным климатическим условиям позволяют считать данный вид успешно интродуцированным в Донбасс и рекомендовать его для расширения ассортимента весеннецветущих многолетников в озеленении региона.

Список литературы

1. Баканова В. В. Цветочно-декоративные многолетники открытого грунта / В. В. Баканова. – К.: Наук. думка, 1984. – 155 с.
2. Вайнагий И. В. О методике изучения семенной продуктивности растений / И. В. Вайнагий // Ботан. журнал. – 1974. – Т. 59, № 6. – С. 826–831.
3. Декоративные травянистые растения для открытого грунта СССР. В 2 т. – Л.: Наука, 1977. – Т. 2. – С. 110.
4. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. – М.: Б. и., 1975. – 136 с.
5. Критерии выделения возрастных состояний и особенности хода онтогенеза у растений различных биоморф / О. В. Смирнова, Л. Б. Заугольнова, Н. А. Торопова, Л. Д. Фаников // Ценопопуляции растений (основные понятия и структура). – М.: Наука, 1976. – С. 14–43.
6. Остапко В. М., Хархота А. И. Интродукционная популяция как объект исследования / В. М. Остапко, А. И. Хархота // Интродукция и акклиматизация растений. – 1995. – Вып. 22. – С. 9–13.
7. Павлова М. А. Онтогенез *Hyacinthella azurea* (Fenzl) Chouard в условиях культуры на юго-востоке Украины / М. А. Павлова // Промышленная ботаника. – 2003. – Вып. 3. – С. 166–170.
8. Павлова М. А. Особенности сезонного ритма развития эфемероидных луковичных геофитов, интродуцированных в условия промышленного Донбасса / М. А. Павлова // Мат. IV Міжнар. наук. конф. "Промислова ботаніка: стан та перспективи розвитку" (м. Донецьк, 17–19 вересня 2003 р.). – Донецьк: ТОВ "Лебідь", 2003. – С. 282–284.
9. Тахтаджян А. Л. Система магнолиофитов / А. Л. Тахтаджян. – Л.: Наука, 1987. – 440 с.
10. Удольская Н. Л. Введение в биометрию / Н. Л. Удольская. – Алма-Ата: Наука, 1976. – 83 с.

Павлова М. О., Качур Л. Ю. *Hyacinthella azurea* (Fenzl) Chouard у Донецькому ботанічному саду НАН України. – Вивчено біоморфологічні особливості *Hyacinthella azurea* (Fenzl) Chouard у Донбасі: морфологія вегетативних та генеративних органів, сезонний ритм розвитку, здатність до вегетативного та насінневого розмноження. Дано оцінку успішності інтродукції та визначені напрямки використання цього виду в зеленому будівництві регіону.

Ключові слова: інтродукція, *Hyacinthella azurea* (Fenzl) Chouard, морфологія, сезонний ритм розвитку, успішність інтродукції.

Pavlova M. A., Kachur L.Yu. *Hyacinthella azurea* (Fenzl) Chouard at the Donetsk botanical gardens Nat. Acad. Sci. of Ukraine. – Biomorphologic peculiarities of *Hyacinthella azurea* (Fenzl) Chouard have studied at the Donbass: morphology of vegetative and generative organs, seasonal development rhythm, capacity to vegetative and seed propagation. Assessment of introduction successfulness is given and the ways of using this species in greenery planting of the region have been determined.

Key words: introduction, *Hyacinthella azurea* (Fenzl) Chouard, morphology, seasonal development rhythm, introduction successfulness.

UDC 502.72:581.9:504.73 (477.60)

© A. I. Safonov, V. V. Bandurko

DEMOGRAPHIC ANALYSIS OF THE SPECIES OF GENUS *STIPA* L. IN THE REGIONAL LANDSCAPE PARK "KLEBAN-BYK"

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

e-mail: slava_bandurko@mail.ru, andrey_safonov@mail.ru

Safonov A. I., Bandurko V. V. Demographic analysis of the species of genus *Stipa* L. in the regional landscape park "Kleban-Byk". – As a result of the inventory on the territory of the RLP "Kleban-Byk" 13 species of *Stipa* L. were determined. Most species of genus *Stipa* growing on the territory of the RLP "Kleban-Byk" had regressive populations or tended to regression and low level of individual renewal. If special measures are not taken, *Stipa* in the RLP's phytocenoses will reduce considerably.

Key words: *Stipa*, monitoring, reintroduction, econiches.

Introduction

Steppe type of vegetation in Ukrainian is regarded as priority protected units as it recovers very slowly when superficial layer of soil is disturbed and it quickly reduces its territories under anthropogenic pressure.

Scientific knowledge of functioning of *Stipa* L. steppes of Donbass (the most ecologically tense and urbanized region of Europe), that are characterized by floristic, biomorphological, ecological and phytocenotic richness, is significant provided there is an overall analysis based on botanic and ecological complex approach. On the steppe territories of Donbass there are 112 rare species of plants. Among them 14 are listed in The Red Book of Ukraine, 6 are on The European Red List, 23 are protected according to resolutions of regional Councils, 24 are rare species of the Donetsk basin. *Stipa* steppes number 395 species prospective for economy. Among them 288 species are decorative, 155 – are fodder crops, 123 species are officinal, 104 – are phyto-land-improvement species, and also eatables, that's why it's very important to preserve phytocenofund of the territory under analysis [4]. The species of genus *Stipa* are edipicators, often being dominants and indicators of steppe ecosystems, systems of disturbed vegetable cover and evaluation of anthropogenic pressure level onto natural systems. They play an integral role in normal functioning of the unique fertile steppes of Donbass, so study and preservation of different species of genus *Stipa* are of great scientific and practical importance.

Monitoring of biosystems of populational level is an important component of complex ecological monitoring. Plants populations have some peculiarities that determine their high diagnostic value as monitoring objects. When studying plants associations the state of functionally significant subsystems can be determined, and the tasks of natural territorial complex optimization are achieved by regulating its vegetable components.

It's very important to use the following groups of plants as objects of populational monitoring: 1) edipicators, that mostly form the environment of a phytocenotic field; 2) officinal, ornamental and industrial plants, as indicators of the state of plant resources; 3) rare species of plants, various species of genus *Stipa* L. being their representatives [4]. In our case the objects belong to the first and the third group.

Populational monitoring can be conducted on local, regional and zone levels [3].

Extent of monitoring realization determines its further spatial organization. For the given work it's expedient to conduct local monitoring. Such monitoring embraces small territories and usually doesn't go out of the limits of one botanical and geographic area. Such observation allows to reveal basic laws of biosystems functioning and to work out protection activities and rules of ecologically grounded nature use [3], which is theoretically based for practical analysis and introduction of activities on the territory of the RLP "Kleban-Byk".

One of the necessary conditions of protection of biodiversity of plants genetic fund is introduction *ex situ* rare and disappearing species of plants for their further reintroduction in disturbed natural ecosystems. Steppe plants became disappearing quite recently, but the areas of their natural growing reduced quickly enough under the impact of anthropogenic factors. That's

why preservation and reproduction of these plants in artificial conditions is gaining immediate significance [6].

Reintroduction of plants nowadays is a contemporary method of preservation *ex situ* that enables to preserve genetic fund of natural flora and to renew natural plants cover.

Thus, *Stipa* plays a priority role in Ukrainian steppes being prospective for overall ecological and botanical analysis and, undoubtedly, needs control and applying activities on renewal of natural populations that are being considerably transformed in conditions of anthropotechnogenesis.

Thus, aim of our scientific project is to find out mechanisms and strategies of survival of rare species on the basis of inventory and demographical analysis of the species of genus *Stipa* L.; to work out and to apply a complex of activities for preservation and renewal of steppe plots of the RLP "Kleban-Byk" and adjacent territories.

Materials and methods

The research was conducted on the territory of the RLP "Kleban-Byk" (Kostyantynivskiy district of the Donetsk region in Ukraine).

As the species of genus *Stipa* L. are in The Red Book of Ukraine, the research was conducted at the same areas with minimal removal of individuals from the population. For description of the researched areas a card-protocol of the environment description was used [2]. The overall territory of the experimental areas made 103 m².

To evaluate the state of *Stipa* on the territory of steppe areas of the RLP "Kleban-Byk" we conducted the following research:

- determining biometric indices of plants;
- determining projecting cover of plants;
- abundance evaluation by O. Drude's scale;
- determining age structure of populations;
- reintroduction methods.

Results and discussion

As the result of the research aiming at investigation of the list of species of *Stipa* populations, we identified 13 species of *Stipa* L. in the central area of the RLP: *Stipa capillata* L., *Stipa anomala* P. Smirn (*S. pennata* subsp. *sabulosa* Pacz Tzvel.), *Stipa dasyphylla* Czern., *Stipa pennata* L. (*S. joannis* Celak.), *Stipa grafiana* Stev. (*Stipa pulcherrima* C. Koeh), *Stipa disjuncta* Klok, *Stipa borystenica* Klok., *Stipa ucrainica* P. Smirn., *Stipa lessingiana* Trin et Rupt, *Stipa asperella* Klok., *Stipa tirsia* Stev., *Stipa maeotica* Klok et Ossycznjuk, *Stipa zaleskii* Wilensky. All the enumerated species of genus *Stipa* are in The Red Book of Ukraine, and *S. anomala* and *S. zaleskii* are also on The European Red List. Three species are endemics: *S. pulcherrima* is a endemic, *S. borystenica* is an endemic, *S. ucrainica* is an endemic of the south of the European part [5]. *S. anomala* and *S. zaleskii* are also in The International Red Book (IUNP) [1].

According to the system of vital forms classification suggested by L. G. Ramenskiy, the herbaceous biocenoses we analyzed lack such climatomorphs as fanerophytes. It's only in the spectrum of stepants that nanofanerophytes occur, presented by bushes of 0,5 to 2,0 meters high, mostly of genera *Caragana* and *Spirea*. This system became popular after ideas of r- and K-selection and strategies got quite popular, and in connection with the classification of vital strategies of plants, presented by an English scientist J. Grime.

We ascertained that the species of genus *Stipa* L. are regarded as violent, according to their strategy. Individuals of different ages can differ according to their strategies, so the term "violent" can be used only as related to grown-up individuals. This statement meets our research as regards the fact that juvenile individuals of the species of genus *Stipa* L. are patients. Moreover, the higher their patientness and ability to survive in the conditions of resources limitation, the higher overall violentness of the species. It's worth noticing that for patients realized niches are formed under the influence of violent, as, for example, in our research niches for juvenile individuals of the species

of genus *Stipa* L. were formed under the influence of generative individuals (*S. lessingiana*, *S. dasyphylla*).

The so-called r- strategy is connected with high significance of biotic potential of a population, while K- strategy is directed to survival increase (which is particularly important in the conditions of tough competition). For the analyzed populations of the species of genus *Stipa* L. in the RLP "Kleban-Byk" the both types of strategies are characteristic, depending on the parameters of ecological factors of basic places of growing, for instance, for *Stipa capillata* L.

In cenotic and morphological structure of the analyzed areas megathermophytes and heliophytes prevail. At the narrow local background the most significant structure-forming ecological factors for plants are soil fertility and moistening, so we paid them more attention during initial ecological analysis of the plant cover of the RLP "Kleban-Byk".

We discovered that each type in an association is able to change its positions in the limits of amplitude of ecological factors depending on its ontogenesis and peculiarities of cenotically conditioned functioning.

We determined that species of *Stipa* are able to change cardinal points of factors value in multidimensional space of a niche against the background of its ontogenesis and dynamics of conditions. It's especially true for the conditions of increased anthropogenic pressure: direct – trampling down and indirect – changes of chemical-toxicological balance. The species of *Stipa* survive on the verge of the lowest and the highest thresholds (critical points) of their existence according to all the factors and resources.

The lowest threshold in this case is soil humidity and mineral balance, the highest – temperature factor and light. We consider that it would be very useful to subsequently analyze phytocenotic barriers for separate species of genus *Stipa*.

Parameters of ecological factors (EF) of basic types of places of growing were studied using unified scales of ecological amplitudes of synphytoindication. Average score of gradient of the environment was determined for the overall complex of phytocomponents of a cenosis.

Appropriateness of distribution of climatic factors parameters along one axis was exposed by gradient analysis. We observed a clear ecotopic differentiation of ecospaces ("ordination fields") of steppe agglomerative associations, formed on chernozems. To find out character and role of ecofactors changeability related to structure genesis and representation of self-development processes and some functional peculiarities of associations we used ordination of different-age states of stationary areas in the system of coordinates of the mentioned factors. We determined that fluctuation corridors on the ordination field of ecofactors of humidity and thermal conditions turned out to be very close.

Having conducted a two-factor dispersion analysis we stated that according to the number of vegetative stems all the presented species had no considerable difference between juvenile and sinil individuals. *Stipa dasyphylla*, *Stipa maeotica*, *Stipa disjuncta*, *Stipa ucrainica*, *Stipa lessingiana*, *Stipa anomala* don't differ in individuals at the stages j, g3 and SS. Individuals of *Stipa maeotica* that were at the stages g1, g2, g3 didn't differ according to the number of generative stems from g1 of *Stipa disjuncta*, *Stipa ucrainica*, *Stipa Lessingiana*. Besides, plants of *Stipa maeotica*, *Stipa lessingiana*, *Stipa disjuncta*, *Stipa dasyphylla* didn't considerably differ according to the number of generative stems SS.

According to the number of inflorescences individuals of all the species that were at generative stage almost didn't differ. But there's a considerable difference between them and sinil and virginal stages as inflorescences don't appear at the stages of ontogenesis.

Studying *Stipa* populations and factors that have negative effects on them we discovered the following facts. Comparing projecting cover of plants on the areas where *Caragana frutex* (L.) Koch and areas free from it or areas with insignificant number of it, we stated that projecting cover of different species of genus *Stipa* reduced with the growth of projecting cover of *Caragana frutex* (L.) Koch. Historically these plants should not compete, but taking into consideration the weakened state of *Stipa* populations, we can conclude that *Caragana* ousts species of genus *Stipa* from occupied biotopes, which leads to disturbances on the phytocenotic level.

With 52% of projecting cover being covered by *Caragana*, *Stipa* falls out of phytocenosis. It was found that the most sensitive to *Caragana*'s influence were the following species: *S. grafiana*, *S. lessingiana*, *S. ucrainica*. Thus, in 2007 projecting cover of *Caragana* on the areas with these species was as high as 50%, while projecting cover of *Stipa* made up less than 1%. In 2008 projecting cover of *Caragana* on these areas increased up to 55%, and *S. grafiana*, *S. lessingiana*, *S. ucrainica* fell out of phytocenosis, in accordance with our prognostication. Level of abundance of the majority of the species of genus *Stipa*, according to O. Drude's scale, was determined by the score cop1. Usually the role of such plants in forming an areas' appearance is not really significant, but the species of genus *Stipa* can influence the look of vegetation considerably, especially during fruiting.

Researching age spectra of the species of genus *Stipa* we determined that populations of all the species of *Stipa* are incomplete according to their age structure and are characterized by domination of generative individuals. It is also determined that age spectra of all the populations with moderate pasture maximum of individuals are generative (over 53%) that proves accumulation of individuals in these populations, which is related to high life duration of individuals in this period of ontogenesis. Populations with moderate pasture also lack individuals of young part of spectrum.

Fluctuation of age spectrum changes in model populations are presented in diagram (fig. 1).

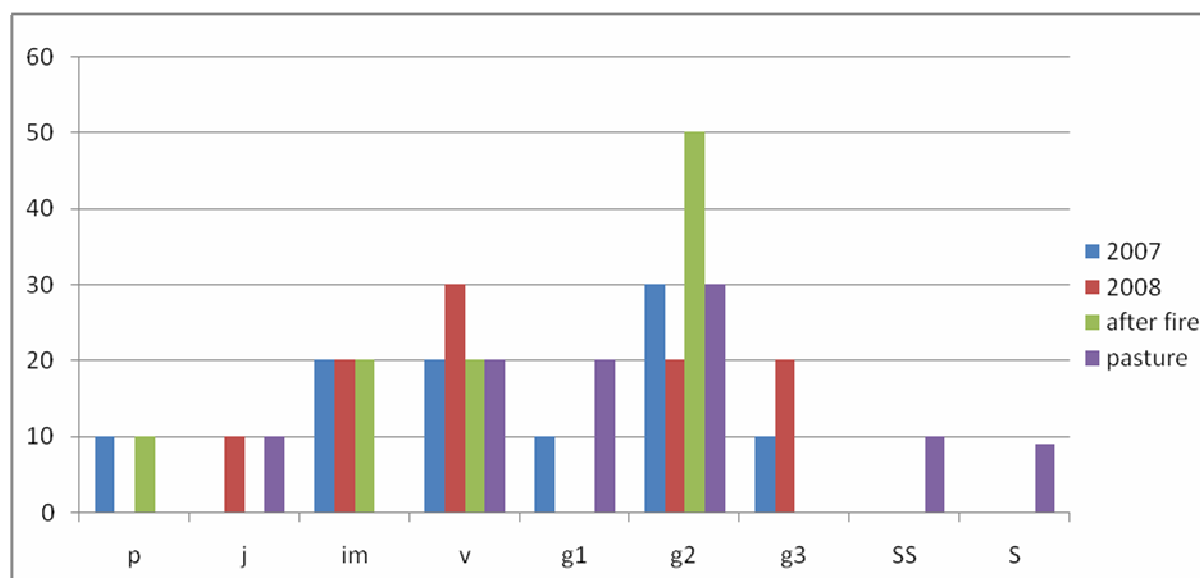


Fig. 1. Fluctuation of age spectrum changes in populations of *Stipa capillata* L.

We have stated that in the conditions of anthropogenic pressure considerable territories contain groups that are at different stages of degradation, where the experimental species of *Stipa* are being excluded by those of little value or disappear. In the cases when anthropogenic impact causes disappearance of these species from vegetable groups, there is a necessity of their reintroduction.

One of the conditions of choosing the place for the research work was availability of territories with thin vegetable cover at the moment of plants transplantation, which would ensure a further possibility of their seed reproduction.

Experimental data prove that the researched species of plants are violents according to their strategy, and they play a considerable role in cenoses, having cenotic status of dominants (mostly) or subdominants. As regards to moisture, most of them are xerophytes, mesoxerophytes (*Stipa dasyphylla*, *Stipa pennata*, *Stipa borystenica*) or euxerophytes (*Stipa lessingiana*, *Stipa zalesskii*), as regards to light – heliophytes. The overwhelming majority of the researched species are presented by not numerous isolated populations that take small areas (compared to potentially possible). Generative reproduction plays an important role in self-support of these species populations. The

majority of the populations are characterized by incompleteness of age spectra. Such populations lack separate age groups, more often pre- and post generative individuals. Incompleteness of separate populations are related mostly to anthropogenic factors. Some natural populations of certain species (*S. borystenica*, *S. ucrainica*, *S. tirsia*, *S. grafiana*, *S. anomala*) need purposeful improvement by way of reintroduction.

By the results of active and passive monitoring of the state of populations we have made up a working scheme-project of activities as for preservation and renewal of steppe areas of the RLP.

Conclusion

1. As a result of the inventory on the territory of the RLP "Kleban-Byk" 13 species of *Stipa* were determined. This is indicative of high floristic representation of the territory as for this species and it grounds the research and realization of the general aim of the scientific work.

2. In the course of the research it was stated that the age state of the populations is not satisfactory and demands reintroduction measures. In cases when anthropogenic impact leads to disappearance of these species from the complex of vegetable groups, there is need of their reintroduction, its successfulness having been proved for *S. dasyphylla* and *S. capillata*.

3. It was proved that by decreasing the number of *Caragana* and vegetable steppe bedding as well as by balanced recreational tension it's possible to improve the state of populations of *Stipa* and to preserve their number in the RLP "Kleban-Byk".

4. It was stated that *S. borystenica*, *S. ucrainica*, *S. tirsia* are under the most threat of disappearing from steppe ecosystems. *S. grafiana*, *S. anomala* are threatened to a great extent, too. *S. dasyphylla*, *S. capillata* and, probably, *S. maeotica* must become dominant.

References

1. Глухов О. З. Реінтродукція раритетних видів флори на південному сході України [монографія] / О. З. Глухов, В. В. Птиця; Донецький ботанічний сад НАН України. – Донецьк: Вебер, 2008. – 180 с. – *Бібліограф. в порядк. прим.*
2. Дідух Я. П. Популяційна екологія. Інститут ботаніки ім. Н. Г. Холодного НАН України. – К.: Фітосоціоцентр, 1998. – 192 с.
3. Злобин Ю. А. Структура фитопопуляций // Успехи современной биологии. – 1996. – Т. 116, № 2. – С. 133–144. – *Библиогр.: с. 144.*
4. Кондратюк Е. Н. Ковыльные степи Донбасса / Е. Н. Кондратюк, Т. Т. Чуприна; Донецкий ботанический сад НАН Украины. – К.: Наук. думка, 1992. – 172 с. – *Библиогр.: с. 162–169.*
5. Резніков В. С. Ковила вздовж води. Нариси літопису природи РЛП "Клебан-Бик". – Луганськ: Навчальна книга, 2005. – 380 с. – *Бібліограф. в порядк. прим.*
6. Rossi G., Bonomi C. A review of plant reintroduction practice // Botanical research: N. Y. – 2004. – № 4. – P. 90–110.

Сафонов А. И., Бандурко В. В. Демографический анализ видов рода *Stipa* L. на территории регионального ландшафтного парка "Клебан-Бык". – В результате инвентаризационных работ на территории РЛП "Клебан-Бык" было определено 13 видов ковылей. Большинство видов рода *Stipa* L. имели регрессивные популяции или тенденцию к регрессивности и снижений уровень возобновления особей; если не принять специальные меры, то видовое разнообразие ковылей в фитоценозах РЛП уменьшится.

Ключевые слова: *Stipa*, мониторинг, реинтродукция, экониши.

Сафонов А. І., Бандурко В. В. Демографічний аналіз видів роду *Stipa* L. на території регіонального ландшафтного парку "Клебан-Бик". – У результаті інвентаризаційних робіт на території РЛП "Клебан-Бик" було визначено 13 видів ковил. Більшість видів роду *Stipa* L., що зростають на території РЛП "Клебан-Бик", мали регресивні популяції або тенденцію до регресивності й знижений рівень відновлення особин; якщо не вжити спеціальних заходів, то ковили у фитоценозах РЛП значно зменшаться.

Ключові слова: *Stipa*, моніторинг, реінтродукція, екониші.

УДК 623:111.5

А. Н. Сумская, Л. М. Осипова
БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЛИСТВЕННИЦЫ ЕВРОПЕЙСКОЙ
В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ

Донецкий национальный университет; 83050, г. Донецк, ул. Щорса, 46
e-mail: botany@dongu.donetsk.ua

Сумская А. Н., Осипова Л. М. Биологические особенности лиственницы европейской в городских условиях. – В работе анализируется влияние комплексного воздействия поллютантов на анатомическое строение лиственницы европейской, произрастающей около крупных автомагистралей г. Донецка.

Ключевые слова: листовая подушка, кора, перидерма, колленхима ксилема, флоэма, сердцевинные лучи.

Введение

Проблема загрязнения окружающей среды – одна из глобальных проблем современности. В Донецке атмосферу загрязняет пыль, состоящая главным образом из различных соединений тяжелых металлов, сернистого газа, окислов азота, окиси углерода, фенолов, ароматических аминов, гетероциклических соединений, полициклических ароматических углеводородов [1].

В значительной степени на загрязнение воздуха в городах влияют отработанные газы автотранспорта. На долю выхлопных газов в загрязнении воздушной среды города приходится от 38 до 42% всех загрязняющих веществ. Основными токсическими компонентами отработанных газов является оксид углерода, оксиды азота, несгоревшие углеводороды, диоксид серы, сажа, соединения свинца, полициклические ароматические углеводороды, бензопирен [2].

В настоящее время установлено, что под действием поллютантов у растений изменяются феноритмы, рост, форма кроны, листовых пластинок, строение генеративных органов, форма и фертильность пыльцы, строение семян, плодов, их всхожесть, меняется анатомическое строение, физиологические и биохимические реакции [3-7].

Несмотря на большое количество работ по влиянию поллютантов на анатомо-морфологическую и физиолого-биохимическую изменчивость растений, анатомические перестройки в растениях, используемых для озеленения промышленных городов, еще находятся на стадии изучения.

В настоящее время ассортимент растений, используемый для озеленения промышленных городов, с каждым годом расширяется. В зеленом строительстве голосеменные растения ценятся как породы, которые имеют высокую декоративность и санитарно-гигиенические свойства. Одним из таких растений является лиственница европейская, высокодекоративная, быстрорастущая, засухо- и морозостойкая порода, малотребовательная к почвенным условиям.

В связи с этим нами проведено изучение анатомических изменений лиственницы европейской, произрастающей вблизи крупных магистралей, которые можно использовать в качестве экспресс-метода для биоиндикации степени загрязнения окружающей среды.

Материал и методы исследования

Объектом исследования является лиственница европейская, высокодекоративная, быстрорастущая порода, малотребовательная к богатству почвы и увлажнению. Она не повреждается заморозками и не страдает от солнечных ожогов.

Для изучения брались растения, произрастающие вдоль крупных автомобильных трасс, так как в этих местах растения подвергаются комплексному воздействию вредных веществ.

Нами было заложено три мониторинговых зоны, на каждой из которых произрастает более 10 растений. Первая зона (проспект Мира), где растения растут на расстоянии 12 м от автомагистрали, II зона (бульвар Пушкина) – 14,5 м, III зона – растения произрастают на территории Донецкого ботанического сада НАН Украины на расстоянии 35 м от автомагистрали.

В ходе исследования определение количества оседающей на хвое пыли и степень загрязнения воздуха отработанными газами автотранспорта проводилось по общепринятым методикам [8]. Изучение анатомических особенностей опытных растений проводили на временных препаратах, замеры делали МОВ-15, для определения истинных размеров использовался объект-микрометр [9]. Статистическая обработка проводилась по общепринятым методикам. Коэффициент вариации вычислялся по программе Stat Graf. Степень варьирования признаков определялась по шкале уровней изменчивости коэффициента вариации, для характеристики изменчивости признаков были использованы лимиты ($X_{min} - X_{max}$).

Результаты исследования

В ходе исследования были изучены степень загрязнения почвы и воздуха. Для определения токсичности почв в местах проведения исследования была использована методика, разработанная учеными Казанского университета. Токсичность почвы определялась по степени развития проростков пшеницы, высаженных на почве, взятой с опытных участков. Для контроля почва взята в Краснолиманском лесу. Полученные результаты показали, что на почвах, взятых в мониторинговых зонах, по сравнению с контролем, растения развиваются хуже (табл. 1).

Таблица 1

Параметры проростков пшеницы

№ мониторинговой зоны	Длина проростков, см	t_{st}	Длина корня, см	t_{st}
I	$11,82 \pm 0,42$	0,75	$9,0 \pm 0,39$	6,95
II	$12,63 \pm 0,31$	5,15	$8,97 \pm 0,33$	7,79
III	$12,64 \pm 0,31$	5,13	$9,24 \pm 0,34$	7,09
контроль	$15,70 \pm 0,51$		$12,40 \pm 0,29$	

Примечание. $n = 300$, $t_{st, 0,95} = 1,96$.

Так как при изучении почв было установлено, что почвы всех опытных участков загрязнены, то в дальнейшем мы не использовали контроль, а проводили сравнение между мониторинговыми зонами. Нами также было определено количество пыли, оседающей на хвое опытных растений, установлено, что наибольшее количество пыли обнаружено на хвое растений I мониторинговой зоны (табл. 2).

Таблица 2

Количество пыли, оседающей на хвое лиственницы

№ мониторинговой зоны	Количество пыли на хвое, г		
	$M \pm m$	Max	Min
I	$0,483 \pm 0,086$	0,62	0,33
II	$0,371 \pm 0,077$	0,51	0,26
III	$0,295 \pm 0,076$	0,46	0,22

Примечание. $n = 20$.

Таблица 3

Сравнительная оценка количества пыли, оседающей на хвое растений различных опытных участков

Вариант опыта	t_{st} (количество пыли на хвое), г	$t_{st, 0,95}$
I – II	2,94	2,1
I – III	6,12	
II – III	0,47	

При определении t_{st} результаты показали, что, путём сравнения количества пыли на хвое I и II мониторинговых зон, а также I и III, нами выявлены достоверные различия.

Таким образом, I мониторинговая зона является наиболее загрязненной, а самый чистый – третий опытный участок, расположенный на территории Донецкого ботсада.

Также определена степень загрязнения воздуха выхлопными газами по концентрации СО в опытных участках (табл. 4).

Таблица 4

Загрязнение воздуха отработанными газами

Вариант опыта	Концентрация СО, мг/м ³	ПДК СО, мг/м ³
I	8,74 ± 0,26	5
II	2,35 ± 0,11	
III	3,84 ± 0,17	

В результате определения загрязнения воздуха выхлопными газами машин установлено, что концентрация СО в I мониторинговой зоне в 8.00 превышает ПДК на 4,45 мг/м³, в 13.00 – на 2,79 мг/м³, а в 18.00 – на 9,98 мг/м³.

На II и III участках концентрация СО не превышает ПДК.

В ходе исследования был изучен годичный прирост лиственницы. Установлено, что наибольший прирост имеют растения, произрастающие в Донецком ботсаду, наименьший – на проспекте Мира (табл. 5).

Таблица 5

Параметры побегов опытных растений

№ мониторинговой зоны	Длина побегов, см			Диаметр побегов, см		
	M ± m	Max	Min	M ± m	Max	Min
I	17,9 ± 0,45	20,12	15,24	1,08 ± 0,01	1,10	1,03
II	21,20 ± 0,65	24,71	17,42	1,23 ± 0,01	1,08	0,98
III	29,41 ± 0,63	32,43	26,45	1,41 ± 0,06	1,072	1,10

Примечание. n = 30.

Таблица 6

Статистическая оценка параметров побегов лиственницы европейской

Вариант опыта	t_{st} (длина), см	t_{st} (диаметр), см	$t_{st, 0,95}$
I – II	4,1	4,8	2,1
I – III	14,9	5,5	
II – III	9,1	3	

Результаты расчетов t_{st} показали, что между длиной и диаметром однолетних побегов растений из различных мониторинговых зон существует достоверное различие. Установлено, что токсические вещества, содержащиеся в выхлопных газах автомобилей, отрицательно влияют на апикальную меристему побега и камбий.

В ходе исследования было изучено влияние поллютантов на анатомическое строение лиственницы обыкновенной.

Установлено, что однолетние стебли хвойных растений имеют лопастные очертания поперечных сечений. Лопасты, называемые листовыми подушками, представляют собой сросшиеся со стеблем основания листьев. Под эпидермой находится гиподерма, обычно состоящая из толстостенных одревесневших клеток. Глубже расположена рыхлая хлорофиллоносная паренхима листовых подушек, постепенно переходящая в паренхиму первичной коры стебля, в которой, как в листовых подушках, могут быть смоляные ходы.

На поперечних разрезах сердцевина имеет округлое, многоугольное или звёздчатое очертания. Типичная сердцевина состоит из паренхимных клеток, обычно рыхло связанных и имеющих неодревесневающие оболочки. У многих в лубе нет волокон и склереед, а ксилема состоит из трахейд и почти не имеет либриформа.

Малая мощность колец прироста у деревьев высоких широт и высот над уровнем моря зависит не только от наследственных особенностей пород, но и от климатических условий.

В молодой части луба все клетки живые, содержат протоплазму с крупными ядрами.

Образование корки и отделение её от поверхности органа начинается у разных растений в различном возрасте. Корка не только защищает в большей мере, нежели перидерма, стволы и ветви от потери воды испарением, от перегрева, вымерзания, от резких температурных колебаний, от проникновения паразитов, но и предохраняет от ожогов солнечными лучами.

Изучение анатомических особенностей однолетних побегов показало, что параметры тканей стебля в трёх мониторинговых зонах имеют достоверно различные показатели. Так, ширина эпидермы во всех мониторинговых зонах не отличается и составляет 0,01 мм. Наше исследование показало, что у опытных растений имеются различия в размерах гиподермы: в I мониторинговой зоне – $0,08 \pm 0,003$ мм, во II – $0,03 \pm 0,004$ мм, в III – $0,03 \pm 0,003$ мм. Ширина гиподермы тем толще, чем загрязнённой зона, что наблюдается в I мониторинговой зоне. Ширина хлоренхимы коры в I мониторинговой зоне – $0,046 \pm 0,01$ мм, во II – $0,073 \pm 0,02$ мм, в III – $0,046 \pm 0,011$ мм. На развитие хлоренхимы степень загрязнения окружающей среды не влияет. Наиболее достоверные различия отмечены в коре: I участок – $0,136 \pm 0,04$ мм, II – $0,113 \pm 0,021$ мм, III – $0,086 \pm 0,013$ мм.

Проведенное исследование однолетних побегов лиственницы европейской показало, что пластинчатая колленхима в I зоне состоит из 3 рядов, во II и III зонах – из 2 рядов. Количество рядов колленхимы свидетельствует о том, что чем более загрязнена окружающая среда, тем больше формируется рядов колленхимы, что наблюдается в I зоне.

Изучение листовых подушек стеблей показало, что наибольшие по длине листовые подушки имеют растения I мониторинговой зоны – $0,36 \pm 0,004$ мм, а наименьшие – II зоны – $0,18 \pm 0,001$ мм. Ширина листовых подушек в I и II зонах составляет $0,50 \pm 0,003$ мм, а в III – $0,37 \pm 0,004$ мм. Клетки листовых подушек также отличаются по длине и ширине. Их длина варьирует от $0,08 \pm 0,001$ мм до $0,15 \pm 0,006$ мм. Ширина варьирует от $0,04 \pm 0,01$ мм до $0,07 \pm 0,002$ мм (табл. 8). На параметры листовых подушек оказывают влияние загрязнения окружающей среды. Изучение ксилемы показало, что наиболее развита ксилема у растений I зоны – $0,15 \pm 0,006$ мм, а менее развита – в III мониторинговой зоне – $0,10 \pm 0,007$ мм. Ширина флоэмы в I зоне – $0,025 \pm 0,002$ мм, во II – $0,050 \pm 0,002$ мм, в III – $0,050 \pm 0,004$ мм. Наши опыты показали, что степень развития ксилемы прямо пропорциональна загрязнению среды. Флоэма в опытах развита тем лучше, чем чище окружающая среда. Серцевина более развита у растений II и III мониторинговых зон ($0,20$ мм), а менее развита – в I зоне и составляет $0,12 \pm 0,068$ мм. Чем лучше развита сердцевина, тем чище окружающая среда (табл. 9).

У опытных растений изучалась длина и ширина сердцевинных лучей. По длине они варьируют от $0,100 \pm 0,003$ мм (в III зоне) до $0,130 \pm 0,009$ мм (во II зоне), по ширине варьируют от $0,012$ мм до $0,015$ мм.

Также были изучены смоляные ходы. Их диаметр на I участке $0,011 \pm 0,0025$ мм, на II – $0,011 \pm 0,0028$ мм, на III – $0,019 \pm 0,0017$ мм (см. табл. 9).

Таким образом, проведенные опыты показали, что в качестве индикатора загрязнения окружающей среды может быть использована степень развития гиподермы и листовых подушек.

При подсчете t_{st} данные показали, что сравнивая ширину гиподермы, ксилемы, флоэмы, длину и ширину листовых подушек в I-II и I-III зонах обнаружены достоверные отличия.

Таким образом, поллютанты выхлопных газов приводят к количественным изменениям лиственницы на анатомическом уровне.

Таблица 7

Анатомические особенности коры опытных растений, мм

№ мониторин- говой зоны	Эпидер- ма	Гипо- дерма	Хлорен- хима	Кора	Кол-во рядов пластин- чатой коллен- химы, шт	Листовые подушки		Клетки листовых подушек	
						длина	длина	ширина	ширина
I	0,01±0,002	0,08±0,003	0,046±0,01	0,136±0,04	3	0,36±0,004	0,15±0,006	0,07±0,002	0,50±0,003
II	0,01±0,003	0,03±0,004	0,073±0,02	0,113±0,02	2	0,18±0,001	0,09±0,002	0,04±0,001	0,50±0,003
III	0,01±0,002	0,03±0,003	0,046±0,01	0,086±0,01	2	0,27±0,001	0,08±0,001	0,04±0,001	0,37±0,004

Примечание. n = 5.

Таблица 8

Влияние антропогенных факторов на развитие тканей центрального цилиндра, мм

№ мониторинговой зоны	Флоэма	Ксилема	Сердцевина	Сердцевинные лучи		Диаметр смоляных ходов
				длина	ширина	
I	0,025±0,002	0,15±0,006	1,12±0,068	0,108±0,004	0,012±0,003	0,011±0,0025
II	0,050±0,002	0,14±0,009	0,20±0,017	0,130±0,009	0,015±0,003	0,011±0,0028
III	0,050±0,004	0,10±0,007	0,20±0,010	0,100±0,003	0,015±0,006	0,019±0,0017

Примечание. n = 5.

Таблица 9

**Статистическая оценка влияния токсических веществ на анатомическое строение
однолетних побегов, мм**

Вариант	t _{st} (эпидерма)	t _{st} (гиподерма)	t _{st} (хлоренхима)	t _{st} (кора)	t _{st} (листовая подушка)		t _{st} (клетки листовой подушки)		t _{st} (ксилема)	t _{st} (флоэма)	t _{st} (сердцевина)	t _{st} (сердцев. лучи)		t _{st} (смол. ходов)	t _{st 0,95}
					длина	ширина	длина	ширина				длина	ширина		
I – II	—	10	1,2	0,5	4,5	—	10	15	1	12,5	1,1	2,4	0,75	—	3,19
I – III	—	10	—	1,25	22,5	26	11,6	15	5,5	6,25	1,3	1,6	0,5	4	3,19
II – III	—	—	1,2	1,12	9,0	26	5	—	4	—	—	3	—	0,3	3,19

Выводы

1. Изучение анатомического строения стеблей ливенницы европейской показало, что влиянием комплексного воздействия поллютантов антропогенного происхождения у растений формируются количественные изменения на тканевом уровне.

2. Полученные результаты показали, что степень развития гиподермы и листовых подушек может служить экспресс-методом при биоиндикации степени загрязнения окружающей среды.

Список литературы

1. Кондратюк Е. Н. Промышленная ботаника / Е. Н. Кондратюк, В. П. Тарабрин, В. И. Бакланов, А. И. Хархота. – К.: Наук. думка, 1980. – 260 с.
2. Экология города: Учебник / Под. ред. Ф. В. Стальберга. – К.: Либра, 2000. – 464 с.
3. Влияние загрязнений воздуха на растительность / Под ред. Х. Г. Десслера; пер. с нем. / С. Бёртиту, Х. Эндерляйн, Ф. Энгманн и др. – М.: Лесная пром-сть, 1981. – 184 с.
4. Илькун Г. М. Физиолого-биохимические нарушения в растениях, вызываемые атмосферными загрязнителями, и промышленная среда / Г. М. Илькун, В. В. Мотрук. – К.: Наук. думка, 1968. – С.75–88.
5. Коршиков И. И. Адаптация растений к условиям техногенного загрязнения среды / И. И. Коршиков. – К.: Наук. думка, 1996. – 272 с.
6. Артамонов В. И. Растения и чистота природной среды / В. И. Артамонов. – М.: Наука, 1989. – 172 с.
7. Николаевский В. С. Биологические основы газоустойчивости растений / В. С. Николаевский. – Новосибирск: Наука, 1979. – 155 с.
8. Федорова А. И., Никольская А. Н. Практикум по экологии и охране окружающей среды: Учеб. пособие / А. И. Федорова, А. Н. Никольская. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1997. – 304 с.
9. Паушева З. П. Практикум по цитологии растений / З. П. Паушева. – М.: Колос, 1980. – 304 с.

Сумська А. М., Осіпова Л. М. Біологічні особливості модрини європейської в міських умовах. – У роботі аналізується вплив комплексної дії полутантів на анатомічну будову модрини європейської, що росте біля великих автомагістралей м. Донецька.

Ключові слова: листова подушка, кора, перидерма, коленхіма ксилема, флоема, серцевинні промені.

Sumskaja A. N., Osipova L. M. Biological features of European larch in urban conditions. – The purpose of presented work was to analyze the influence of complex effect of pollutants on an anatomic structure of European larch, growing near large highways of Donetsk city.

Key words: bag of leaf, cortex, periderm, collenchyme, floem, rays of core.

УДК 01.06–04В1.293

© О. М. Шевчук¹, Л. М. Осипова², А. Н. Сумская²

ВИДОВОЙ СОСТАВ МНОГОКОМПОНЕНТНОГО АГРОФИТОЦЕНОЗА

¹Донецкий ботанический сад НАН Украины; 83059, г. Донецк, пр. Ильича, 110
e-mail: herb@herb.dn.ua

²Донецкий национальный университет; 83050, г. Донецк, ул. Щорса, 46
e-mail: botany@dongu.donetsk.ua

Шевчук О. М., Осипова Л. М., Сумская А. Н. Видовой состав многокомпонентного агрофитоценоза.

– В результате экспериментальных исследований был изучен и описан видовой состав многовидовых кормовых агрофитоценозов на примере ООО "Россия", созданных по технологии Донецкого ботанического сада НАН Украины. Для определения видового разнообразия использовали метод, предложенный Р. Уиттекером.

Ключевые слова: структурно-функциональная организация, многовидовой кормовой агрофитоценоз, видовой состав.

Введение

Травяные фитоценозы играют существенную роль своеобразного ресурса биосферы. Они имеют важное хозяйственное значение – это кормовые угодья, далеко не использованный запас ценных кормовых, лекарственных, декоративных растений. Травяные фитоценозы выполняют защитную и возобновительную роль при ветровой и водной эрозиях. Уменьшение площади естественных травяных фитоценозов в Украине и особенно в степях на ее юго-востоке привело к значительным экологическим нарушениям, а бессистемное использование остатков этих растительных группировок, которые в последнее время выполняли роль сенокосов и пастбищ, значительно упростило их структурно-функциональную организацию, снизило устойчивость и производительность, усилило эрозийные процессы почв. Поэтому восстановление травяных ценозов на юго-востоке Украины, где степи почти полностью распаханы, является важным и актуальным.

Опыт создания многолетних, многовидовых травостоев показал, что долговечность и стойкость видового состава зависит от соответствия видов растений экологическим условиям, от межвидовых взаимоотношений, которые определяются фитоценотическими свойствами видов и лимитируют присутствие видов в группировках, и от структуры растительной группировки [2, 5]. Распределение видов в искусственных растительных группировках должно быть таким, чтобы снять или уменьшить между ними конкурентную борьбу за существование [3, 4]. Создание многолетних экономически выгодных травяных ценозов разрешит не только избежать ряд экологических проблем, но и использовать их с хозяйственной целью для получения более дешевых и экологически чистых кормов, если к их составу привлекать районированные сорта и высокопроизводительные интродуценты как местной, так и инорайонных флор, отбор которых систематически проводят в ботанических садах Украины.

В связи с этим целью данной работы является анализ динамики видового состава агрофитоценозов (на примере землепользования ООО "Россия"), созданных по технологии Донецкого ботанического сада НАН Украины.

Для выявления видового состава фитоценозов дважды в год (перед покосом и осенью) были заложены серии (8-10 в каждом агрофитоценозе) пробных площадей размером 10×10 м.

Материал и методы исследования

Объектами исследования были многокомпонентные кормовые агрофитоценозы на территории ООО "Россия" Волновахского района Донецкой области. Изучались кормовые агрофитоценозы на стадии искусственного ценоза, многовидовые кормовые агрофитоценозы на стадии полуприродного ценоза (умеренное использование, интенсивное пастбищное использование, интенсивное сенокосное использование). Проводилось сравнение с природными фитоценозами на ковыльной стадии (умеренный выпас) пастбищной дигрессии, типчаковой стадии (сильного сбоя) пастбищной дигрессии.

Результаты и обсуждение

Видовой состав многокомпонентных кормовых агрофитоценозов. Метод коренного улучшения природных пастбищ заключается в полном уничтожении природного травостоя и формировании нового сеяного. В результате коренного улучшения образуются многокомпонентные агрофитоценозы со сложной структурно-функциональной организацией.

При применении предложенного метода коренного улучшения пастбищ образуются агрофитоценозы, в которых доминируют виды-культигены, то есть сеяные виды. С 1992 г. проводится детальное геоботаническое и флористическое изучение многокомпонентных кормовых агрофитоценозов, в которых доминируют сеяные виды. Виды-культигены представлены районизируемыми сортами и интродуцированными видами: *Agropyron pectinatum* (M. Bieb.) Beauv. 'Donetsky Schirokokolosy', *Arrhenatherum elatius* (L.) J. & C. Presl. 'Poltavsky 521', *Bromopsis erecta* (Huds.) Fourr. 'Krasnodarsky 8', *B. inermis* (Leyss.) Holub 'Dneprovsky', *Dactylis glomerata* L. 'Neva', *Elytrigia intermedia* (Host.) Nevski, *Festuca arundinacea* Schref. 'Baltica', *Lolium perenne* L. 'Luninsky', *L. multiflorum* Lam. 'Warne', *Phleum pratense* L. 'DBS 1', *Medicago sativa* L. 'Veselopodolyanskaya 11', *Melilotus albus* Medik. 'Medik.', *Onobrychis viciifolia* Scop., *Trifolium pratense* L. 'Skif 1'. Свою доминирующую позицию эти виды сохраняют в течение длительного (15-20 лет) периода существования агрофитоценоза. В течение существования агрофитоценозов в них проникают виды-сорняки и появляются виды степного разнотравья: *Sonchus arvensis* L., *Lapulla squarrosa* (Retz.) Dumort., *Berteroa incana* (L.) DC, *Artemisia repens* Pall, ex Willd., *Ajuga pseudochia* Schost., *Poterium polygamum* Waldst. & Kit., *Linaria maeotica* Klok., *Plantago lanceolata* L., *Bromopsis riparia* (Rehm.) Holub, *Euphorbia stepposa* Zoz и др.

В агрофитоценозах 13 и 14 лет существования доминантами остаются виды-культигены. Самую заметную роль согласно проективному покрытию и частоте встречаемости отображает *Festuca arundinacea*. Среди природных видов чаще всего встречаются *Elytrigia repens*, *Festuca valesiaca* Gaudin, *Phleum phleoides* (L.) H. Karst, *Koeleria cristata* (L.) Pers., *Bromus japonicus* Thunb., *Poa compressa* L., *P. angustifolia* L. и др. Достаточно хорошо представлено степное разнотравье: виды родов *Artemisia repens*, *A. marshalliana* Spreng., *Salvia tesquicola* Klovov et Pobed., *S. nutans* L., *Plantago lanceolata*, *Ajuga pseudochia*, *Veronica sclerophylla* Dubovik, *Trinia mitticaulis* Schischk. и др.

Полученные результаты относительно динамики видового состава культурированной фракции, фракции видов сорняков и природной фракции, многокомпонентных агрофитоценозов, которые образуются при коренном улучшении низкопродуктивных кормовых угодий, а также изменении отношений между видами в зависимости от возраста ценоза, дали возможность построить сукцессионный ряд искусственных агрофитоценозов. Он состоит из трех стадий: начальная стадия посева: все свободные ниши заняты видами-бурьянами, взаимоотношения между видами всех фракций простые; стадия искусственного ценоза: доминирующую роль играют культурированные виды, взаимоотношения между видами усложняются; стадия полуприродного агрофитоценоза: виды степного разнотравья начинают играть заметную роль в ценозе, взаимоотношения между видами приближаются к природным.

Нами исследовались агроценозы на различных стадиях развития. Многовидовые кормовые агрофитоценозы на стадии полуприродного ценоза – умеренное использование, Донецкая обл., Волноватский р-н, "Лысая гора". Тип местности – яружно-балочный, почвы – черноземы на лесах с выходами каменистых пород. Многолетний кормовой агрофитоценоз (полуприродный). Доминируют виды-культигены *Bromopsis erecta* 'Krasnodarsky 8', *Dactylis glomerata* 'Neva', *Elytrigia intermedia* (Host) Nevski, *Festuca arundinacea* 'Baltica', *Phleum pratense* 'DBS 1'. Однако в этих ценозах значительно растет роль степных злаков *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Poa angustifolia* L., *Poa compressa* L., появляются новые степные виды: *Festuca valesiaca* Gaudin, *Goniolimon tataricum* (L.) Boiss., *Gypsophila paniculata* L., *Helichrysum arenarium* (L.) Moench, *Hieracium virosum* Pall., *Hypericum elegans* Stephan ex

Willd., *Koeleria ctistata* (L.) Pers., *Medicago romanica* Prodan, *Plantago urvillei* Opiz и др. Всего отмечено 60 видов. Видовая значимость – 19 видов на 1 м².

Многокомпонентные кормовые агрофитоценозы на стадии искусственного ценоза. Донецкая обл., Волновахский р-н, с. Затишье "Мануиловка". Тип местности – яружно-балочный. Почвы – черноземы. Многокомпонентный кормовой агрофитоценоз с участием лекарственных растений. Год создания – 1993. Хозяйственное использование – сенокосное (2 раза за вегетационный период). Доминируют виды-культигены: *Arrhenatherum elatius* 'Poltavsky 521', *Dactylis glomerata* 'Neva', *Elytrigia intermedia* (Host) Nevski, *Festuca arundinacea* 'Baltica'. Общее количество видов – 63. Видовая значимость – 16 видов на 1 м².

Многовидовые кормовые агрофитоценозы на стадии полуприродного ценоза – интенсивное пастбищное использование. Донецкая обл., Волновахский р-н, с. Златоустивка. Тип местности – яружно-балочный. Почвы – черноземы. Многокомпонентный кормовой агрофитоценоз. Год создания – 1987. Хозяйственное использование – интенсивное пастбищное (выпас и прогонка коней). В травостое достаточно часто встречаются виды-культигены: *Bromopsis inermis*, *Festuca regaliana*, *Festuca rubra* (обильность сорп). Однако доминирующая позиция принадлежит видам *Poa angustifolia*, *Elytrigia repens*, *Polygonum aviculare*, *Allysum desertorum*. Общее количество видов – 41. Видовая значимость – 20 видов на 1 м². Полученные данные свидетельствуют, что интенсивное пастбищное использование многовидовых кормовых агрофитоценозов приводит к замене доминантов на типичные степные. Однако, на наш взгляд, такие фитоценозы нуждаются в поверхностном улучшении с целью возобновления хозяйственной ценности.

Многовидовые кормовые агрофитоценозы на стадии полуприродного ценоза – интенсивное сенокосное использование. Донецкая обл., Марьинский р-н, с. Березовое. Многокомпонентный кормовой агрофитоценоз. Тип местности – яружно-балочный. Год создания – 1990. В травостое *Arrhenatherum elatius*, *Bromopsis inermis*, *Dactylis glomerata*. Всего отмечено 58 видов, видовая значимость – 15 видов на 1 м².

Выводы

1. С целью восстановления антропогенно-истощенных, эродированных, выведенных из сельскохозяйственного использования земель в условиях засушливых степей сотрудниками ДБС была разработана технология создания многокомпонентных травяных фитоценозов с использованием интродуцированных видов и районированных сортов кормовых растений.

2. Многокомпонентные кормовые агрофитоценозы были созданы по технологии Донецкого ботанического сада в пределах землепользования агропромышленного предприятия ООО "Россия", расположенного на границе Донецкой и Приазовской возвышенностей.

3. Детальное геоботаническое исследование многокомпонентных агрофитоценозов позволило установить флористический состав этой фракции, которая насчитывает 116 видов из 81 рода и 26 семейств. Ведущими в составе этой фракции являются 10 семейств: Asteraceae, Lamiaceae, Brassicaceae, Fabaceae, Apiaceae, Caryophyllaceae, Boraginaceae, Scrophulariaceae, Rosaceae, Plantaginaceae.

4. Исследование многовидовых кормовых агрофитоценозов на стадии искусственного ценоза, на стадии полуприродного ценоза сравнительно с природными фитоценозами на ковыльной стадии пастбищной дигрессии, типчаковой стадии пастбищной дигрессии позволило установить на стадии искусственного ценоза общее количество видов – 63, видовая значимость – 16 видов на 1 м² на стадии полуприродного ценоза. Умеренный выпас, интенсивный выпас и интенсивный сенокос, общее количество видов и видовая значимость, соответственно, составили: 60 видов, 19 видов на 1 м²; 41 вид, 20 видов на 1 м²; 58 видов, 15 видов на 1 м².

Список литературы

1. *Быков Б. А.* Геоботаника / Б. А. Быков. – Алма-Ата: Наука, 1975. – 268 с.
2. *Кондратюк Е. Н.* Продуктивность степных сообществ Луганского государственного заповедника АН УССР / Е. Н. Кондратюк, Т. Т. Чуприна // Интродукция и акклиматизация растений. – 1986. – Вып. 5. – С. 4–8.
3. *Куркин К. А.* Системное конструирование луговых травосмесей / К. А. Куркин // Бюл. МОИП. – М.: Изд-во Моск. ун-та. – 1983. – Т. 88, вып. 4. – С. 3–14.
4. *Рахтиенко И. Н.* Экспериментальные исследования взаимоотношений растений в фитоценозах / И. Н. Рахтиенко / Эколого-физиологические основы взаимоотношений растений в фитоценозах. – Минск: Наука и техника, 1976. – С. 5–22.
5. *Шарашова В. С.* Конструирование травяных сообществ на структурно-динамической основе / В. С. Шарашова // Тез. докл. Межд. научн. конф. "Травянистые экосистемы Евразии". – Краснодар, 1994. – С. 87.
6. *Шевчук О. М.* Динаміка складу та взаємовідносин вищих рослин у кормових агрофітоценозах / О. М. Шевчук, И. Т. Юрченко // Промышленная ботаника. – 2002. – Вып. 2. – С. 56–63.

Шевчук О. М., Осипова Л. М., Сумська А. М. Видовий склад багатокomпонентних агрофітоценозів. – У результаті експериментальних досліджень був вивчений і описаний видовий склад багатовидових кормових агрофітоценозів на прикладі ТОВ "Росія", створених за технологією Донецького ботанічного саду НАН України. Для визначення видової різноманітності використано метод, запропонований Р. Уїттекером.

Ключові слова: структурно-функціональна організація, багатовидовий кормовий агрофітоценоз, видовий склад.

Shevchuk O. M., Osipova L. M., Sumskaja A. N. Specific composition of multi component agrarian vegetable association. – As a result of experimental researches was studied and described specific composition of multispecific forage agrarian vegetable associations on the example of LTD "Russia", created on technology of Donetsk Botanical Garden of NAS of Ukraine.

Key words: structurally-function organization, multispecific forage agrarian vegetable association, specific composition.

ФАУНА, ЕКОЛОГІЯ Й ОХОРОНА ТВАРИННОГО СВІТУ
ФАУНА, ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ЖИВОТНОГО МИРА
FAUNA, ECOLOGY AND PROTECTION OF THE ANIMAL KINGDOM

УДК.576.895.121

© Л. Д. Агаркова², Е. Н. Маслодудова¹, А. Е. Рязанцева¹, Г. Г. Нагорнюк²,
Е. В. Коноплянко², Н. В. Крикунова²

**ЗАРАЖЕННОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ ДОНЕЦКОЙ ОБЛАСТИ ГЕЛЬМИНТОЗАМИ И
ИХ ПРОФИЛАКТИКА**

¹Донецкий национальный университет; 83050, г. Донецк, ул. Щорса, 46
e-mail: zool@dongu.donetsk.ua

²Донецкая областная санитарно-эпидемиологическая станция;
83015, г. Донецк, ул. Любавина, 3; e-mail: donoblises@ukr.net

Агаркова Л. Д., Маслодудова Е. Н., Рязанцева А. Е., Нагорнюк Г. Г., Коноплянко Е. В., Крикунова Н. В.
Зараженность населения Донецкой области гельминтозами и их профилактика. – Рассмотрена ситуация по заражению населения гельминтозами в Донецкой области. Приведены статистические данные за 2006-2008 гг. по распространению гельминтозов. У обследованных в клинических лабораториях выявлены цестоды *T. saginatus*, *T. solium*, *E. nana*, *E. granulosus*, *D. latum*. В 2006 г. – 39 случаев заражения цестодами, в 2007 г. – 27 случаев, в 2008 г. – 37 случаев. Уровень заболеваемости нематодами (энтеробиоз, аскаридоз, трихоцефалез, дифилляриоз, трихостронгилоидоз, анкилостомидоз, стронгилоидоз) жителей крупных городов Донецка, Мариуполя, Краматорска, Горловки выше, чем в городах со средней численностью населения и в сельской местности. Анализируются причины распространения паразитозов, предлагается комплекс профилактических мероприятий. Обращается внимание санитарных служб, областных и городских властей на важность и необходимость организации проведения общественных профилактических мероприятий.

Ключевые слова: паразитоз, гельминтозы, цестодозы, нематодозы, инвазии, санитарно-профилактические мероприятия.

Введение

Несмотря на то, что в настоящее время для медицины большее значение имеют онкологические, сердечно-сосудистые и респираторные заболевания, паразитарные и зоонозные болезни продолжают оставаться серьезной медицинской проблемой. Причины этого кроются в ускоренной эволюции возбудителей, переносчиков, резервуарных хозяев и биогеоценозов в целом, в первую очередь под действием комплекса антропогенных экологических факторов. Хозяйственная деятельность человека в ряде случаев приводит к созданию новых комплексов условий, являющихся более благоприятными для существования очагов зоонозных заболеваний по сравнению с естественной природой даже в условиях урбанизации [3].

В связи с усилением миграционной волны населения распространились и кулинарные традиции азиатских стран, Китая, Кореи. Многие блюда готовят из сырой и полусырой рыбы (суши), ракообразных, кальмаров. Участились случаи регистрации заражения рыбы (сельди, камбалы) анизакидами (рыбья аскарида). Зараженность людей анизакидами имеет стойкую тенденцию к росту [10].

В Украине встречается около 30 видов гельминтов, опасных для человека, которые относятся к трем классам: нематод, цестод, трематод [1, 2, 9, 12]. Так, по данным Центральной санитарно-эпидемиологической станции Министерства здравоохранения Украины, в 2007 г. были зарегистрированы случаи инвазий 21 видом гельминтов, в 2008 г. – 19 видами. Общая зараженность гельминтозами в 2007 г. составила 523,35 на 100 тыс. населения (244 662 случаев), в 2008 г. – 486,66 на 100 тыс. населения (224 800 случаев). Из числа выявленных гельминтозов – более 77% у детей до 14 лет [4, 5].

Проблемой для Украины являются прежде всего гельминтозы, вызванные нематодами: энтеробиоз, аскаридоз, трихоцефалез. Так, в Украине в 2007 г. было зарегистрировано 243146 случаев инвазии 9-ю видами нематод, в 2008 г. – 223250 случаев инвазии. Не менее распространенными являются представители класса цестод. В 2007 г. отмечено 534 случая инвазии 7-ю видами цестод, в 2008 г. – 698 случаев инвазии 6-ю видами [4, 5]. Количество

случаев инвазий представителями этого класса хоть и невелико, но тяжесть течения заболеваний, вызванных цестодами, должна настораживать.

Донецкая область характеризуется как регион с высокой степенью урбанизации, густонаселенный, где плотность населения составляет 173 человека/км². В условиях промышленного региона приоритетными негативными для здоровья населения являются факторы риска в образе жизни (некачественное питание, плохие материально-бытовые условия, вредные условия работы, вредные привычки и др.), а также факторы окружающей среды. Широкое использование необеззараженных нечистот, сточных вод и их осадков для удобрения почвы приводит к ее обсеменению яйцами гельминтов, что способствует заболеванию людей [10, 13].

Характерным признаком для всех гельминтов, обеспечивающим выживание вида, является высокая плодовитость (до 250 тысяч яиц в сутки). Способы распространения гельминтов различны и зависят от особенностей биологии их развития. Для каждого гельминта характерны строго определенные морфологические и биологические свойства и жизненный цикл.

Результаты и обсуждение

Согласно проанализированным данным санитарно-эпидемиологических служб Донецкой области за период 2006-2008 гг. в паразитологических и клинико-диагностических лабораториях санитарно-эпидемиологических станций и больниц на гельминтозы было проведено 1 900 107 копрологических исследований (с использованием методов Фюллеборна, Калантаряна и пр.), из которых с позитивным результатом – 3 290 исследований (0,17%); 1 754 958 исследований методом перианально-ректального соскоба, из них с позитивным результатом – 38 670 исследований (2,2%). Серологические методы исследований не использовались [6-8]. С использованием вышеперечисленных методов лабораторной диагностики на гельминтозы всего было обследовано 2 014 616 человек, из них выявлено инвазированных – 36 690 (1,82%), в том числе цестодами – 103 (0,28% от общего числа инвазированных) [14-16]. Кроме того, для установления источников инвазии, путей и факторов передачи ежегодно в Донецкой области проводится около 100 тыс. санитарно-гельминтологических исследований объектов окружающей среды (почвы, воды, овощей, ила, смывы с предметов окружающей среды на яйца геогельминтов и остриц).

В 2006-2008 гг. наметилась тенденция к снижению общей инвазированности гельминтами (табл. 1).

Таблица 1

Общая инвазированность гельминтами населения Донецкой области за 2006-2008 гг.

Годы	Общая инвазированность	Показатель на 100 тыс. населения	Процент инвазированных среди обследованного населения	Процент инвазированности среди всего населения
2006	13891	358,9	2,06	0,3
2007	12006	315,5	1,84	0,26
2008	10793	292,0	1,61	0,23

Среди паразитов у населения Донецкой области выявлены представители цестод (Cestodea) – цепни (бычий, свиной, карликовый), эхинококк, широкий лентец и др. Общим для всех видов этого класса является то, что яйца или членики выделяются во внешнюю среду с калом, а членики цепня бычьего могут, кроме того, активно выползать из кишечника дефинитивного хозяина. Поэтому первая фаза механизма передачи оказывается для всех цестод одинаковой. А во второй фазе каждый из этих цестод развивается по-разному. Развитие лентеца широкого происходит при участии трех хозяев; свиной и бычий цепни, эхинококк и другие развиваются в организме двух хозяев. Среди цестод только карликовый

цепень развивается без смены хозяина, т.к. человек является вначале промежуточным, а затем окончательным хозяином. Такой способ развития паразита обуславливает высокую интенсивность заражения хозяина, так как происходит самозаражение (аутоинвазия). А во внешнюю среду выделяются уже инвазионные яйца этого гельминта.

В Донецкой области количество выявленных цестодозов в 2008 г. (37 случаев) по сравнению с 2006 г. меньше на 2 случая (2006 г. – 39 случаев) и больше на 10 случаев по сравнению с 2007 г. (2007 г. – 27 случаев).

В 2008 г. отмечается тенденция к снижению зараженности по дифиллоботриозу: в 2006 г. – 12 случаев, в 2007 г. – 4, в 2008 г. – 3 случая. Зараженность эхинококкозом составила в 2006 г. – 3 случая, в 2007 г. – 5, в 2008 г. – 1 случай.

Количество случаев тениаринхоза в 2008 г. (13 случаев) выросло по сравнению с 2006 г. в 2,5 раза (в 2006 г. – 5 случаев) и в 4 раза по сравнению с 2007 г. (в 2007 г. – 3 случая).

Также наметилась тенденция к росту по гименолепидозу, вызванному крысиным цепнем: так в 2006 г. эта инвазия не регистрировалась вообще, в 2007 г. был зарегистрирован один случай, а в 2008 г. – 4 случая.

В отношении гименолепидоза карликового в 2008 г. ситуация относительно стабильна по сравнению с 2007 г. (в 2007 г. – 14, а в 2008 г. – 15 случаев), а по сравнению с 2006 г. – на 4 случая меньше (в 2006 г. – 19 случаев).

Инвазированность цестодами детей до 14 лет составила: в 2006 г. – 30,7% (12 случаев), в 2007 г. – 25,92% (7 случаев) и в 2008 г. – 18,91% (7 случаев), что говорит о снижении детской инвазированности цестодами (табл. 2; рис. 1).

Таблица 2

Зараженность населения Донецкой области цестодами в 2006-2008 гг.

Наименование гельминтоза	Количество случаев среди всего населения			В т.ч. количество случаев среди детей 0-14 лет		
	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.
Гименолепидоз карликовый	19	14	15	7	6	6
Гименолепидоз крысиный	-	1	4	-	1	1
Тениаринхоз	5	3	13	2	-	-
Тениоз	-	-	1	-	-	-
Эхинококкоз	3	5	1	-	-	-
Дифиллоботриоз	12	4	3	3	-	-
Всего	39	27	37	12 (30,76%)	7 (25,92%)	7 (18,91%)

В 2006 г. было выявлено 4 вида цестод, вызвавших заболевания у населения области (карликовый цепень, бычий цепень, лентец широкий, эхинококк). В 2007 г. этот перечень увеличился на 1 представителя: был выявлен случай инвазированности крысиным цепнем у ребенка до 14 лет. В 2008 г. были выявлены случаи инвазии пятью выше названными видами цестод и, кроме того, обнаружен свиной цепень у женщины 72 лет. Таким образом, за 3 года список возбудителей цестодозов расширился с 4 до 6 видов.

Распространению цестод способствуют низкий санитарно-культурный уровень населения, слабая осведомленность о путях передачи гельминтов. Подтверждением тому является продажа мяса, не прошедшего санитарный контроль, на стихийных рынках, во дворах домов, на обочинах междугородних автотрасс. Особенно это касается распространения эхинококкоза, цистицеркоза и тениоза.

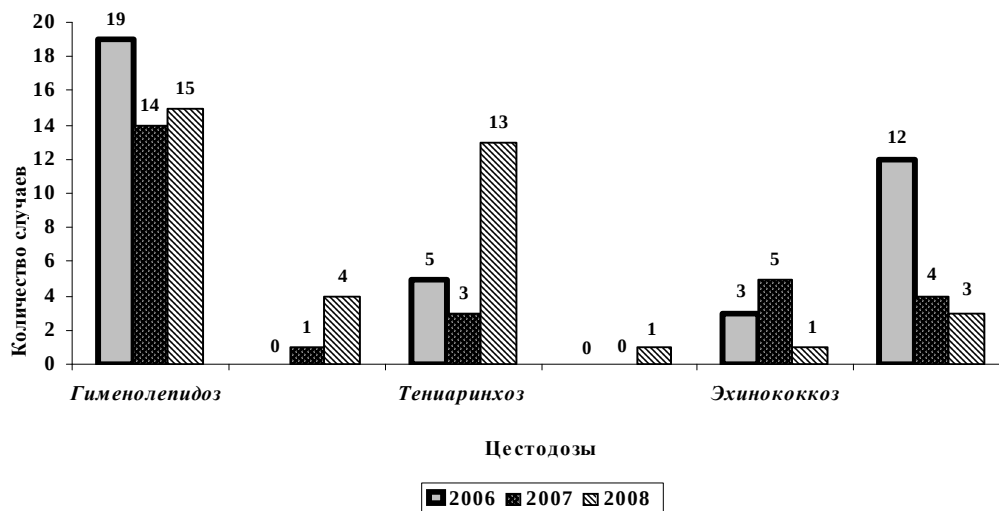


Рис. 1. Зараженность населения Донецкой области цестодами в 2006-2008 гг.

По результатам лабораторной диагностики, встречаемость цестод среди населения Донецкой области невелика. Однако следует предположить, что действительный показатель зараженности населения цестодами значительно выше по причине несвоевременного обращения больных, наличии скрытых форм инвазированности. Часто человек даже не знает о том, что он инвазирован.

Борьба с тениидозами должна включать комплекс согласованных медицинских и ветеринарных мероприятий, направленных на профилактику и оздоровление окончательного хозяина – человека и профилирование промежуточного хозяина – свиньи, обезвреживание цистицеркозных мясопродуктов; выявление и лечение больных, периодическое обследование работающих в животноводстве для выявления и дегельминтизации; благоустройство туалетов, охрана окружающей среды от загрязнения фекалиями человека; санитарно-просветительная работа среди населения (проведение бесед, вывешивание информационных бюллетеней в наиболее часто посещаемых заведениях).

Личная профилактика предусматривает не употреблять в пищу плохо проваренное или прожаренное мяса, не прошедшее санитарную экспертизу.

В 2008 г. в общей заболеваемости гельминтозами (10 793 больных) нематодозы составляют 99,6% (10 753 случая), из которых 89% – дети. В 2006-2007 гг. нематодозы составляли 99,7% в структуре общей заболеваемости.

В 2006-2008 гг. у населения Донецкой области были выявлены нематоды: *Enterobius vermicularis* (L., 1758; Leach, 1853) – возбудитель контактного гельминтоза, *Ascaris lumbricoides* (L., 1758), *Trichocephalus trichiurus* (L., 1771; Blanchard, 1895), *Trichostrongylus colubriformes* (Giles, 1892; Ranson, 1911), *Ancylostoma duodenale* (Dubini, 1843; Creplin, 1845), *Strongyloides stercoralis* (Bavay, 1876; Stiles et Nassall, 1902) – возбудители геогельминтозов, *Dirofilaria repens* (Railliet et Henri, 1911) – возбудитель биогельминтоза (табл. 3).

Таблица 3

Заболеваемость нематодозами населения Донецкой области в 2006-2008 гг.

Наименование гельминтоза	всего случаев			в т.ч. у детей 0-14 лет		
	абс. число (на 100 тыс. нас.)			абс. число (на 100 тыс. нас.)		
	2008 г.	2007 г.	2006 г.	2008 г.	2007 г.	2006 г.
Энтеробиоз	9827 (220,9)	11069 (240,6)	12869 (279,6)	8981 (1622,3)	10115 (1796,6)	11749 (2058,1)
Аскаридоз	868 (19,4)	861 (18,7)	922 (20,0)	581 (104,9)	573 (101,7)	619 (107,0)
Трихоцефалез	44 (0,9)	32 (0,7)	48 (1,04)	9 (1,6)	9 (1,6)	13 (2,2)
Дирофиляриоз	8 (0,18)	6 (0,13)	4 (0,08)	1 (0,18)	1 (0,17)	1 (0,17)
Трихостронгилидоз	6 (0,13)	4 (0,09)	5 (0,1)	-	1 (0,17)	1(0,17)
Анкилостомидоз	-	5 (0,11)	1 (0,02)	-	-	-
Стронгилоидоз	-	-	1 (0,02)	-	-	-

Уровень заболеваемости нематодозами жителей крупных городов, таких как Донецк, Мариуполь, Горловка, Краматорск выше, чем в городах со средней численностью населения и сельской местности, что, по-видимому, обусловлено высокой контагиозностью населения, ухудшением санитарных условий проживания людей, усилением миграционных потоков (в частности интенсивного притока людей из неблагоприятных в отношении паразитозов регионов), а также уровнем урбанизации и возрастанием антропогенной нагрузки на биоценозы, ведущей к увеличению численности паразитов, их хозяев и переносчиков.

В нозологической структуре нематодозов в 2008 г. первое место занимает энтеробиоз – 91% (9 827 случаев заболевания, показатель на 100 тыс. населения – 220,9), что ниже показателя по Украине на 33%. Среди детей выявлено 8 981 случаев (91,4% от общего количества заболевших энтеробиозом). В 2007 г. – 11 069 случаев выявления остриц, из них у детей – 10 229 (92,4%), в 2006 г. – выявлено 12 869 случаев энтеробиоза, в т.ч. у детей – 11 749 (91,3%).

Показатель заболеваемости энтеробиозом в 2008 г. в сравнении с 2007 г. снизился на 8% и составляет 220,9 на 100 тысяч населения. За период 2006-2008 гг. наметилась тенденция к снижению зараженности населения нематодой *Enterobius vermicularis*. Дети до 14 лет болеют энтеробиозом в 10 раз чаще, чем взрослые. Распространение энтеробиоза зависит только от социальных условий, он чаще встречается в городах с высокой плотностью населения. Наиболее интенсивными источниками инвазии являются дети от 3 до 6 лет.

В 2008 г. выявлено 918 случаев заражения геогельминтами, в 2007 г. – 902, в 2006 г. – 976. Из геогельминтозов чаще встречается аскаридоз – 868 случаев (94,6% в сумме геогельминтозов), трихоцефалез – 44 случая (4,8%), трихостронгилидоз – 6 случаев (0,6%) (рис. 2).

В 2008 г. зарегистрировано 868 случаев аскаридоза (показатель на 100 тыс. населения – 19,4), из них дети – 581 (66,9%). В 2007 г. зарегистрирован 861 случай (показатель на 100 тыс. населения – 18,7), из них дети – 573 (66,6%), в 2006 г. – 922 человека инвазированных аскаридами (показатель на 100 тыс. населения – 20,0), в т.ч. дети – 619 (67,1%).

Второе место, как и в 2006-2007 гг., занимает инвазированность населения нематодой *Trichocephalus trichiurus* (трихоцефалез): 44 случая (показатель на 100 тысяч населения – 0,9), несколько выше уровня 2007 г. (32 случая заболевания, показатель на 100 тыс. населения – 0,7) и ниже уровня 2006 г. (48 случаев, показатель на 100 тыс. населения – 1,04). Это значительно ниже показателя в целом по Украине, который составляет 16,95 на 100 тыс. населения. У детей выявлено 9 случаев инвазии, что составляет 20,5% от общего числа заболевших трихоцефалезом, в 2007 г. – 9 случаев (28,1%), в 2006 г. – 13 (27,1%).

В 2008 г. выявлено 6 случаев заболевания у взрослого населения (показатель на 100 тысяч населения – 0,13). В 2007 г. зарегистрировано 4 случая выявления трихостронгилид (показатель на 100 тысяч населения – 0,09), в т.ч. у одного ребенка. В 2006 г. было

зарегистровано 5 случаев заболевания (показатель на 100 тысяч населения – 0,1), среди заболевших также был 1 ребенок. В целом по Украине зарегистрировано 24 случая, показатель по Украине составил 0,05 на 100 тыс. населения.

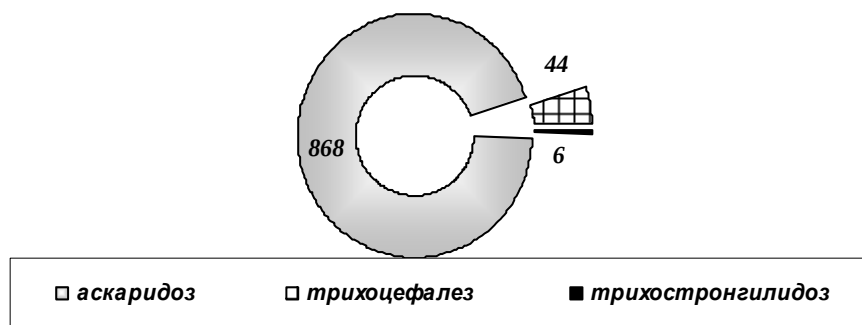


Рис. 2. Структура геогельминтозов Донецкой области в 2008 г.

В 2008 г. выявлено 8 случаев дирофиляриоза (показатель на 100 тысяч населения – 0,18), в т.ч. 1 ребенок. В Украине зарегистрировано 98 случаев (0,21). В 2007 г. в Донецкой области выявлено 6 случаев инвазии (0,13 на 100 тыс. населения), из них 1 – у ребенка (17%). В 2006 г. было выявлено 4 случая (0,08 на 100 тыс. населения), среди инвазированных также был 1 ребенок. Эта инвазия с каждым годом приобретает все большую актуальность для Донецкой области. Проследив динамику выявления дирофилярий у населения области за 1990-2008 гг. (рис. 3), можно увидеть, что количество случаев заражения постепенно увеличивается. Анализируя заболеваемость в регионе, следует отметить, что наибольшее число случаев зарегистрировано у жителей Мариуполя (13 случаев), Славянска (9 случаев), Донецка (9), Краматорска (7), в Макеевке, Горловке, Красноармейске, Новоазовске и в Ясиноватском районе – по 2 случая, единичные случаи в Артемовске, Константиновке, Харцызске, Дружковке, Красном Лимане, Дебальцево, а также в Великоновоселковском районе.

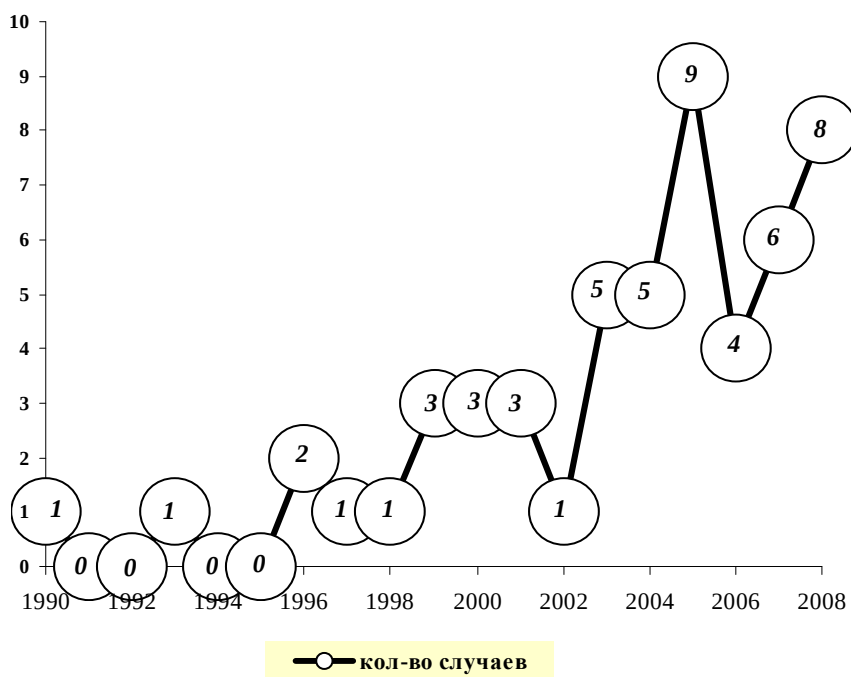


Рис. 3. Случаи выявления дирофилярий у населения Донецкой области в 1990-2008 гг.



Рис. 4. Класс Cestoda (фото музея Донецкой областной санэпидстанции):
 А – *Taeniarhynchus saginatus* (Goeze, 1782),
 Б – *Taenia solium* (L., 1758),
 В – *Hymenolepis nana* (v. Siebold, 1852),
 Г – *Hymenolepis diminuta* (Rud., 1819),
 Д – *Echinococcus granulosus* (Batash, 1786),
 Е – *Diphylllobothrium latum* (L., 1758; Lühe, 1910)

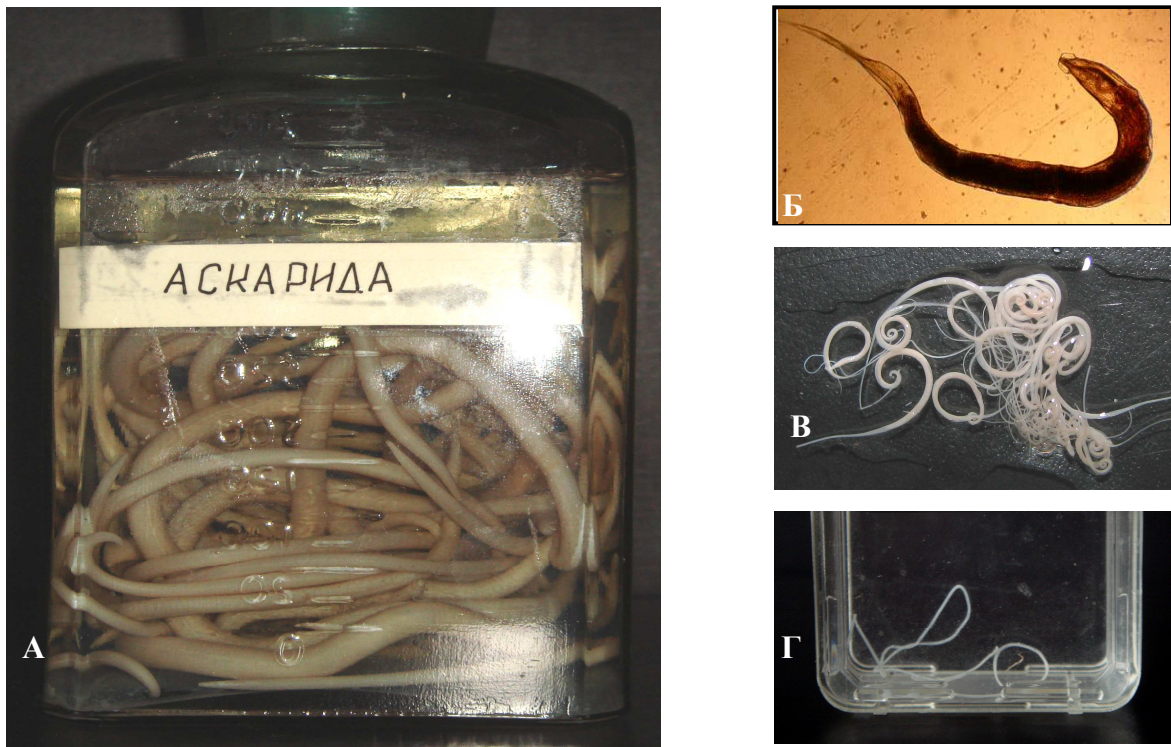


Рис. 5. Класс Nematoda (фото музея Донецкой областной санэпидстанции):
 А – *Ascaris lumbricoides* (L., 1758), Б – *Enterobius vermicularis* (Linnaeus, 1758; Leach, 1853) [15]; В – *Trichocephalus trichiurus* (L., 1771; Blanchard, 1895); Г – *Dirofilaria repens* (Railliet et Henri, 1911)

Таким образом, показатель заболеваемости дирофиляриозом продолжает расти. Поскольку направленных противоэпидемических мероприятий в отношении ограничения распространения дирофиляриоза не проводится, в ближайшей перспективе следует ожидать дальнейшее возрастание случаев заболевания.

В 2008 г. было отобрано 99 734 пробы с объектов окружающей среды, из них 2 842 пробы оказались положительными (2,85%). Анализ грунта детских площадок, дворов, скверов показал значительную обсемененность яйцами гельминтов, что связано с отсутствием специально выделенных мест для выгула собак и низким уровнем санитарной осведомленности владельцев домашних животных. Загрязненность предметов и факторов окружающей среды яйцами гельминтов играет важную роль в передаче гельминтозов, следовательно, оказывает влияние на уровень заболеваемости населения. Наиболее загрязненными факторами окружающей среды являются почва (3,99%), ил (3,80%) и овощи (3,14%).

По мнению ведущих специалистов [10], прогноз заболеваемости гельминтозами неблагоприятный. Развитие и интенсификация индивидуальных хозяйств по производству продуктов животноводства, овощеводства с использованием необезвреженных нечистот для удобрения приводят к загрязнению почвы, овощей, ягод, инвазии мяса и мясopодуKтов гельминтами. Проблема гельминтозов в Украине остается актуальной. Ежегодная регистрация новых случаев гельминтозов требует усиленного внимания со стороны санитарных служб, городских и поселковых властей, работников детских учреждений. Деятельность этих служб должна быть направлена на своевременное выявление, лечение и проведение профилактических мероприятий.

Выводы

Среди населения Донецкой области в 2006-2008 гг. были зарегистрированы случаи инвазии 6-ю видами цестод: *Hymenolepis nana*, *Hymenolepis diminuta*, *Taeniarhynchus saginatus*, *Taenia solium*, *Echinococcus granulosus*, *Diphyllobothrium latum*. Из общего количества выявленных гельминтозов инвазированность цестодами среди детей до 14 лет составила: в 2006 г. – 30,7%, в 2007 г. – 25,92%, в 2008 г. – 18,91%. Ведущее место по инвазированности цестодами населения принадлежит карликовому цепню – 40-52%, из них дети до 14 лет – 36-42%.

В 2006-2008 гг. среди населения Донецкой области были зарегистрированы случаи инвазии 7-ю видами нематод: *Enterobius vermicularis*, *Ascaris lumbricoides*, *Trichocephalus trichiurus*, *Trichostrongylus colubriformis*, *Dirofilaria repens*, *Ancylostoma duodenale*, *Strongyloides stercoralis*. За период 2006-2008 гг. отмечено снижение общей заболеваемости гельминтозами на 22,3%. При этом нематодозы составляют 99,6% всех гельминтозов.

В сравнении с 2007 г. увеличилось количество случаев геогельминтозов, выявленных у населения Донецкой области. Больные являются преимущественно приезжими (243 человека) либо выезжавшими в эндемичные по аскаридозу места, или же заражение происходило при употреблении в пищу загрязненных инвазионными яйцами аскариды ягод, овощей и фруктов, привезенных из других областей и России.

В 2008 г. в Донецкой области зарегистрировано 8 случаев дирофиляриоза. Поскольку направленных противоэпидемических мероприятий по борьбе с бродячими собаками и кровососущими комарами не проводится, то в ближайшей перспективе следует ожидать дальнейшее нарастание случаев заболевания.

Наиболее загрязнены яйцами гельминтов почва (3,99%), ил (3,80%) и овощи (3,14%).

Рекомендации

Борьба с гельминтозами должна проводиться в соответствии с особенностями их эпидемиологии, социальными и экологическими факторами и включать правила личной и общественной гигиены:

- необходимость мыть руки перед едой, после посещения туалета, после контакта с собаками, кошками;
- не употреблять в пищу мясо и рыбу, не прошедшие санитарно-ветеринарную экспертизу, приготовленные с нарушением технологии обработки;
- использовать для питья только кипяченую воду;
- тщательно мыть зелень, фрукты, овощи;
- уничтожать механических переносчиков яиц гельминтов;
- практикующие врачи рекомендуют периодически проводить дегельментизацию населения с помощью эффективного препарата "Вормил" [10].

Общественная профилактика должна включать:

- комплекс мероприятий по выявлению и своевременному лечению больных;
- обеспечение надлежащих условий быта, в первую очередь благоустройство городских бесплатных общественных туалетов;
- обеспечение на территории домовладений санитарного состояния площадок для выгула собак, регулярная замена песка в детских песочницах, коррекция численности собак и кошек в населенных пунктах;
- предотвращение фекального загрязнения почвы; борьба с бродячими собаками и кровососущими комарами;
- усиление санитарно-эпидемиологического контроля содержания сельскохозяйственных животных, численности бездомных животных;
- медицинская информированность населения, санитарно-просветительная работа, направленная на разъяснение населению путей заражения и мер профилактики гельминтозов.

Список литературы

1. *Афанасьев Е.* Их нужно знать в "лицо". Кишечные гельминтозы: состояние проблемы / Е. Афанасьев // Медична газета "Здоров'я України". – 2005. – № 125. – 80 с.
2. *Гельминтозы человека* / Падченко И. К., Мельник М. Н., Лукшина Р. Г. и др. – К.: Здоров'я, 1978. – 168 с.
3. *Догель В. А.* Курс общей паразитологии / В. А. Догель. – Л.: Учпедгиз, 1962. – 438 с.
4. *Інформаційний лист "Витяг з таблиці 13 "Інвазованість населення гельмінтами і найпростішими в Україні за 2007 рік" форми 40-здоров "Звіт про роботу санітарно-епідеміологічної (дезінфекційної, протичумної) станції".* – К.: ЦЕС МОЗ України. – Вих. № 04.3.-533 від 18.03.2008.
5. *Інформаційний лист "Витяг з таблиці 13 "Інвазованість населення гельмінтами і найпростішими в Україні за 2008 рік" форми 40-здоров "Звіт про роботу санітарно-епідеміологічної (дезінфекційної, протичумної) станції".* – К.: ЦЕС МОЗ України. – Вих. № 04.3.-630 від 27.03.2009.
6. *Інформаційний лист "Про виконання наказу МОЗ України № 440 від 30.08.1973 р."*. – Донецьк: Донецька облСЕС. – Вих. № 810/06 від 15.02.2007.
7. *Інформаційний лист "Про виконання наказу МОЗ України № 440 від 30.08.1973 р."*. – Донецьк: Донецька облСЕС. – Вих. № 853/06 від 15.02.2008.
8. *Інформаційний лист "Про виконання наказу МОЗ України № 440 від 30.08.1973 р."*. – Донецьк: Донецька облСЕС. – Вих. № 880/06 від 16.02.2009.
9. *Коваль О.* Захворюваність на гельмінтоз в Україні. Актуальність проблеми. Система профілактичних заходів, спрямованих на попередження й зниження захворюваності населення / О. Коваль // Інфекційний контроль. – 2005. – № 4.
10. *Кишечные гельминтозы: ситуация и тенденции к ее изменению* / О. Я. Бабак // Гастроэнтерология, гепатология, колопроктология. – 2006. – № 9/1.
11. *Охрана здоровья населения – важнейшая задача государственного санитарно-эпидемиологического надзора* // Вестник гигиены и эпидемиологии. – 1998. – Т. 2, № 1 (3).

12. *Паразитарные болезни человека*: Монография / Р. Г. Лукшина, И. М. Локтева, Т. Н. Павликовская. – Х.: ИД "ИНЖЭК", 2005. – 472 с.
13. *Романенко Н. А.* Оценка связи заболеваемости населения паразитарными болезнями с обсемененностью окружающей среды их возбудителями / Н. А. Романенко // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. – М.: "С-инфо". – 2000. – № 1.
14. *Форма 40-здоров* "Звіт про роботу санітарно-епідеміологічної (дезінфекційної, протичумної) станції" по Донецької області за 2006 год, утв. приказом МЗ України от 04.04.2001 г. № 192.
15. *Форма 40-здоров* "Звіт про роботу санітарно-епідеміологічної (дезінфекційної, протичумної) станції" по Донецької області за 2007 год, утв. приказом МЗ України от 04.04.2001 г. № 192.
16. *Форма 40-здоров* "Звіт про роботу санітарно-епідеміологічної (дезінфекційної, протичумної) станції" по Донецької області за 2008 год, утв. приказом МЗ України от 04.04.2001 г. № 192.
17. www.antiparasitos.ru/vid

Агаркова Л. Д., Маслодудова К. М., Рязанцева А. Є., Нагорнюк Г. Г., Коноплянко О. В., Крикунова Н. В. **Зараженість населення Донецької області гельмінтозами та їх профілактика.** – Розглянуто ситуацію із зараження населення гельмінтозами в Донецькій області. Наведено статистичні дані за 2006-2008 рр. із поширення гельмінтозів. В обстежених у клінічних лабораторіях виявлені цестоди *T. saginatus*, *T. solium*, *E. nana*, *E. granulosus*, *D. latum*. У 2006 р. – 39 випадків зараження цестодами, у 2007 р. – 27 випадків, у 2008 р. – 37 випадків. Рівень захворюваності нематодозами (ентеробіоз, аскаридоз, трихоцефалез, дірофіляріоз, трихостронгілоїдоз, анкілостомідоз, стронгілоїдоз) жителів великих міст Донецька, Маріуполя, Краматорська, Горловки є вищим, ніж у містах із середньою чисельністю населення та у сільській місцевості. Аналізуються причини поширення паразитозів, пропонується комплекс профілактичних заходів. Звертається увага санітарних служб, обласної та міської влади на важливість і необхідність організації проведення суспільних профілактичних заходів.

Ключові слова: паразитози, гельмінтози, цестодози, нематодози, інвазії, санітарно-профілактичні заходи.

Agarkova L. D., Maslodudova E. N., Ryazantseva A. E., Nagornyuk G. G., Konoplyanko E. V., Krikunova N. V. **Infection of population of the Donetsk area helminthiasis and their prophylaxis.** – A situation is considered on the infection of population helminthiasis in the Donetsk area. Statistical information is resulted for the 2006-2008 on distribution of helminthiasis. At inspected cestodes is exposed in clinical laboratories *T. saginatus*, *T. solium*, *E. nana*, *E. granulosus*, *D. latum*. In 2006 are 39 cases of infection of cestodes, in 2007 – 27 cases, in 2008 – 37 cases. Level of morbidity by the nematodosis (enterobiasis, ascariasis, trichocephalosis, dirofilariasis, trichostrongiloidosis, ankylostomiasis, strongyloidosis) of inhabitants of large cities of Donetsk, Mariupol, Kramatorsk, Gorlovka higher, than in cities with the middle quantity of population and in rural locality. Reasons of distribution of parasitoses are analysed, the complex of prophylactic measures is offered. Attention of sanitary corps applies, regional and city authorities on importance and necessity of organization of leadthrough of public prophylactic measures.

Key words: parasitoses, helminthiasis, cestodes, nematodosis, to the invasion, sanitary-prophylactic measures.

УДК 598.115.31

© К. В. Курячий¹ А. И. Тупиков²

ОЧЕРК ГЕРПЕТОФАУНЫ РЛП "КРАМАТОРСКИЙ"

¹Донецкий национальный университет; 83050, г. Донецк, ул. Щорса, 46
e-mail: saurusss@mail.ru

²Харьковский национальный университет им. В. Н. Каразина; 61077, г. Харьков, пл. Свободы, 4

Курячий К. В., Тупиков А. И. Очерк герпетофауны РЛП "Краматорский". – Представлены данные о видовом составе герпетофауны РЛП "Краматорский", распределении по территории, местообитаниях, численности, некоторых особенностях экологии ее представителей. Обнаружено 7 видов рептилий, в том числе 2 занесенных в Красную книгу Украины. Для редких видов указаны угрожающие факторы. Предложены рекомендации по сохранению их популяций в пределах РЛП.

Ключевые слова: герпетофауна, видовой состав, природно-заповедный фонд, региональный ландшафтный парк "Краматорский", Донецкая область.

Введение

Региональный ландшафтный парк "Краматорский" был создан 18 мая 2004 г. Он находится в Донецкой области и расположен полностью в пределах административной границы г. Краматорска. Следует отметить, что указанная линия окружает не только сам город, но и целый ряд поселков, а также достаточно обширные территории за пределами собственно населенных пунктов, в том числе площади, относительно мало подверженные антропогенной деятельности. Часть этих территорий вошла в состав Парка.

Общая площадь РЛП "Краматорский" составляет 1738,82 га, при этом он состоит из 4-х территориально разобщенных участков, имеющих ряд различий с точки зрения биотопического состава.

Несмотря на непосредственную близость крупного промышленного центра, а также значительного числа населенных пунктов и агроценозов, герпетофауна РЛП "Краматорский" достаточно разнообразна, популяции ряда ее представителей, в том числе "краснокнижных", отличаются стабильно высокой численностью.

До создания указанного объекта природно-заповедного фонда, на территориях, которые впоследствии вошли в его состав, проводились отдельные исследования местных популяций рептилий [1-4]. Однако после создания РЛП возникла необходимость в более полном изучении, в первую очередь – редких видов, с целью разработки научно обоснованных мер по их охране.

В задачи данного исследования входили: установление видового состава герпетофауны РЛП "Краматорский", изучение состояния популяций отдельных видов, распределения по территории РЛП, особенностей их экологии. По результатам исследований предложены соответствующие актуальные рекомендации по их охране в пределах РЛП.

Материал и методы исследования

В течение 2005-2009 гг., в соответствии с поставленными задачами, проведен ряд исследований герпетофауны РЛП "Краматорский".

Материалом для исследования послужили обнаруженные на территории РЛП "Краматорский" популяции рептилий. В случае достаточно высокой плотности популяции проводились подсчеты численности по стандартной методике линейных трансект [7]. Длина трансекты – 1 км (при учетах ящериц) либо 3 км (при учетах змей), ширина – 3 м. Трансекта полностью располагается в пределах одного биотопа. В соответствии с методикой учеты производились при оптимальной для активности рептилий погоде и в соответствующее, с учетом сезона, время суток. Ежемесячно проводилось 3-4 учета.

Результаты и обсуждение

Расположение и характеристика местообитаний. Как было упомянуто выше, РЛП "Краматорский" состоит из 4-х территориально разобщенных участков, биотопическая структура которых достаточно неоднородна.

Участок № 1 "Беленькое" расположен в северо-западной части города в непосредственной близости от одноименного поселка. Площадь заповедной территории – 477,08 га. Местность представляет собой долину небольшой р. Беленькая, которая является притоком р. Казенный Торец. Долина ориентирована с юго-востока на северо-запад. В состав РЛП вошли правые склоны, сложенные меловыми отложениями. Местность сильно пересеченная, изрезанная глубокими оврагами. На меловых обнажениях произрастают реликтовые комплексы кретофилов. У подножий склонов сохранились целинные степные участки, непригодные для сельскохозяйственной деятельности. На пересеченных склонах балки произрастают различные кустарники и отдельно стоящие деревья. Часть площади занята посадками сосен обыкновенной и крымской.

Участок № 2 "Пчелкинские окаменелые деревья" расположен на юго-западе г. Краматорска неподалеку от пос. Пчелкино. Основную долю площади участка занимают посадки крымской сосны, а также относительно молодой лиственный массив. Площадь участка составляет 22,61 га. Данная местность представляет собой холмистую степную равнину с такими формами рельефа, как обрывы с отвесными склонами, сложенными коренными породами.

Участок № 3 "Камышеваха" имеет наибольшую площадь – 865,23 га. Он расположен в районе одноименного поселка и поселка Малотарановка на отрогах широкой балки. Здесь представлены отдельно расположенные байрачные леса и крупные лесные массивы искусственного происхождения. Лесообразующие породы – дуб, ясень, значительное место занимают липа, клены лесной татарский и ясенелистный. Часть древостоя (24%) рукотворного происхождения и имеет возраст 20-40 лет. Лесные урочища изобилуют богатым подлеском, состоящим из бересклета европейского, боярышника, бирючины, шиповника, терна лесного. Разнообразен и богат наземный покров, состоящий из гравилата городского, подмаренника цепкого, крапивы жгучей, мятлика лесного, воробейника лесного, земляники лесной и др.

По территории участка протекает небольшая р. Камышеваха (приток р. Казенный Торец), на которой образован каскад малых по площади прудов, самым крупным из которых является Малотарановский водоем (по названию близлежащего поселка) площадью около 12 га., вошедший в состав РЛП. Вблизи водоема расположен крупный лесной массив, околотовдная растительность слаборазвита.

Участок № 4 "Белокузьминовский", площадью 373,9 га, расположен на правом склоне р. Беленькая-2 и в целом напоминает участок № 1 "Беленькое", но, поскольку более удален от населенных пунктов, испытывает меньшую антропогенную нагрузку. Как следствие, флора и фауна его заметно богаче.

Список видов герпетофауны РЛП "Краматорский", краткая характеристика местообитаний, численности, некоторых особенностей экологии.

Всего на территории, вошедшей в 2004 г. в состав РЛП, за период 1996-2009 гг. отмечено 7 видов рептилий, что составляет 63,6% от общего числа видов, встречающихся в Донецкой области. Учитывая небольшую площадь РЛП и близость его к населенным пунктам, разнообразие герпетофауны на его территории следует признать заслуживающим внимания.

1. Болотная черепаха (*Emys orbicularis* L., 1758). На территории РЛП обитает в Малотарановском водоеме, а также в других небольших прудах, образованных р. Камышеваха (участок № 3 "Камышеваха"). В Малотарановском водоеме предпочитает западную оконечность (район впадения р. Камышеваха), характеризующуюся меньшей глубиной и наиболее развитой околотовдной растительностью. Максимальный показатель, полученный здесь при учетах выползших на берег либо надводные предметы черепах, – до 8 особей/км береговой линии.

Также *E. orbicularis* обитает в р. Беленькая-2, протекающей в непосредственной близости от участка № 4 "Белокузьминовский" и в образованных на ней прудах, которые

местами граничат с заповедной территорией. До 1996 г. включительно спорадически отмечалась в р. Беленькая (участок № 1 "Беленькое").

2. Веретеница ломкая (*Anguis fragilis* L., 1758). В РЛП известна по двум находкам взрослых самцов (июнь 2009 г., участок № 3 "Камышеваха", урочище "Граково-Камышеваха"). До этого момента о присутствии здесь этого вида было известно из неоднократных устных сообщений работников Краматорского лесничества, однако, несмотря на специальные поиски, ранее достоверно подтвердить это не удавалось, что может быть объяснено скрытным образом жизни *A. fragilis*. По словам работников лесничества, веретеницы в период сенокосения днем часто прячутся под слоями скошенной травы, разложенной для просушки (непосредственно к лесному массиву "Граково-Камышеваха" примыкает небольшой сенокос, местность несколько заболочена). Оба экземпляра были отловлены во временной период 9.30-10.30. Судя по всему, вид этот здесь малочисленен. Одним из лимитирующих факторов может являться достаточно высокая плотность популяции диких кабанов, вероятно, поедающих веретениц (лесная подстилка в районе находок в значительной мере непрерывно перерывается кабанами в поисках пищи, дополнительно их сюда привлекает расположенный в непосредственной близости водопой).

По подтвержденному фотоснимками устному сообщению А. В. Дорохова, *A. fragilis* неоднократно была найдена в близлежащих лесных урочищах, не вошедших в состав РЛП. Исходя из этого, можно предположить наличие этого вида и в других лесных массивах участка № 3 "Камышеваха", где он остается необнаруженным благодаря скрытному образу жизни и особенностям суточной активности.

3. Ящерица прыткая (*Lacerta agilis* L., 1758). Является фоновым видом, широко распространенным и многочисленным на всей территории РЛП. Обитает во всех биотопах, избегая мест с очень густым и высоким травостоем, оголенных либо имеющих сильно разреженный растительный покров участков (осыпей, меловых обнажений), а также площадей под пологом лесных массивов, куда, однако, иногда случайно заходит, не отдаляясь от опушки. Максимальная численность отмечена у подножий пологих склонов с разреженной травянистой растительностью, отдельными группами кустарников, а также вдоль опушек лесных массивов в местах, где к ним примыкают степные участки либо полоса травянистой растительности (до 102 особей/км, данные учета до появления сеголетков). В течение сезона активности наблюдаются отчетливые миграции (по мере выгорания травянистой растительности на склонах). В конце июля – августе (в зависимости от климатических условий) значительный процент взрослых особей впадает в летнюю спячку.

4. Ящурка разноцветная (*Eremias arguta* Pallas, 1773). Достоверно известна одна находка этого вида на территории РЛП (участок № 1 "Беленькое", 1996 г.). Особь отловлена на меловом склоне близ восточных границ участка. Интересно, что в пределах г. Краматорска существует стабильная изолированная популяция *E. arguta* (впервые обнаружена в 1996 г.) [4]. Популяция занимает главным образом участок обрывистого склона балки, расположенной в парке культуры и отдыха в центре города. Склон сложен меловыми отложениями, ширина занимаемого участка на 2009 г. составляла около 70 м. Отдельные особи, особенно это касается молодняка, встречаются и за пределами указанной зоны. В частности ящурки постоянно поднимаются за гребень склона на ровный участок с довольно густым травостоем в поисках корма, однако постоянных убежищ у них там, очевидно, нет.

5. Медянка обыкновенная (*Coronella austriaca* Laurenti, 1768). Этот вид распространен почти по всей территории участка № 1 "Беленькое", за исключением западной части. Предпочитает степные участки у подножий холмов, кустарник, заросли амброзии, татарника и др. В качестве убежищ охотно использует предметы антропогенного происхождения – нередко *C. austriaca* можно обнаружить под остатками шиферных заграждений заброшенных огородов, расположенных на территории РЛП, среди куч строительного и бытового мусора, выброшенного населением вблизи автодорог.

На території участка РЛП № 3 "Камышеваха" было сделано 2 единичные находки *C. austriaca* – в пределах крупного лесного массива поблизости от пос. Малотарановка (змея отловлена на осыпающемся склоне оврага возле поляны внутри массива), а также на опушке урочища "Граково-Камышеваха" (поблизости от пос. Камышеваха).

Также единичная находка не крупной особи сделана на участке № 4 "Белокузьминовский" – в глубоком овраге, заросшем густой травянистой и кустарниковой растительностью [5].

На территории участка № 1 "Беленькое", где *C. austriaca* достаточно многочисленна, в период 1999-2009 гг. нами проводился постоянный мониторинг ее численности на одной и той же установленной трансекте. Результаты учетов говорят о стабильной численности этого вида в последние годы (2006-2009 гг.) – 0,64-0,67 особей/км, хотя в некоторые, более ранние годы (2000 г.), наблюдалась заметно более высокая плотность популяции – до 1,2 особи/км.

Самый ранний выход медянки из спячки отмечен 6 апреля, дата самой поздней находки – 14 октября. Температура воздуха в тени при этом составляла 16-17 °С. В период осенней и весенней миграций к местам зимовки и от них *C. austriaca*, как и представители других видов, в значительных количествах гибнут на автодорогах. В частности, на автодороге, проходящей вдоль южной границы участка РЛП № 1 "Беленькое", за период сентября – первой декады октября 2008 г. нами было обнаружено свыше десятка трупов медянок – как попавших под колеса транспорта, так и убитых населением. Достоверно обнаружено одно место массовой зимовки *C. austriaca* (совместно с другими видами) вблизи участка № 1 "Беленькое" (представляет собой комплекс пустот под корнями дерева и среди остатков фундамента здания) и, предположительно, – одно на самой его территории (глубокая трещина в меловом монолите, возможно, связанная с камерами либо карстовыми пустотами в глубине).

Распространение *C. austriaca* в пределах административной границы г. Краматорска не ограничено территорией РЛП "Краматорский" – ряд находок сделан вне неё [5]. Вероятно, медянка распространена во всех подходящих, не чрезмерно подверженных антропогенной деятельности местностях. Однако во всех обследованных районах, за исключением участка РЛП "Беленькое", сделаны лишь единичные находки, что может говорить о малочисленности вида, либо являться совокупным результатом скрытного образа жизни и относительно малым числом предпринятых обследований территорий.

6. Полоз узорчатый (*Elaphe dione* Pallas, 1773). На территории участка № 1 "Беленькое" распространен везде, кроме западной его части. Держится, преимущественно, в тех же местах, что и медянка, однако, значительно чаще нее встречается на склонах холмов. Иногда заползает в лесные массивы. Довольно часто *E. dione*, особенно молодые особи, могут быть обнаружены выгревающимися у обочин автодорог. В качестве убежищ, как и медянка, очень часто использует антропогенный мусор, остатки оград, встречающиеся на этом участке РЛП и т.п.

Ряд единичных находок *E. dione* сделан нами за годы исследований также и на участке № 4 "Белокузьминовский" в аналогичных местообитаниях [6].

На участке №1 "Беленькое" нами, как и для медянки, в период 1999-2009 гг. проводился постоянный мониторинг численности *E. dione* на той же постоянной трансекте. По полученным данным, в последние годы численность узорчатого полоза признается стабильной, хотя и невысокой по сравнению с прошлыми годами (отмеченные пики приходится на 2000 и 2004 гг. – 0,88 и 0,95 особей/км соответственно). В сезоны 2008-2009 гг. усредненные данные учетов – 0,67 особей/км.

Самая ранняя весенняя находка *E. dione* в описываемой местности датируется 4 апреля, самая поздняя осенняя – 5 октября, температура воздуха в тени в обоих случаях составляла 16-17°С. Отмечено, что *E. dione* начинают стягиваться в район места спячки несколько раньше других видов змей, зимующих совместно с ними. В течение некоторого времени (около полутора недель, в зависимости от погодных условий) они массово держатся

поблизости от зимовальной камеры. Очевидно, что в этот период популяция весьма уязвима в случае обнаружения местным населением, локального пожара и т.д. Опасность усугубляется тем, что змеи в этот период относительно малоподвижны из-за низких температур окружающей среды [6].

Как и другие виды, *E. dione* в период сезонных миграций в больших количествах гибнут на автодорогах (в частности – на упомянутой выше автодороге вдоль южной границы участка № 1 "Беленькое"), а также уничтожаются местным населением. Также их уничтожают при проникновении в населенные пункты, что происходит довольно часто. Известны неоднократные случаи, когда *E. dione* не просто заползали в пределы поселка Беленькое, а пересекали его, достигая фактически собственно городской части. Естественно, при этом они также обычно бывали убиты.

Как и в случае *C. austriaca*, район обитания *E. dione* в пределах административной границы г. Краматорска не ограничен территорией РЛП – известны достоверные находки и из точек вне заповедной территории [6].

7. Уж обыкновенный (*Natrix natrix* L., 1758). Этот вид обычен на участке № 1 "Беленькое", где его можно встретить по всей протяженности заповедной территории вдоль южной ее границы, начиная примерно с середины и до восточной оконечности, т.е. на том отрезке, где русло р. Беленькая проходит на относительно небольшом расстоянии от границы РЛП либо в непосредственной близости от нее. Ужи часто отползают достаточно далеко от воды вглубь степной зоны, добираясь до подножий склонов, на самих склонах, однако, за время исследований, обнаружен был лишь один молодой экземпляр, скрывавшийся под камнем. Обычно они держатся в зарослях растительности на расстоянии до 150 м от воды, их часто можно обнаружить в укрытиях (под камнями, бытовым мусором – битым шифером, досками и т.п.). Данные проводившихся учетов численности (вдоль русла р. Беленькая) – до 0,67 особей/км.

Как и медянки, и узорчатые полозы, обыкновенные ужи часто гибнут на автодороге, тянущейся вдоль южной границы участка № 1 "Беленькое", особенно в период сезонных миграций, а также уничтожаются населением одноименного поселка, в том числе – при заползании в населенный пункт, которое происходит регулярно.

На территории участка № 3 "Камышеваха" *N. natrix* обычен в прибрежной зоне Малотарановского водоёма, где чаще всего встречается в районе впадения в указанный пруд р. Камышеваха. Максимально высокие данные подсчета численности вдоль прибрежной зоны – 0,67 особей/км. Спорадически *N. natrix* можно обнаружить вдоль русла р. Камышеваха, а также вблизи малых прудов и "копанок", образующих на ней каскад.

На территории участка № 4 "Белокузьминовский" *N. natrix* изредка встречается вдоль южной границы заповедной территории, куда заползает из прибрежной зоны р. Беленькая-2.

Самая ранняя отмеченная нами находка *N. natrix* после выхода из зимовки на территории РЛП "Краматорский" – 4 апреля, самая поздняя перед впадением в спячку – 8 октября.

Результаты исследования видового состава герпетофауны РЛП "Краматорский" и распределения её представителей по отдельным участкам РЛП представлены в табл. 1.

Таблица 1

Герпетофауна РЛП "Краматорский", распределение видов по участкам

Участки РЛП	<i>E. orbicularis</i>	<i>A. fragilis</i>	<i>L. agilis</i>	<i>E. arguta</i>	<i>C. austriaca</i>	<i>E. dione</i>	<i>N. natrix</i>
№ 1	?	–	+	?	+	+	+
№ 2	–	–	+	–	–	–	–
№ 3	+	+/	+	–	+/	–	+
№ 4	+	–	+	–	+/	+/	+

Примечание. "+" – достоверное присутствие; "+/" – вид достоверно известен по единичным находкам; "–" – вид не обнаружен; "?" – вид известен по находкам прежних лет.

Выводы

В результате проведенных исследований территории РЛП "Краматорский", а также путем привлечения полученных ранее, до его создания, данных (начиная с 1996 г.) нами составлен список герпетофауны, включающий 7 видов рептилий (2 из них – *C. austriaca* и *E. dione* внесены в Красную книгу Украины). Среди них один вид (*E. arguta*) известен лишь по одной находке (1996 г.). Остальные 6 видов в настоящее время достоверно обитают на территории РЛП, достаточно широко распространены и сохраняют стабильную численность (исключение составляет *A. fragilis*, статус которой неясен, поскольку она была обнаружена лишь в последний сезон исследований, в количестве 2-х экземпляров в одной точке).

Из 4-х участков РЛП "Краматорский" наибольший интерес с точки зрения герпетологии представляет участок № 1 "Беленькое", где отмечены 6 из 7 видов герпетофауны РЛП, при этом все они (за исключением *E. orbicularis* и *E. arguta*, известных по находкам 1996 г.) поддерживают стабильную и достаточно высокую численность. На территории участков № 3 "Камышеваха" и № 4 "Белокузьминовский" на настоящий момент достоверно обитают по 5 видов, но во многих случаях они известны лишь по единичным находкам.

Определены места обитания представителей герпетофауны в пределах отдельных участков РЛП, предпочитаемые биотопы, произведена оценка численности, изучены некоторые особенности их экологии. При этом наиболее подробно изучены виды, внесенные в Красную книгу Украины.

Рекомендации

Исходя из результатов исследования, разработаны следующие практические меры по сохранению популяций рептилий, в первую очередь редких видов, на территории РЛП "Краматорский":

1. Усиление инспекторского контроля СГО по недопущению случаев поджогов сухой растительности и незаконного выпаса скота.
2. Проведение соответствующей разъяснительной работы с населением поселков, расположенных в непосредственной близости от границ РЛП.
3. Усиление контроля за посетителями заповедных территорий РЛП.
4. Осуществление особого инспекторского контроля в районах сезонных скоплений рептилий.

Указанные меры особенно актуальны для участка РЛП № 1 "Беленькое" по причине его расположения рядом с крупным одноименным поселком. Одновременно именно на территории этого участка, как говорилось выше, обитает наибольшее число видов рептилий (в том числе – оба редких), и именно в этой части РЛП они наиболее многочисленны.

Благодарности

Авторы выражают благодарности Т. И. Котенко (Институт зоологии им. И. И. Шмальгаузена), А. И. Зиненко (ХНУ им. Каразина), Н. Н. Ярошенко (ДонНУ) за консультации и помощь в работе.

Список литературы

1. Власенко В. Н. Узорчатый полоз (*Elaphe dione*) на территории Донецкой области / В. Н. Власенко, Л. И. Тараненко // Тези доп. II Міжнар. наук. конф. аспірантів та студентів "Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів". – Донецьк: ДонНТУ, ДонНУ, 2003. – Т. 2. – С. 37–38.
2. Котенко Т. І. Знахідки у Донецькій області видів плазунів, запропонованих до включення у третє видання Червоної книги України / Т. І. Котенко, К. В. Курячий // Знахідки тварин Червоної книги України / Відп. редактор А. В. Костюшин. – К., 2008. – С. 152.
3. Котенко Т. І. О распространении узорчатого полоза, *Elaphe dione* (Reptilia, Colubridae), в Украине / Т. И. Котенко, А. В. Кондратенко // Вестн. зоологии. – 2005. – Т. 39, № 2. – С. 46.

4. *Курячий К. В.* К вопросу о статусе герпетофауны окрестностей г. Краматорска / К. В. Курячий, Л. И. Тараненко // Тези доп. I Міжнар. наук. конф. аспірантів та студентів "Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів". – Донецьк: ДонНТУ, ДонНУ, 2002. – Т. 2. – С. 106–107.

5. *Курячий К. В.* Новые данные о медянке (*Coronella austriaca* Laurenti, 1768) в Донецкой области / К. В. Курячий, А. И. Тупиков // Тези доп. I Міжнар. наук. конф. студентів, аспірантів та молодих учених "Фундаментальні та прикладні дослідження в біології" (м. Донецьк, 23-26 лютого 2009 р.). – Донецьк: Вид-во "Вебер", 2009. – С. 202–203.

6. *Курячий К. В.* Новые данные об узорчатом полозе (*Elaphe dione* Pallas, 1773) в Донецкой области / К. В. Курячий, А. И. Тупиков // Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону: міжвідомчий зб. наукових праць / Відп. ред. С. В. Беспалова. — Донецьк: ДонНУ, 2008. – Вип. 8. – С. 104–109.

7. *Новиков Г. А.* Полевые исследования по экологии наземных позвоночных / Г. А. Новиков. – М.: "Советская наука", 1953. – 502 с.

Курячий К. В., Тупиков А. І. Нарис герпетофауни РЛП "Краматорський". – Наведено дані про видовий склад герпетофауни РЛП "Краматорський", розповсюдження на території, місця мешкання, чисельність, деякі особливості екології її представників. Виявлено 7 видів рептилій, у тому числі 2 види, які занесені до Червоної книги України. Для рідкісних видів вказано фактори загрози. Надано рекомендації щодо збереження їх популяцій у межах РЛП.

Ключові слова: герпетофауна, видовий склад, природно-заповідний фонд, регіональний ландшафтний парк "Краматорський", Донецька область.

Kurjachii K. V., Tupikov A. I. Essay of herpetofauna of RLP "Kramatorsky". – Data about specific composition of herpetofauna of RLP "Kramatorsky", distribution on territory, habitats, abundance, some features of ecology of its representatives. 7 species of reptiles are founded including 2 added to the Red book of Ukraine. For rare species threatening factors are indicated. Offered to recommendation on the maintainance of their populations within the borders of RLP.

Key words: herpetofauna, specific composition, natural-protected fund, regional landscape park "Kramatorsky", Donetsk region.

УДК 504.064 : 594.141

© Д. В. Лукашев

ИНДИКАТОРНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПРЕСНОВОДНЫХ МОЛЛЮСКОВ ПРИ ВЫЯВЛЕНИИ ИСТОЧНИКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ РЕЧНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

Киевский национальный университет им. Тараса Шевченко
03033, г. Киев, ул. Владимирская, 64; e-mail: dek@biocc.univ.kiev.ua

Лукашев Д. В. Индикаторное значение пресноводных моллюсков при выявлении источника загрязнения речной экосистемы тяжелыми металлами. – Исследовано накопление Cd, Zn, Cr и Ni в мягких тканях моллюсков *Lytnaea stagnalis*, *Anodonta anatina* и *Unio tumidus* в районе поступления сточных вод очистных сооружений г. Чернигова в р. Десну. Рассчитан показатель контрастности накопления металлов моллюсками в загрязненном районе по сравнению с фоновым участком речного русла. Показано, что моллюски *L. stagnalis* наиболее четко выявляют загрязнение Ni, *A. anatina* – Zn и Cr.

Ключевые слова: пресноводные моллюски, тяжелые металлы, биоконцентраторы, мониторинг.

Введение

Моллюски широко применяются в мониторинге загрязнения тяжелыми металлами как морских [10], так и пресноводных экосистем [9]. Данные гидробионты являются идеальными биомониторами, обладая следующими свойствами [9]: 1) являются малоподвижными или сидячими организмами; 2) широко распространены в различных водоемах; 3) имеют крупные размеры, что облегчает их сбор, определение и использование в аналитической пробоподготовке; 4) накапливают высокие концентрации большинства органических и неорганических загрязнителей; 5) характеризуются длительным периодом жизни; 6) достаточно устойчивы к большинству загрязнителей. Однако для адекватной оценки степени загрязнения экосистемы определенные свойства индикаторных видов должны изменяться пропорционально уровню загрязнения окружающей среды.

Чаще всего при мониторинге загрязнения тяжелыми металлами водных экосистем моллюсков используют в качестве биоаккумуляторов, определяя непосредственно в их тканях содержание загрязняющих веществ. Особые успехи в этом направлении были достигнуты в мониторинге морских экосистем благодаря использованию программы "Mussel watch" с использованием широко распространенных моллюсков рода *Mytilus*. В результате соответствующие методы были включены в стандартные протоколы мониторинга ряда стран [7, 15].

Несмотря на большое количество научных исследований, пресноводные моллюски в практике мониторинга имеют ограниченное применение. Это связано с несколькими причинами. Во-первых, несмотря на меньшее богатство пресноводной фауны моллюсков, виды распределены по водоемам неравномерно. Ситуацию усложняет существование различных взглядов на систематическое положение большинства групп пресноводных моллюсков. Во-вторых, гидрологические, гидрохимические и гидробиологические параметры континентальных водоемов характеризуются значительным варьированием как в пространстве, так и во времени. Для разработки соответствующих методов мониторинга необходимо выяснить видовые особенности накопления загрязнителей моллюсками и определить индикационную способность различных видов моллюсков в модельных условиях.

Представленная работа посвящена сравнению процессов накопления Cd, Zn, Cr и Ni тремя видами пресноводных моллюсков в условиях точечного загрязнения речной экосистемы. Данные металлы характеризуются высокой технофильностью и входят в состав как коммунально-бытовых, так и промышленных стоков [5].

Материал и методы исследования

В качестве естественной модели был выбран участок р. Десны в районе впадения р. Белоус, являющийся местом сброса очистных сооружений ГКП "Черниговводоканал". Сточные воды г. Чернигова выступают основным загрязнителем Десны, с которыми

ежегодно поступает 1,4 т нефтепродуктов, 0,3 тыс. т. взвешенных веществ, 0,2 тыс. т органических веществ; 0,5 т Cu; 0,38 т Zn; 0,41 т Ni [4]. В течение 2008-2009 гг. был проведен отбор проб воды, донных отложений и моллюсков на различном удалении от места сброса вдоль правого берега р. Десны (0,1; 0,6; 1,8; 3,0; 5,4; 7,6; 9,7; 12,0 км). В качестве контрольных были использованы пробы, отобранные выше сброса на расстоянии 18 км (с. Бобровица, выше г. Чернигова), 40 км (с. Локнистое, район пгт. Березна), 75 км (с. Максаки (район пгт. Макошино). Модельными объектами были выбраны распространенные виды моллюсков: двустворчатые – *Anodonta anatina* (L., 1758) и *Unio tumidus* (Phill.); брюхоногие – *Lymnaea stagnalis* (L.). Эти моллюски наиболее широко применяются при мониторинге загрязнения водных экосистем тяжелыми металлами [1, 11, 16].

В каждой точке отбирали по три пробы воды (2 л), две пробы верхнего 5-сантиметрового слоя донных отложений; 6-12 двустворчатых моллюсков и 6-10 прудовиков. Воду фильтровали через мембранный фильтр и фиксировали 2 мл 56% HNO_3 (хч). Донные отложения высушивали до постоянной массы при 95°C . Моллюсков вскрывали, мягкие ткани отделяли от раковины и замораживали отдельно для каждой особи.

Пробы воды концентрировали путем упаривания 1 л до 10 мл [2]. Кислоторастворимую фракцию тяжелых металлов в донных отложениях получали нагреванием 2 г пробы в 20 мл 5М HNO_3 (хч) в течение 1 часа на водяной бане [3]. Мягкие ткани моллюсков высушивали при 95°C , взвешивали с точностью до 1 мкг и растворяли в 5 мл 56% HNO_3 (хч) при добавлении нескольких капель 35% H_2O_2 .

Концентрацию Cd, Zn, Cr и Ni в пробах определяли с помощью пламенного (ацетилен-воздух) атомно-адсорбционного спектрофотометра С115-М1 с дейтериевым корректором фона и компьютерно-аналитическим комплексом КАС-11. Содержание металлов в донных отложениях и тканях моллюсков выражали в мг/кг массы сухого вещества, концентрацию в воде – в мкг/л.

Для оценки статистической значимости отличий выборочных показателей содержания металлов в пробах использовали непараметрический тест Манна-Уитни [8]. Под индикаторными свойствами моллюсков понимали способность накапливать такую концентрацию металла, величина которой возрастает пропорционально расстоянию до источника поступления в водоем загрязненных стоков (по течению водотока). Кроме того, в загрязненном районе содержание металла в тканях должно статистически значимо превышать фоновые уровни. Чем больше будет разность содержания металла между фоновым и загрязненным районом, тем выше разрешающая способность данного вида моллюсков к выявлению загрязнения. Для количественной оценки разрешающей способности использовали показатель контрастности геохимических аномалий [6]:

$$K = \frac{(C_{\max} - C_{\text{фон}})}{\sigma_{\text{фон}}}, \quad (1)$$

где K – показатель контрастности; $C_{\max}$ – максимальная концентрация металла в загрязненном районе; $C_{\text{фон}}$ – концентрация металла в фоновом районе; $\sigma_{\text{фон}}$ – стандартное отклонение концентрации металла в фоновом районе. Если показатель $K > 3$ – то аномалия считается контрастной, если $K \leq 3$ – то аномалия слабоконтрастная. Таким образом, при показателе K , превышающем 3, разрешающую способность аккумуляционной активности моллюсков можно считать высокой.

Результаты и обсуждение

Поступление сточных вод в р. Десну приводит к резкому статистически значимому ($p < 0,05$) возрастанию концентрации всех исследованных металлов в воде непосредственно в районе устья р. Белоус. Концентрация Cd по сравнению с вышерасположенным фоновым участком увеличилась в 3,5 раза (0,21 мкг/л по сравнению с 0,06 мкг/л); Zn – в 6,4 раза (29,9

мкг/л против 4,7 мкг/л); Cr – в 7,1 раза (4,9 мкг/л против 0,7 мкг/л); Ni – в 11 раз (6,0 мкг/л против 0,55 мкг/л). Однако уже на расстоянии 100 м ниже сброса наблюдается резкое снижение концентрации до фонового уровня. Следует отметить, что концентрация Cd, Cr и Ni в районе сброса не превышает жестких уровней рыбохозяйственных ПДКвр (соответственно 0,5, 5,0 и 10,0 мкг/л). Только концентрация Zn превысила ПДКвр в 3 раза. Таким образом, использование нормативов качества воды, которые часто применяют в качестве экологических критериев, не позволяет утверждать о наличии загрязнения в районе поступления сточных вод.

Анализ химического состава кислоторастворимой фракции донных отложений показал, что для всех металлов также наблюдается резкое статистически значимое ($p < 0,05$) превышение фоновых уровней. Как и в случае химического состава воды, содержание Cd, Zn и Cr в донных отложениях снижается уже на расстоянии 100 м от устья р. Белоус. И только в случае Ni регистрируется обогащение донных отложений на расстоянии более 100 м (2,7-4,3 мг/кг). Однако при удалении на 600 м от сброса содержание Ni достигает значений, характерных для фонового участка р. Десна (1,6-1,8 мг/кг).

Снижение концентрации металлов в воде и донных отложениях на участке ниже сброса очистных сооружений отражает сопряженные процессы разбавления сточных вод и самоочищения экосистемы реки. В результате на небольшом расстоянии происходит быстрое понижение содержания загрязнителей до уровней, характерных для контрольных участков. Таким образом, крупномасштабные исследования химического состава воды и донных отложений (с интервалом опробования более 100 м) могут быть неспособными выявить даже такие мощные источники загрязнения речных экосистем.

Содержание тяжелых металлов в тканях исследованных моллюсков показало более сложную пространственную динамику. Интенсивное накопление Cd было характерно для брюхоногих моллюсков *L. stagnalis* как в фоновых условиях, так и в условиях загрязнения (рис. 1). Двустворчатые моллюски показали близкие уровни накопления. Поступление загрязненных стоков приводит к достоверному повышению содержания Cd в моллюсках *L. stagnalis* и *A. anatina* на участке, расположенном на расстоянии более 600 м ниже сброса. При этом максимум накопления регистрируется на удалении 100 м от устья р. Белоус. Повышенное содержание Cd в тканях моллюсков *U. tumidus* регистрируется на протяжении 12 км, достигая максимума на расстоянии 1,5 км.

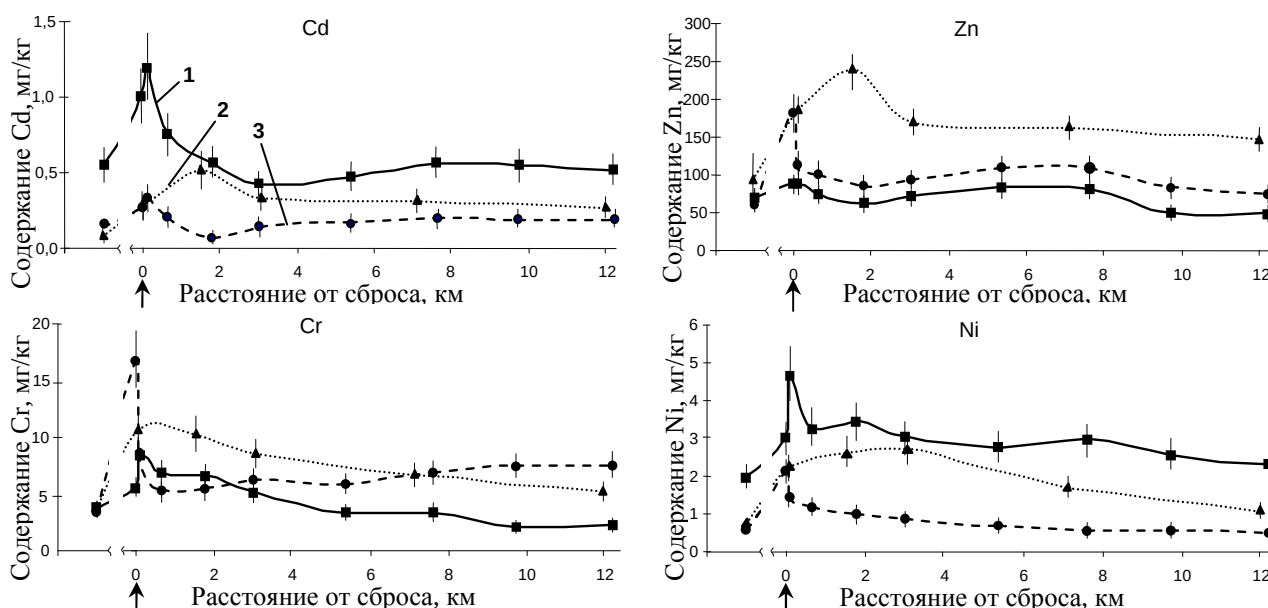


Рис. 1. Пространственная динамика накопления тяжелых металлов моллюсками *L. stagnalis* (1), *U. tumidus* (2) и *A. anatina* (3) в условиях поступления сточных вод (↑).

Подобная картина характерна для накопления Zn, когда повышенное содержание в тканях *U. tumidus* регистрируется на значительном удалении от источника загрязнения. В тоже время статистически значимое повышение концентрации металла в тканях *L. stagnalis* и *A. anatina* отмечено лишь в непосредственной близости от сброса очистных сооружений.

Максимальная концентрация Cr в тканях всех исследованных моллюсков отмечена на расстоянии 100 м от источника загрязнения. На нижележащих участках речного русла происходит быстрое снижение содержания металла, достигая уровней контрольного района. Только ткани *U. tumidus* показывают повышенное накопление Cr на расстоянии нескольких километров.

В отличие от рассмотренных выше металлов, повышенное накопление Ni в тканях всех исследованных моллюсков наблюдается на более значительном расстоянии. Так, *L. stagnalis* характеризуется статистически значимым ($p < 0,05$) превышением фонового уровня на расстоянии более 3 км. При этом максимум накопления отмечается на расстоянии 100 м от источника загрязнения. Моллюски *A. anatina* показывают максимальное содержание непосредственно в районе сброса очистных сооружений. Мягкие ткани *U. tumidus* характеризуются повышенной концентрацией на всем протяжении 3 км участка, лежащего ниже места впадения сточных вод.

Визуальное сравнение пространственного распределения содержания тяжелых металлов показывает, что, несмотря на высокие уровни аккумуляции загрязнителей в тканях *U. tumidus*, данный вид моллюсков характеризуется некоторым запаздыванием проявления максимальных уровней накопления. В результате повышение содержания металлов наблюдается на расстоянии 1,5-3,0 км от района поступления загрязненных стоков. Повышенное накопление металлов моллюсками *L. stagnalis* и *A. anatina* отмечено в непосредственной близости от источника загрязнения. Таким образом, данные виды моллюсков могут быть использованы для выявления мест скрытого поступления загрязненных стоков с точностью до 100 м.

Однако, несмотря на статистически значимое превышение фоновых уровней в районе поступления сточных вод, накопление тяжелых металлов данными видами моллюсков характеризуется различной контрастностью. Для количественной характеристики интенсивности накопления металлов моллюсками в районе поступления загрязнения по сравнению с контрольными участками использовали показатель контрастности K геохимических аномалий геохимических аномалий (1) (табл. 1).

Таблица 1

Содержание тяжелых металлов в тканях моллюсков (мг/кг) в районе поступления сточных вод ($C_{\text{тах}}$), в контрольных условиях ($C_{\text{фон}}$) и показатель контрастности накопления (K)

Вид	Cd			Zn			Cr			Ni		
	$C_{\text{тах}}$	$C_{\text{фон}}$	K	$C_{\text{тах}}$	$C_{\text{фон}}$	K	$C_{\text{тах}}$	$C_{\text{фон}}$	K	$C_{\text{тах}}$	$C_{\text{фон}}$	K
<i>L. stagnalis</i>	1,20	0,55	2,6	91	70	1,4	8,3	3,8	2,2	4,5	2,0	3,6
<i>A. anatina</i>	0,35	0,14	2,8	183	64	3,6	8,7	3,5	3,7	2,2	0,6	3,0
<i>U. tumidus</i>	0,52	0,09	3,1	237	94	3,0	10,7	3,8	2,3	2,7	0,8	2,4

В результате установлено, что моллюски *A. anatina* характеризуются наибольшей разрешающей способностью к выявлению источников поступления в водоем стоков, обогащенных Zn и Cr (см. табл. 1). Моллюски *L. stagnalis* контрастно выявляют районы повышенного накопления Ni. Загрязнение Cd вызывает наибольший отклик в накоплении данного элемента в тканях *U. tumidus*, хотя при этом абсолютные величины содержания металла невысоки.

Отмеченные отличия в особенностях накопления металлов близкими видами Unionidae, возможно, связаны с анатомо-физиологическими особенностями данных моллюсков.

Например, относительная масса жабр у представителей рода *Unio* составляет только 7,5% массы тела, в то время как моллюски рода *Anodonta* характеризуются наличием крупных жабр, масса которых достигает 26% общей массы тела [12]. Известно, что жабры являются важным органом поглощения тяжелых металлов как в растворенной форме [13], так и взвешенной формах [14].

Выводы

1. Использование параметров химического состава воды в районе поступления сточных вод г. Чернигова не позволяет сделать однозначный вывод о наличии загрязнения экосистемы р. Десны Cd, Cr и Ni.

2. Донные отложения значительно обогащены тяжелыми металлами непосредственно в районе разгрузки сточных вод. На расстоянии 100 м наблюдается снижение содержания кислоторастворимой фракции тяжелых металлов до величины фоновых уровней.

3. Наибольшей разрешающей способностью к выявлению участков поступления загрязнения обладают моллюски, причем разные виды показывают различные индикаторные свойства: *A. anatina* контрастно выявляют Zn и Cr, *L. stagnalis* – Ni. Несмотря на высокие уровни аккумуляции металлов, моллюски *U. tumidus* характеризуется запаздыванием проявления максимальных уровней накопления, которые регистрируются на удалении до 3 км ниже расположения источника загрязнения.

Список литературы

1. Бессонов О. А. Биогеохимический цикл тяжелых металлов в экосистеме Нижнего Дона / О. А. Бессонов, С. Л. Белова, Д. И. Водолазкин. – Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского ун-та, 1991. – 112 с.
2. Микроэлементы в природных водах и атмосфере // Тр. Ин-та экспериментальной метеорологии. – 1974. – Т. 2. – 183 с.
3. Минеев В. Г. Практикум по агрохимии / В. Г. Минеев, В. Г. Сычев, О. А. Амелянчик и др. – М.: Из-во МГУ, 2001. – 689 с.
4. Романенко В. Д. Идентификация и оценка "горячих точек" в бассейне Днепра на территории Украины / В. Д. Романенко, С. А. Афанасьев, О. Г. Васенко и др. / Под ред. А. А. Галяпы. – К.: "ПолиграфКонсалтинг", 2004. – 282 с.
5. Саэт Ю. Е. Геохимия окружающей среды / Ю. Е. Саэт, Б. А. Ревич, Е. П. Янин. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
6. Хмелевской В. К. Геофизические методы исследования земной коры / В. К. Хмелевской / Дубна: Международный университет природы, общества и человека. – Дубна, 1997. – Кн. 1. – 276 с.
7. ASTM American Society for Testing and Materials. Standard guide for conducting in situ field bioassays with caged bivalves // Annual book of standards. – ASTM, Philadelphia. – 2003. – V. 11.05. – 212 p.
8. Conti M. E. A statistical approach applied to trace metal data from biomonitoring studies / M. E. Conti, M. Iacobucci, G. Cecchetti // Int. J. Environment and Pollution. – 2005. – V. 23, N. 1. – P. 29–41.
9. Farris J. L. Freshwater bivalve ecotoxicology / J. L. Farris, van J. H. Hassel (ed.). – Pensacola, SETAC Press, 2006. – 375 p.
10. Goldberg E. D. The mussel watch – first step in global marine monitoring / E. D. Goldberg // Mar. Pollut. Bull. – 1975. – V. 5. – P. 111–121.
11. Jamil A. Mussels as bioindicators of trace metal pollution in the Danube delta of Romania / A. Jamil, K. Lajtha, S. Radan et al. // Hydrobiol. – 1999. – V. 392. – P. 143–158.
12. Hemelraad J. Cadmium kinetics in freshwater clams. II A comparative study of cadmium uptake and cellular distribution in the *Anodonta cygnea*, *Anodonta anatina* and *Unio pictorum* / J. Hemelraad, D. A. Holwerda, K. J. Teards et al. // Arch. Environ. Contam. Toxicol. – 1986. – 15. – P. 9–21.

13. Holwerda D. A. Cadmium kinetics in freshwater clams. Uptake of cadmium by the excised gill of *Anodonta anatine* / D. A. Holwerda, J. D. Knecht, J. Hemelraad, P. R. Veenhof // Bull. Environ. Contam. Toxicol. – 1989. – V. 42. – P. 382–388.

14. Otchere F. A. Heavy metal concentrations and burden in the bivalves (*Anadara (Senilia) senilis*, *Crassostrea tulipa* and *Perna perna*) from lagoons in Ghana: Model to describe mechanism of accumulation/excretion / F. A. Otchere // Afr. J. Biotechnol. – 2003. – V. 2, № 9. – P. 280–287.

15. ICES Report of the ICES Advisory Commmittee on the Marine Environment. – Denmark, Copenhagen. – 2004. – V. 1, N 1. – 283 p.

16. V.-Balogh K. Heavy metal concentrations of *Lymnaea stagnalis* L. in the environs of Lake Balaton / K. V.-Balogh, D. S. Fernandez, J. Salanki // Water research. – 1988. – V. 22, N 10. – P. 1205–1210.

Лукашов Д. В. Індикаторне значення прісноводних молюсків при виявленні джерела забруднення річкової екосистеми важкими металами. – Досліджено накопичення Cd, Zn, Cr і Ni в м'яких тканинах молюсків *Lymnaea stagnalis*, *Anodonta anatina* та *Unio tumidus* у районі надходження стічних вод очисних споруд м. Чернігова до р. Десни. Розраховано показник контрастності накопичення металів молюсками в умовах забрудненого району в порівнянні з фоновою ділянкою річкового русла. Встановлено, що молюски *L. stagnalis* найбільш чітко виявляють наявність забруднення Ni, *A. anatina* – Zn та Cr.

Ключевые слова: пресноводные моллюски, тяжелые металлы, биоконцентраторы, мониторинг.

Lukashov D. V. The freshwater mollusks indicator ability for revealing of the heavy metals pollution source of river ecosystem. – The Cd, Zn, Cr and Ni accumulation in *Lymnaea stagnalis*, *Anodonta anatina* and *Unio tumidus* mollusks soft tissues was explored in sewage outflow area of municipal wastewater treatment plant of Chernigov city in Desna river. The contrasting factor of metals accumulation by mollusks in polluted area was calculated in comparison with background area of the river. It is shown that *L. stagnalis* most clearly reveals contamination by Ni, *A. anatina* – by Zn and Cr.

Key words: freshwater mollusk, heavy metals, bioconcentration, monitoring.

УДК 599:591.58

© А. В. Михеев

КЛАССИФИКАЦИЯ СЛЕДОВ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ МЛЕКОПИТАЮЩИХ КАК СИГНАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИНФОРМАЦИОННОГО ПОЛЯ

*Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара
49010, г. Днепропетровск, пр. Гагарина, 72; e-mail: zestforest@ua.fm*

Михеев А. В. Классификация следов жизнедеятельности млекопитающих как сигнальных элементов информационного поля. – Следы жизнедеятельности млекопитающих рассмотрены нами как опосредованно функционирующие сигнальные элементы информационного поля. Обоснованы принципы их классификации на основе соответствия различным формам жизнедеятельности (передвижение; питание; формирование убежищ; физиологические отправления; жизненные потребности). Предложены параметры, характеризующие основные свойства сигнальных элементов: 1) сигнальное содержание (следы присутствия/следы маркировки); 2) длительность существования (кратко-/долгосрочные); 3) структура (простая/сложная).

Ключевые слова: млекопитающие, сигналы животных, следы жизнедеятельности, информационное поле, поведенческая экология.

Введение

Осуществление информационного процесса – процесса передачи информации – возможно лишь при наличии соответствующих носителей. В живых системах взаимодействие биологических объектов происходит посредством сигналов различной модальности, содержащих информацию о свойствах и возможностях [1, 10-12, 14, 16, 20, 21, 27, 33, 35, 42, 44, 45, 49].

Для млекопитающих наибольшее значение приобретают способы передачи информации в опосредованной форме – когда сигналами служат не признаки самого животного или компоненты его поведения, а следы его активности; в этом случае сигналы исходят от предметов, подвергавшихся определенному воздействию [2, 5, 6, 8, 10, 11-15, 16-18, 20, 21, 23, 24, 30, 35, 47]. Справедливость этого положения для млекопитающих – с характерным для них высоким уровнем развития нервной системы – находит убедительное подтверждение в том числе и с позиций биокибернетики: ведь сложность информационных отношений во многом определяется степенью их опосредованности [19].

Совокупности подобного рода сигнальных элементов формируют информационные (в терминологии Н. П. Наумова – биологические сигнальные) поля [4, 6-12, 14]. На их фоне более эффективно осуществляются и другие типы коммуникации, в том числе посредством акустических сигналов или визуальных демонстраций. В свою очередь на основе такой интегральной совокупности сигнальных элементов животные реализуют жизненно необходимые экологические функции – расселение, охрану территории, взаимодействие с другими особями, размножение, воспитание потомства и проч.

Таким образом, исследование информационных процессов, происходящих в популяциях и сообществах млекопитающих, непосредственно связано с изучением соответствующих жизненных проявлений животных – следов их жизнедеятельности. Общий подход к их систематизации был в свое время предложен Н. Н. Руковским [17], который объединял их в пять отдельных групп. Вместе с тем приходится констатировать, что известные классификационные схемы, а также и модели биологической сигнализации [13, 17, 18, 24, 32-34, 37, 39-41, 43] не рассматривают отдельные классы и виды сигналов в качестве элементов информационного поля. В рамках как ранних [10, 11], так и современных [9, 12, 14] подходов к исследованию информационно-коммуникативных процессов млекопитающих попытки классификации следов их жизнедеятельности в указанном аспекте до настоящего времени также не предпринимались.

Принципы классификации и параметры сигнальных элементов информационных полей

На наш взгляд, первым шагом построения подобного рода классификации должно быть определение формы жизнедеятельности, в рамках которой формируются соответствующие следы, выполняющие в информационном поле функцию сигналов. В свою очередь разнообразные сигнальные элементы могут быть систематизированы и охарактеризованы с помощью набора параметров.

Прежде всего в числе таковых необходимо рассмотреть сигнальное содержание, присущее элементу информационного поля. Здесь мы выделяем два варианта. Разумеется, любой след как таковой – даже оставленный непреднамеренно или случайно – всегда выражает имевший место факт присутствия животного в системе соответствующих координат "место-время". Другая особь может получить информацию об этом через различные каналы – визуальный, ольфакторный и проч. Оставление следа может осуществляться вне соответствующей специфической формы поведения и зачастую происходит как бы "само собой", без четкой территориальной приуроченности. Известно, например, что значительное количество информации о себе и окружающей среде звери передают друг другу с помощью продуктов экскреции [2, 14-16, 20, 30, 35].

Вместе с тем в поведении большинства млекопитающих можно выделить такую его форму, как маркировочное поведение. Соответственно многие сигналы животных относятся к различным способам маркировки территории (мочой, экскрементами, пахучими выделениями желез), как наиболее мягкой (не связанной с агрессией) формы ее индивидуализации, и реализуются в рамках соответствующих поведенческих актов [2, 3, 10, 11, 15, 16, 20, 22, 25, 30, 35]. Таким образом, оставлению меток, в отличие от прочих следов, свойственен в некоторой степени целенаправленный характер. Обеспечение этим способом связей между особями приобретает вероятностную основу и происходит путем "вывешивания объявлений" и "обращения всех ко всем" [10-12, 15, 16, 20, 23, 35].

В целом эволюционное становление приспособлений к маркировке территории шло одновременно путем формирования морфологических адаптаций и, в ещё большей степени, путем выработки наследственных стереотипов поведения, связанных как с процессом маркировки, так и с реакцией на метку другой особи [15, 16, 25]. В эволюции способов оставления меток млекопитающих можно выделить ряд адаптивных форм повышения надежности носителей информации, увеличения площади, на которую оставлена запаховая метка, продления времени ее действия ("консервация"), а также обеспечения наиболее вероятного ее обнаружения другими особями [15, 16]. При передвижении на местности млекопитающие наносят свои выделения на поверхность различных предметов, особенно таких, которые могут служить хорошими ориентирами [5, 10-12, 30]. Таким образом, естественная физиологическая функция дефекации приобретает маркировочное значение при условии её определенной пространственной приуроченности и востребованности такого сигнала со стороны других животных.

Исходя из вышеизложенного, по сигнальному содержанию мы подразделяем элементы информационного поля на следы присутствия (СП) и следы маркировки (СМ) (табл. 1).

Рассмотрение следов жизнедеятельности в качестве сигнальных элементов информационного поля определяет необходимость оценки продолжительности их сигнального действия, т.е. длительности существования. В структуре сигнальных полей Н. П. Наумов особое значение придавал следам жизнедеятельности, которые передаются из поколения в поколение, – "долгоживущим сигналам", с помощью которых новым поколениям животных передается опыт предшествующих. К таковым относятся норы, тропы, скопления помета, запаховые и визуальные метки и проч. Постепенно накапливаясь, такие сигналы образуют "матрицу стабильных элементов", формирующих своеобразный аппарат памяти в надорганизменной среде [10-12].

Таблица 1

**Классификация следов жизнедеятельности как сигнальных элементов
информационного поля млекопитающих**

Форма жизнедеятельности	Сигнальное содержание	Длительность существования	Структура	
			Простая (П)	Сложная (С)
Передви- жение	СП	К	Отдельные следы. Следовые дорожки. Посорка.	Скопления (сгущения) следов. Групповые следы.
		Д	?	Постоянные тропы.
	СМ	?	?	?
Питание	СП	Д	Погрызы коры. Обкусанные ветки, стебли и проч. Остатки добычи. Запасы пищи (кладовые). Расщепленные старые пни и стволы деревьев. Ямки-покопки.	Порои почвы.
	СМ	?	?	?
Формирование убежищ	СП	К	Временные убежища естественного происхождения.	?
		Д	Отдельные норы. Простые ходы в почве, подстилке или под снегом. Выбросы почвы. Лежки. Убежища конструктивного типа (гнезда, гайна, хатки). Дуплогнездные убежища.	Сложные системы подземных ходов. Сложные поселения (городки).
	СМ	?	?	?
Физиологи- ческие от- правления	СП	К	Моча.	?
		Д	Помет.	?
	СМ	К	Мочевые метки.	?
		Д	Экскреторные (фекальные) метки.	Уборные. Отхожие места.
Жизненные потребности	СП	К	?	?
		Д	Горки для катания	Грязевые ванны (купалки).
	СМ	К	Поскребы грунта когтями.	?
		Д	Метки клыками или когтями на коре. Почесы коры.	Пахучие выделения кожных желез.

Примечание: ? – следы жизнедеятельности не выявлены.

По критерию устойчивости к внешним факторам (ветер, осадки, иссушение и проч.) элементы информационного поля можно дифференцировать на кратко- (К) и долгосрочные (Д) (см. табл. 1). В первом случае продолжительность их существования варьирует от нескольких часов до 1-3 суток. При этом их сигнальное значение и, следовательно, возможность восприятия другими животными резко снижается либо вообще исчезает.

Напротив, долгосрочные сигнальные элементы могут быть хорошо различимы и информативны от 4-5 суток до нескольких недель, месяцев и, в отдельных случаях, даже лет.

И, наконец, структурный параметр позволяет оценить степень сложности сигнала (см. табл. 1), в первую очередь – по интенсивности, составу либо территориальному охвату.

Следы различных форм жизнедеятельности млекопитающих: классификационная схема

От принципиальной схемы перейдем к рассмотрению реально существующих в природе примеров зоогенного влияния на объекты среды. Жизненные проявления млекопитающих, результатом которых являются оставляемые в окружающей обстановке следы, чрезвычайно разнообразны, что обусловлено комбинаторикой форм жизнедеятельности и рассмотренных выше параметров. Однако в плане качественной систематизации их можно свести к нескольким группам (см. табл. 1).

Не вызывает сомнений правомочность выделения таких форм жизнедеятельности, как передвижение, питание и формирование убежищ, которые соответствуют потребностям представителей любого вида млекопитающих. Отметим, что практически такие же группы следов жизнедеятельности представлены в схеме Н. Н. Руковского [17].

Следами разнообразных передвижений зверей являются собственно следы, т. е. отпечатки лап, копыт и проч., конфигурация которых определяется характерным строением конечностей представителей различных систематических групп. Такие следы могут быть представлены как отдельными отпечатками, так и протяженными следовыми дорожками – на снегу, песке, сыром мягком грунте и т. д. Здесь же нужно отметить скопления (сгущения) следов отдельных особей, групповые следы (скопления следов разных особей), устойчивые звериные тропы, а также так называемые наброды (по росе) и посорку (листья, хвоя, кусочки коры и проч., осыпавшиеся с деревьев при передвижении животных по ветвям).

В результате трофической деятельности образуются разнообразные остатки пищи растительного и животного происхождения, кормовые площадки и "столики", запасы пищи (кладовые). Многие млекопитающие оставляют после себя различные ямки-покопки (при извлечении из почвы корневищ, личинок насекомых, кладок рептилий и проч.), раскопанные норы мелких зверьков, разрытые муравейники, разрушенные старые пни и стволы деревьев, обширные почвенные порои (взрыхленная подстилка и верхний слой почвы). К этой же категории следов относятся погрызы коры, обкусанные ветки, стебли и т. д.

Млекопитающие не только активно используют многочисленные убежища естественного происхождения (дупла, подснежные пустоты, западины, понижения, полости под корягами, ветровалом и комлями деревьев), но и обустраивают собственные. К таковым относятся убежища конструктивного типа (гнезда, гайна, хатки), логовища, лежки, ходы в почве или подстилке, отдельные норы, сложные поселения с многочисленными (от 2-3 до нескольких десятков) входами – так называемые городки. В процессе обустройства убежищ также формируются различные по характеру и масштабу выбросы почвы, скопления растительного материала и проч.

Мы считаем, что необходимо выделить еще две формы жизнедеятельности млекопитающих – связанные с осуществлением их физиологических отправлений и жизненных потребностей (см. табл. 1). В первом случае следы формируются непосредственно в процессе деуринации и дефекации и представляют собой мочевые точки, отдельные экскременты (помет) и их скопления в виде отхожих мест или "уборных". Важно подчеркнуть, что эти процессы отражают естественные функции организма (в том числе и искусственно изолированного от природной среды) и осуществляются любым животным, даже и не в связи с маркировочным поведением. Напротив, жизненные потребности не являются насущно необходимыми для поддержания жизни индивида. Соответствующие поведенческие реакции могут проявляться (или нет) в зависимости от состояния животного или комплекса событий окружающей среды. Таким образом, можно конкретизировать, что физиологические отправления определяются физиологией внутренних процессов, тогда как

реализация жизненных потребностей осуществляется на комплексной основе физиологической (поведенческой и проч.) мотивации и внешних средовых параметров. Именно этим обусловлено отнесение "отправлений" и "потребностей" в отдельные категории, тогда как в схеме Н. Н. Руковского все эти жизненные проявления сведены в одну группу.

В рамках нашего подхода следами реализации жизненных потребностей могут считаться следы линьки или ухода за волосяным покровом (в том числе на коре так называемых чесальных деревьев), очесы рогов, грязевые ванны (купалки), поскребы когтями или клыками на почве, коре и проч.

В уже упомянутой классификации [17] выделена еще одна группа следов – "следы общения животных между собой или следы передачи информации". Однако мы считаем, что обособление указанной категории нецелесообразно, т. к. соответствующие следы оставляются в процессе более широких по своему содержанию поведенческих актов и, как правило, сопровождают (дополняют) другие жизненные отправления млекопитающих. Действительно, большинство из приведенных автором примеров (метки на стволах деревьев, царапины на грунте, нанесение на отдельные предметы выделений желез) относятся к тем формам жизнедеятельности, выделение которых уже обосновано нами в рамках предлагаемой классификации. В ней, в частности, мы учитываем, что маркировка больше относится к сигнальному содержанию элемента информационного поля, а не к форме жизнедеятельности, в рамках которой он продуцируется. Более того, оставление животными запаховой или визуальной метки зачастую прямо связано с дефекацией (деуринацией).

Комплексные сигнальные элементы информационного поля

В представленной схеме (см. табл. 1) сигнальные элементы ИП классифицированы нами на основе различий качественного характера. Но важно учитывать, что при всем разнообразии отдельных следов млекопитающих формируемая на их основе интегральная структура информационного поля на самом деле оказывается гораздо сложнее. Достигается это, прежде всего, за счет создания животными комплексных сигнальных элементов с множеством вариантов сочетаний различных следов жизнедеятельности. Такие комплексные образования могут объединять в себе несколько как простых, так и сложных сигналов, т. е. в данном случае понятия "комплексность" и "сложность" не являются тождественными.

В этой связи можно выделить два аспекта. Во-первых, формулируя основные положения концепции биологического сигнального поля, Н. П. Наумов изначально подчеркивал его комплексный характер, обусловленный тем, что организмы взаимодействуют со средой как целостные системы, сопоставляя информацию, полученную по разным каналам, и формируя интегральную ответную реакцию [10]. Хотя решающее значение в ней могут иметь сигналы той или иной природы, комплексный характер реакции сохраняется. Во-вторых, исследования сигнально-коммуникационных систем животных приводят к выводу, что важным, но не всегда учитываемым эволюционным влиянием на характер сигналов является способность "приемника" обнаружить их, различить и запомнить [31, 36, 43]. В данном случае именно комплексность сигнала облегчает его восприятие. Указывается, в частности, что многие виды животных не только производят сигналы, но и реагируют на сигналы, составленные из множественных компонентов. Причиной для развития таких сложных сигналов, возможно, является то, что они обеспечивают более надежную информацию для реципиентов. Их различаемость оказывается более легкой за счет лучшего распознавания, более быстрого научения дискриминации и многомерному обобщению [29, 46, 48]. К этому можно добавить, что включение в сигнал нескольких компонентов оправдано в том смысле, что некоторые из них могут усиливать прочие компоненты [38]. Например, информативность таких меток, как моча и экскременты может дополнительно увеличиваться за счет примешивания к ним выделений придаточных желез половой системы [20, 26].

Действительно, визуальная маркировка сама по себе менее свойственна млекопитающим; но часто именно она сопровождает оставление запаховых следов, т. е. придает им комплексный характер [10, 11, 16]. В частности, смысл экскреторной метки как запахового сигнала о владении территорией доказывается тем, что, например, некоторые хищные звери дополнительно скребут у метки землю когтями [2, 28].

С другой стороны, формирование комплексных сигнальных элементов зачастую одновременно достигается посредством дополнительной экскреторной маркировки. В этом и проявляется особое значение маркировочных сигналов, которые могут сочетаться с любыми прочими следами жизнедеятельности. Характерными примерами этого можно считать кучки помета и мочевые метки, оставляемые животными по ходу следовых дорожек, возле нор, покопок или остатков добычи (рис. 1).



Рис. 1. Пример комплексного сигнального элемента информационного поля лисицы: экскреторные метки (показаны стрелками) возле разрытой кладки болотной черепахи.

На основании вышеизложенного общую направленность формирования информационных полей млекопитающих можно представить следующим образом. Разнообразие и функциональность структуры информационного поля складываются за счет наложения и комбинирования простых и сложных сигнальных элементов с активным включением маркировки, а также с привязкой к определенным объектам местообитаний. Результатом этих процессов со временем может стать образование динамичной системы разнообразных следов присутствия и маркировки, которые отличаются различными физико-химическими параметрами и временными характеристиками. Основой ИП на изменчивом экологическом фоне может быть, например, сеть долгосрочных сигнальных элементов и постоянно маркируемых пунктов, пронизываемая регулярно возобновляемыми краткосрочными следами жизнедеятельности (внесение многих из которых может быть стохастичным). При этом таких простых краткосрочных сигналов может быть значительное количество, что непосредственно подтверждается эмпирическими наблюдениями.

Заключение

Разумеется, на данном этапе предлагаемая классификация следов жизнедеятельности млекопитающих как элементов их информационных полей должна рассматриваться в виде

базовой, рабочей. Учитывая, что сигналы и жизненные проявления млекопитающих чрезвычайно разнообразны по форме и содержанию, она, вне всякого сомнения, может и должна быть дополнена, а возможно, и частично видоизменена в процессе развития экологических и этологических исследований в этом направлении. В частности, в экспериментах или полевых наблюдениях может быть показано маркировочное значение некоторых следов млекопитающих, рассматриваемых на данном этапе в качестве простых следов присутствия. В перспективе представляются чрезвычайно важными разработка и совершенствование полевых методик качественного выявления и количественного описания запаховых следов млекопитающих, в первую очередь – наносимых на различные объекты пахучих меток специфических кожных желез, которые органами чувств человека в природе практически не различимы.

Список литературы

1. Коган А. Б. Биологическая кибернетика / А. Б. Коган, Н. П. Наумов, В. Г. Режабек и др. – М.: Высш. шк., 1972. – 384 с.
2. Корытин С. А. Поведение и обоняние хищных зверей / С. А. Корытин. – М: МГУ, 1979. – 224 с.
3. Литвинова Е. М. Запаховая маркировка семейного участка стаи волков: связь с происходящими в группе социальными изменениями / Е. М. Литвинова, Х. А. Эрнандес-Бланко // Тез. докл. IV Всеросс. конф. по поведению животных (29.10–01.11.2007 г.). – М.: Т-во научных изданий КМК, 2007. – С. 191–192.
4. Михеев А. В. Информационные поля млекопитающих в лесных экосистемах аренного комплекса / А. В. Михеев // Уч. зап. Таврического национального ун-та им. В. В. Вернадского. Сер. "Биология". – 2001. – Т. 14 (53), № 2. – С. 121–124.
5. Михеев А. В. Роль почвенного покрова в формировании информационных полей млекопитающих в лесных биогеоценозах / А. В. Михеев // Грунтознавство. – 2003 а. – Т. 4, № 1–2. – С. 43–50.
6. Михеев А. В. Систематизация следов жизнедеятельности как метод изучения информационно-коммуникативных связей в сообществах млекопитающих / А. В. Михеев // Экологія та ноосферологія. – 2003 б. – Т. 13, № 1–2. – С. 93–98.
7. Михеев А. В. Типология степных лесов А. Л. Бельгарда и вопросы изучения поведенческой экологии млекопитающих / А. В. Михеев // Экологія та ноосферологія. – 2008. – Т. 19, № 3–4. – С. 59–66.
8. Михеев А. В. Исследования информационных процессов млекопитающих: концепция зоогенного информационного поля / А. В. Михеев // Мат. Всеукр. наук. конф., присв. 175-річчю заснування кафедри зоології "Зоологічна наука у сучасному суспільстві" (15–18.09.2009 р.). – К.: Фітосоціоцентр, 2009. – С. 303–307.
9. Мозговой Д. П. Информационно-знаковые поля и поведение млекопитающих: теория и практика / Д. П. Мозговой // Вестник СамГУ. Естественнонаучная сер. – 2005. – № 2. – С. 238–249.
10. Наумов Н. П. Сигнальные (биологические) поля и их значение для животных / Н. П. Наумов // Журн. общей биологии. – 1973. – Т. 34, № 6. – С. 808–817.
11. Наумов Н. П. Биологические (сигнальные) поля и их значение в жизни млекопитающих / Н. П. Наумов // Успехи современной териологии. – М.: Наука, 1977. – С. 93–108.
12. Никольский А. А. Экологические аспекты концепции биологического сигнального поля млекопитающих / А. А. Никольский // Зоол. журн. – 2003. – Т. 82, вып. 4. – С. 443–449.
13. Ошмарин П. Г. Следы в природе / П. Г. Ошмарин, Д. Г. Пикунов. – М.: Наука, 1990. – 296 с.
14. Поярков А. Д. Биологическое сигнальное поле как метатеория коммуникативных процессов / А. Д. Поярков // Мат. науч. конф. "Поведение и поведенческая экология млекопитающих" (04–08.10.2005 г.). – М.: Т-во научных изданий КМК, 2005. – С. 201–203.

15. Рожнов В. В. Опосредованная хемотрасмисья и эволюция кунных / В. В. Рожнов // Изв. АН ССР. Сер. биол. – 1991. – № 6. – С. 882–896.
16. Рожнов В. В. Запаховая метка как инструмент информационной экспансии у млекопитающих / В. В. Рожнов // Мат. науч. конф. "Поведение и поведенческая экология млекопитающих" (04–08.10.2005 г.). – М.: Т-во научных изданий КМК, 2005. – С. 208–211.
17. Руковский Н. Н. К систематизации следов жизнедеятельности животных / Н. Н. Руковский // Тез. докл. IV съезда Всесоюз. териол. общ-ва. – М.: Наука, 1986. – Т. 1. – С. 337.
18. Руковский Н. Н. По следам лесных зверей / Н. Н. Руковский. – М.: Агропромиздат, 1988. – 175 с.
19. Сетров М. И. Информационные процессы в биологических системах / М. И. Сетров. – М.: Наука, 1974. – 156 с.
20. Соколов В. Е. Химическая коммуникация млекопитающих / В. Е. Соколов // Успехи современной териологии. – М.: Наука, 1977. – С. 229–254.
21. Темброк Г. Коммуникация у млекопитающих / Г. Темброк // Успехи современной териологии. – М.: Наука, 1977. – С. 255–278.
22. Терновский Д. В. Биология куницеобразных / Д. В. Терновский. – Новосибирск: Наука, 1977. – 280 с.
23. Фабри К. Э. Типы передачи информации у животных и корни человеческих форм общения / К. Э. Фабри // Вопросы зоопсихологии, этологии и сравнительной психологии. – М.: МГУ, 1975. – С. 140–141.
24. Формозов А. Н. Спутник следопыта / А. Н. Формозов. – М.: МГУ, 1989. – 320 с.
25. Шилов И. А. Роль группового поведения в поддержании популяционного гомеостаза у позвоночных животных / И. А. Шилов // Науч. докл. высш. шк. Биол. науки. – 1973. – № 5. – С. 7–18.
26. Шилов И. А. Механизмы формирования и поддержания пространственно-этологической структуры популяций / И. А. Шилов // Структура популяций у млекопитающих. – М.: Наука, 1991. – С. 65–85.
27. Шмальгаузен И. И. Кибернетические вопросы биологии / И. И. Шмальгаузен. – Новосибирск: Наука, 1968. – 224 с.
28. Эрнандес-Бланко Х. А. Поскреб волка (*Canis lupus lupus*) как индикатор принадлежности к возрастной группе / Х. А. Эрнандес-Бланко, А. Д. Поярков, Е. М. Литвинова // Мат. науч. конф. "Поведение и поведенческая экология млекопитающих" (04–08.10.2005 г.). – М.: Т-во научных изданий КМК, 2005. – С. 229–231.
29. Arak A. Hidden preferences and the evolution of signals / A. Arak, M. Enquist // Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences. – 1993. – Vol. 340, № 1292. – P. 207–213.
30. Barja I. Decision making in plant selection during the faecal-marking behaviour of wild wolves / I. Barja // Animal Behaviour. – 2009. – Vol. 77, № 2. – P. 489–493.
31. Cate C. Biases in signal evolution: learning makes a difference / C. Cate, C. Rowe // Trends in Ecology & Evolution. – 2007. – Vol. 22, № 7. – P. 380–387.
32. Dawkins M. S. Are there general principles of signal design? / M. S. Dawkins // Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences. – 1993. – Vol. 340, № 1292. – P. 251–255.
33. Endler J. A. Some general comments on the evolution and design of animal communication systems / J. A. Endler // Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences. – 1993. – Vol. 340, № 1292. – P. 215–225.
34. Evans C. S. Referential signals / C. S. Evans // Perspectives in Ethology. – 1997. – № 12. – P. 99–143.
35. Gorman M. L. Scent marking strategies in mammals / M. L. Gorman // Rev. suisse zool. – 1990. – Vol. 97, № 1. – P. 3–30.

36. Guilford T. Receiver psychology and the evolution of animal signals / T. Guilford, M. S. Dawkins // *Animal Behaviour*. – 1991. – Vol. 42, № 1. – P. 1–14.
37. Guilford T. What are conventional signals? / T. Guilford, M. S. Dawkins // *Animal Behaviour*. – 1995. – Vol. 49, № 6. – P. 1689–1695.
38. Harper D. G. C. Maynard Smith: amplifying the reasons for signal reliability / D. G. C. Harper // *Journal of Theoretical Biology*. – 2006. – Vol. 239, № 2. – P. 203–209.
39. Hasson O. Towards a general theory of biological signaling / O. Hasson // *Journal of Theoretical Biology*. – 1997. – Vol. 185, № 2. – P. 139–156.
40. Hurd P. L. A strategic taxonomy of biological communication / P. L. Hurd, M. Enquist // *Animal Behaviour*. – 2005. – Vol. 70, № 5. – P. 1155–1170.
41. Johnston T. D. Theoretical considerations in the adaptation of animal communication systems / T. D. Johnston // *Journal of Theoretical Biology*. – 1976. – Vol. 57, № 1. – P. 43–72.
42. Krause J. Animal social networks: an introduction / J. Krause, D. Lusseau, R. James // *Behavioral Ecology and Sociobiology*. – 2009. – Vol. 63, № 7. – P. 967–973.
43. Maynard Smith J. Animal signals: models and terminology / J. Maynard Smith, D. G. C. Harper // *Journal of Theoretical Biology*. – 1995. – Vol. 177, № 3. – P. 305–311.
44. McGregor P. K. Communication networks: social environments for receiving and signalling behaviour / P. K. McGregor, T. M. Peake // *Acta Ethologica*. – 2000. – № 2. – P. 71–81.
45. Rendall D. What do animal signals mean? / D. Rendall, M. J. Owren, M. J. Ryan // *Animal Behaviour*. – 2009. – Vol. 78, № 2. – P. 233–240.
46. Rowe C. Receiver psychology and the evolution of multicomponent signals / C. Rowe // *Animal Behaviour*. – 1999. – Vol. 58, № 5. – P. 921–931.
47. Sadlier L. M. J. Methods of monitoring red foxes *Vulpes vulpes* and badgers *Meles meles*: are field signs the answer? / L. M. J. Sadlier, C. C. Webbon, P. J. Baker et al. // *Mammal Review*. – 2004. – Vol. 34, № 1-2. – P. 75–98.
48. Shettleworth S. J. Animal cognition and animal behaviour / S. J. Shettleworth // *Animal Behaviour*. – 2001. – Vol. 61, № 2. – P. 277–286.
49. Sih A. Social network theory: new insights and issues for behavioral ecologists / A. Sih, S. F. Hanser, K. A. McHugh // *Behavioral Ecology and Sociobiology*. – 2009. – Vol. 63, № 7. – P. 975–988.

Міхєєв О. В. Класифікація слідів життєдіяльності ссавців як сигнальних елементів інформаційного поля. – Сліди життєдіяльності ссавців розглянуті нами як опосередковано функціонуючі сигнальні елементи інформаційного поля. Обґрунтовано принципи їхньої класифікації на основі відповідності різним формам життєдіяльності (пересування; харчування; формування сховищ; фізіологічні відправлення; життєві потреби). Запропоновано параметри, що характеризують основні властивості сигнальних елементів: 1) сигнальний зміст (сліди присутності/сліди маркування); 2) тривалість існування (коротко-/довгострокові); 3) структура (проста/складна).

Ключові слова: ссавці, сигнали тварин, сліди життєдіяльності, інформаційне поле, поведінкова екологія.

Mikheyev A. V. The classification of mammal signs as signal elements of information field. – The mammal vital activity traces (signs) were examined as indirectly functioned signal elements of information field. The principles of their classification according to appropriate vital activity type (movement; feeding; refuges formation; physiological functions; living wants) were proved. We suggest parameters that define main features of signal elements: 1) signal substance (presence signs/markings signs); 2) longevity (short-/long-term); 3) structure (simple/complicated).

Key words: mammals, animal signals, signs, information field, behavioral ecology.

УДК 595.4

© Е. В. Прокопенко¹, А. В. Жуков²
**СТРУКТУРА НАСЕЛЕНИЯ ПАУКОВ (ARANEAE) БАЙРАЧНЫХ ЛЕСОВ
ДНЕПРОПЕТРОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

¹Донецкий национальный университет; 83050, г. Донецк, ул. Щорса, 46
e-mail: procor@dongu.donetsk.ua

²Днепропетровский государственный аграрный университет;
49600, Днепропетровск, ул. Ворошилова, 25; e-mail: zhukov_dnepr@rambler.ru

Прокопенко Е. В., Жуков А. В. Структура населения пауков (Araneae) байрачных лесов Днепропетровской области. – Исследование видового состава и структуры населения пауков байрачных дубрав было проведено методом почвенных ловушек в двух лесных массивах Днепропетровской области – байраках Яцев Яр и Войсковой. В байрачных дубравах зарегистрировано 43 вида пауков из 14 семейств. На степных участках – 38 видов, относящихся к 11 семействам.

Ключевые слова: пауки, структура населения, байрачные дубравы.

Введение

В условиях Степной зоны, характеризующейся аридным климатом, особый интерес с точки зрения фауистики, экологии, биологии отдельных видов представляют собой животные сообщества экстра- и интразональных лесных ценозов (байрачных и пойменных лесов). В связи с тем, что, являясь своего рода "островными лесными сообществами", эти местообитания служат естественными резервуарами мезофильных и гигрофильных видов, не встречающихся в типичных зональных группировках, видовое богатство фаун здесь выше, чем в плакорных местообитаниях.

Исследование видового состава и структуры населения пауков байрачных дубрав было проведено методом почвенных ловушек в двух лесных массивах Днепропетровской области – байраках Яцев Яр и Войсковой. Начальные сведения о пауках этих пунктов содержатся в ряде работ [4, 5, 8].

Материал и методика

Урочища принадлежат к байрачным лесам южного географического варианта [1]. Байрак Яцев Яр расположен вблизи с. Первое Мая (Днепропетровский р-н) (48°19'39,89''N и 35°10'55,17''E). Общая длина байрака – около 5,2 км с запада на восток, устьем он упирается в р. Днепр.

Материал отобран в восьми биогеоценозах вдоль катены, заложенной поперек главного направления байрака в его части, которая находится в 1 км от устья. Северная экспозиция: 1 – степная целинка; 2 – верхняя треть склона, бересто-пакленовая дубрава с ежей сборной; 3 – средняя треть, липо-ясеневая дубрава со звездчаткой; 4 – нижняя треть, липо-ясеневая дубрава с широколиственным; 5 – тальвег, пакленовая дубрава со снытью; южная экспозиция: 6 – нижняя треть склона, бересто-ясеневая дубрава с мятликом лесным; 7 – средняя треть, степная целинка. Почвенные ловушки были выставлены с 13.04 по 9.07.08 в числе трех в каждом локалитете, суммарная экспозиция составила 1890 ловушко-суток. Было собрано 1025 экз. пауков.

Байрак Войсковой находится вблизи с. Войсковое Солонянского района (48°10'51,99''N и 35°08'51,62''E). Пробные площади заложены в квартале № 21 Никольского лесничества. Общая длина байрака – около 3,2 км с востока на запад, устьем он упирается в р. Днепр. Основными лесобразующими породами выступают *Quercus robur*, *Acer campestre*, *Tilia cordata*, *Fraxinus excelsior*. В верхней трети склона северной экспозиции встречаются *Robinia pseudoacacia*, *Acer negundo*. В подлеске по всей территории байрака встречаются *Eunymus europea*, *Sambucus nigra*, *Acer campestre*. Среди травянистых растений доминируют *Aegopodium podagraria*, *Urtica dioica*, *Poa sylvicola*, *Convallaria majalis*, *Polygonatum multiflorum* [3].

Пробы отобраны в восьми биогеоценозах вдоль катены, заложенной поперек главного направления байрака в его средней части: 8 – степной участок; северная экспозиция: 9 –

верхняя треть, бересто-пакленовая дубрава с ежей; 10 – средняя треть, липо-ясеневая дубрава со звездчаткой; 11 – нижняя треть, липо-ясеневая дубрава с широколиственным; 12 – тальвег, пакленовая дубрава со снытью; южная экспозиция: 13 – нижняя треть, бересто-ясеневая дубрава с мятликом лесным; 14 – средняя треть, бересто-ясеневая дубрава с фиалкой опушенной; 15 – верхняя треть, бересто-чернокленовый дубняк с ежей.

Ловушки были установлены в период с 21.04 по 3.07.08. В каждом биогеоценозе разместили по 3 ловушки. Общая экспозиция составила 1728 ловушко-суток. Всего было собрано 810 экз. пауков.

Результаты и обсуждение

В исследованных байрачных дубравах зарегистрировано 43 вида пауков из 14 семейств. На первый взгляд таксономическое богатство степных участков немного ниже – 38 видов, относящихся к 11 семействам (табл. 1). Однако количество степных участков (и экспозиция ловушек) меньше, чем исследованных локалитетов в байрачных дубравах. Если пересчитать количество видов, собранных в каждом типе биоценоза, на экспозицию ловушек, то видовое богатство степных участков будет выше (1,5 видов на 100 ловушко-суток в лесу и 5,1 видов на 100 ловушко-суток в степи).

Динамическая плотность пауков в байрачных дубравах превышает этот показатель в степи почти в 2 раза (61,3 и 34,0 экз. на 100 ловушко-суток, соответственно). Снижение численности пауков в зональных степных ценозах сравнительно с интразональными и аazonальными было показано ранее на примере степных заповедников Левобережья Украины [6, 7].

Таблица 1

Видовой состав и относительная численность (%) герпетобионтных пауков исследованных байрачных лесов и степных целинок

Вид	Степь			Байрачный лес		
	Яцев Яр	Войсковой	Всего	Яцев Яр	Войсковой	Всего
<i>Atypus muralis</i> Bertkau, 1890	2,8	4,0	3,2	–	–	–
<i>Harpactea rubicunda</i> (C. L. Koch, 1838)	2,3	1,3	2,0	5,5	6,8	6,1
<i>Harpactea azowensis</i> Charitonov, 1956	1,1	–	0,8	0,1	–	0,1
<i>Harpactea</i> sp., juv	1,1	–	0,8	0,2	0,3	0,3
<i>Enoplognatha thoracica</i> (Hahn, 1833)	–	–	–	0,1	–	0,1
<i>Abacoproeces saltuum</i> (L. Koch, 1872)	–	1,3	0,4	0,4	–	0,2
<i>Anguliphantes angulipalpis</i> (Westring, 1851)	–	–	–	–	0,3	0,1
<i>Diplocephalus picinus</i> (Blackwall, 1841)	–	–	–	–	0,1	0,1
<i>Diplostyla concolor</i> (Wider, 1834)	–	1,3	0,4	0,1	–	0,1
<i>Gongylidiellum murcidum</i> Simon, 1884	–	–	–	0,2	–	0,1
<i>Meioneta rurestris</i> (C. L. Koch, 1836)	–	–	–	0,1	–	0,1
<i>Microneta viaria</i> (Blackwall, 1841)	0,6	–	0,4	0,1	–	0,1
<i>Panamomops menzei</i> Simon, 1926	–	–	–	0,1	0,1	0,1
<i>Tenuiphantes flavipes</i> (Blackwall, 1854)	–	2,6	0,8	0,1	3,3	1,6
<i>Walckenaeria furcillata</i> (Menge, 1869)	–	–	–	–	0,1	0,1
<i>Walckenaeria atrotibialis</i> (O. P.-Cambridge, 1878)	–	–	–	0,1	–	0,1
Linyphiidae gen. sp., juv	–	–	–	0,2	0,8	0,5
<i>Alopecosa pulverulenta</i> (Clerck, 1757)	4,0	1,3	3,2	–	0,3	0,1
<i>Alopecosa sulzeri</i> Pavesi, 1873	1,1	1,3	1,2	1,0	0,5	0,8
<i>Alopecosa taeniopus</i> Kulczynski, 1895	0,6	–	0,4	–	–	–
<i>Alopecosa trabalis</i> (Clerck, 1758)	8,5	–	6,0	0,6	–	0,3
<i>Arctosa lutetiana</i> (Simon, 1876)	4,0	21,1	9,1	3,9	11,9	7,6

Вид	Степь			Байрачний лес		
	Яцев Яр	Войсковой	Всего	Яцев Яр	Войсковой	Всего
<i>Pardosa agrestis</i> (Westring, 1861)	0,6	–	0,4	–	–	–
<i>Pardosa lugubris</i> (Walckenaer, 1802)	18,8	14,5	17,5	44,3	14,7	30,5
<i>Pirata hygrophilus</i> Thorell, 1872	–	–	–	7,0	1,8	4,6
<i>Trochosa ruricola</i> (De Geer, 1778)	0,6	–	0,4	0,6	0,4	0,5
<i>Trochosa terricola</i> Thorell, 1856	10,2	13,2	11,1	13,9	16,6	15,2
Lycosidae gen. sp., juv	20,5	11,8	17,9	10,2	6,5	8,5
<i>Pisaura mirabilis</i> (Clerck, 1757)	4,0	2,6	3,6	2,0	2,5	2,2
<i>Pisaura</i> sp., juv	2,3	–	1,6	0,8	0,4	0,6
<i>Tegenaria lapicidinarum</i> Spassky, 1934	–	1,3	0,4	0,2	1,5	0,8
Agelenidae gen. sp., juv	0,6	–	0,4	0,2	0,1	0,2
<i>Hahnina nava</i> (Blackwall, 1841)	–	–	–	0,1	–	0,1
<i>Hahnina ononidum</i> Simon, 1875	–	–	–	–	0,1	0,1
<i>Lathys stigmatisata</i> (Menge, 1869)	0,6	–	0,4	–	–	–
<i>Anyphaena accentuata</i> (Walckenaer, 1802)	–	–	–	–	0,3	0,1
<i>Agroeca cuprea</i> Menge, 1873	–	–	–	–	0,5	0,3
<i>Clubiona caerulescens</i> L. Koch, 1867	–	–	–	0,4	–	0,2
<i>Clubiona pallidula</i> (Clerck, 1757)	–	–	–	0,1	–	0,1
Clubionidae gen. sp., juv	–	–	–	–	0,1	0,1
<i>Berlandina cinerea</i> (Menge, 1872)	1,1	–	0,8	1,1	–	0,6
<i>Drassodes lapidosus</i> (Walckenaer, 1802)	1,1	–	0,8	0,1	–	0,1
<i>Drassodes pubescens</i> (Thorell, 1856)	–	–	–	0,1	–	0,1
<i>Drassylus praeficus</i> (L. Koch, 1866)	1,7	–	1,2	–	–	–
<i>Drassyllus pumilus</i> (C. L. Koch, 1839)	0,6	–	0,4	–	–	–
<i>Haplodrassus bohemicus</i> Miller, Buchar, 1977	0,6	–	0,4	–	–	–
<i>Haplodrassus cognatus</i> (Westring, 1861)	–	–	–	–	0,1	0,1
<i>Haplodrassus kulczynskii</i> Lohmander, 1942	0,6	–	0,4	–	–	–
<i>Haplodrassus silvestris</i> (Blackwall, 1833)	–	4,0	1,2	1,8	2,9	2,3
<i>Zelotes aurantiacus</i> Miller, 1967	–	–	–	–	0,3	0,1
<i>Zelotes kukushkini</i> Kovblyuk, 2006	–	1,3	0,4	–	–	–
<i>Zelotes electus</i> (C. L. Koch, 1839)	1,1	–	0,8	0,2	0,4	0,3
Gnaphosidae gen. sp., juv	0,6	–	0,4	0,2	–	0,1
<i>Zora spinimana</i> (Sundevall, 1833)	–	1,3	0,4	0,5	2,9	1,6
<i>Zora</i> sp., juv	–	–	–	–	0,4	0,2
<i>Thanatus arenarius</i> L. Koch, 1872	1,1	–	0,8	0,2	–	0,1
<i>Thanatus</i> sp., juv	0,6	–	0,4	–	–	–
<i>Ozyptila atomaria</i> (Panzer, 1801)	–	–	–	0,1	–	0,1
<i>Ozyptila claveata</i> (Walckenaer, 1937)	1,1	–	0,8	–	–	–
<i>Ozyptila praticola</i> (C. L. Koch, 1837)	–	7,9	2,4	1,7	4,4	2,9
<i>Ozyptila</i> cf. <i>arctica</i> Kulczyn'ski, 1908	1,1	–	0,8	–	–	–
<i>Xysticus cristatus</i> (Clerck, 1757)	1,1	–	0,8	–	–	–
<i>Xysticus kochi</i> Thorell, 1872	0,6	–	0,4	–	–	–
<i>Xysticus luctator</i> L. Koch, 1870	–	7,9	2,4	1,2	18,1	9,1
<i>Xysticus robustus</i> (Hahn, 1832)	0,6	–	0,4	–	–	–
<i>Xysticus</i> sp., juv	0,6	–	0,4	–	0,3	0,1
<i>Asianellus festivus</i> (C. L. Koch, 1834)	1,1	–	0,8	–	–	–
<i>Marpissa muscosa</i> (Clerck, 1757)	–	–	–	–	0,1	0,1
Salticidae gen. sp., juv	0,6	–	0,4	–	–	–

Более чем 40,0% отмеченных в исследованных биотопах видов представлены единственным экземпляром и только 14,0% видов найдены во всех исследованных пунктах. 16 видов (42,1% видового состава) степных ценозов в байрачных дубравах не найдено. Для леса этот показатель немного выше – 20 видов (46,5%) не выходят из-под полога дубрав на степные участки. Значительные различия в видовом составе и структуре населения пауков, обусловленные микроклиматическими и растительными особенностями исследованных ценозов, могут быть выражены с помощью коэффициента Чекановского-Серенсена. "Качественный" коэффициент (учитывающий только "наличие – отсутствие" видов) составляет 0,53. Коэффициент, рассчитанный с учетом численности видов, – 0,60.

Общими эудоминантами для лесных и степных ценозов выступают пауки-волки *Pardosa lugubris* и *Trochosa terricola*, причем их относительная численность под пологом леса выше. Субдоминант *Pirata hygrophilus* отмечен только в тальвеге байраков, на степные участки этот гигрофильный вид не выходит. В байрачных дубравах значительно выше количество экземпляров и относительная численность *Harpactea rubicunda* и *Xysticus luctator*. Индикатором степных ценозов служит субдоминант *Atypus muralis*. Кроме того, повышением относительной численности на степных участках характеризуются *Arctosa lutetiana*, *Alopecosa pulverulenta*, *A. trabalis*, *Pisaura mirabilis*.

Характерно, что суммарная относительная численность видов-доминантов и эудоминантов (т.е. тех, чья доля в структуре населения превышает 5,0%) на степных целинках ниже, чем в байрачных дубравах (43,7 и 68,5% особей, соответственно). Подобная диспропорция обусловлена, в основном, увеличением в лесу относительной численности мезофильного паука-волка *Pardosa lugubris*, который составляет более 30,0% особей.

Предпочитание определенного типа ценозов (степных участков или дубрав) удается проследить и на примере отдельных семейств пауков. Так, Atypidae отмечены только на степных целинках, а Hahniidae, Anyphaenidae, Liocranidae, Clubionidae – только в лесу (табл. 2).

Таблица 2

Соотношение видового богатства (вид., %) и относительной численности (экз., %) семейств пауков степных и лесных биогеоценозов (в сумме по байракам Яцев Яр и Войсковой)

Семейство	Степь		Байрачный лес	
	вид., %	экз., %	вид., %	экз., %
Atypidae	2,6	3,2	–	–
Dysderidae	5,3	3,6	4,7	6,4
Theridiidae	–	–	2,3	0,1
Linyphiidae	10,5	2,0	25,6	3,0
Lycosidae	23,7	67,1	18,6	68,1
Pisauridae	2,6	5,2	2,3	2,9
Agelenidae	2,6	0,8	2,3	1,0
Hahniidae	–	–	4,7	0,1
Dictynidae	2,6	0,4	–	–
Anyphaenidae	–	–	2,3	0,1
Liocranidae	–	–	2,3	0,3
Clubionidae	–	–	4,7	0,3
Gnaphosidae	23,7	6,8	16,3	3,6
Zoridae	2,6	0,4	2,3	1,8
Philodromidae	2,6	1,2	2,3	0,1
Thomisidae	18,4	8,3	7,0	12,8
Salticidae	2,6	1,2	2,3	0,1

Отметим, что разница значений относительной численности основных семейств пауков (причем характеризующихся противоположными гигропреферендами, например, Linyphiidae и Gnaphosidae) на лесных и степных участках невелика: различие их долей не достигает двух раз. Это является результатом как пограничного положения исследованных ценозов, так и того, что байрачные леса испытывают на себе существенное влияние факторов зонального порядка, что делает их фауну пограничной между собственно лесной и характерной для открытых местообитаний.

Более диагностичным признаком, позволяющим разграничить фауну степных и лесных ценозов, является видовое богатство отдельных семейств. В частности характерным является соотношение долей тене- и влаголюбивых Linyphiidae и свето- и теплолюбивых Lycosidae – на степных участках оно равняется 0,4, в лесу – 1,4. Отметим, что в Полесье это соотношение достигает 2,6 [2]. Соотношение видового богатства Linyphiidae и ксерофильных Gnaphosidae следует сходной тенденции: в степи оно составляет 0,4, в лесу – 1,6.

Сравнение видовых списков и относительной численности пауков исследованных ценозов в весенние сроки сбора материала (вторая декада апреля – вторая декада мая) показало преимущество "локальных" факторов влияния на население пауков (рис. 1). Биотопы в кластерах группируются в основном по принципу принадлежности к одному пункту сбора (в верхней половине дендрограммы – Яцев Яр, в нижней – Войсковой).

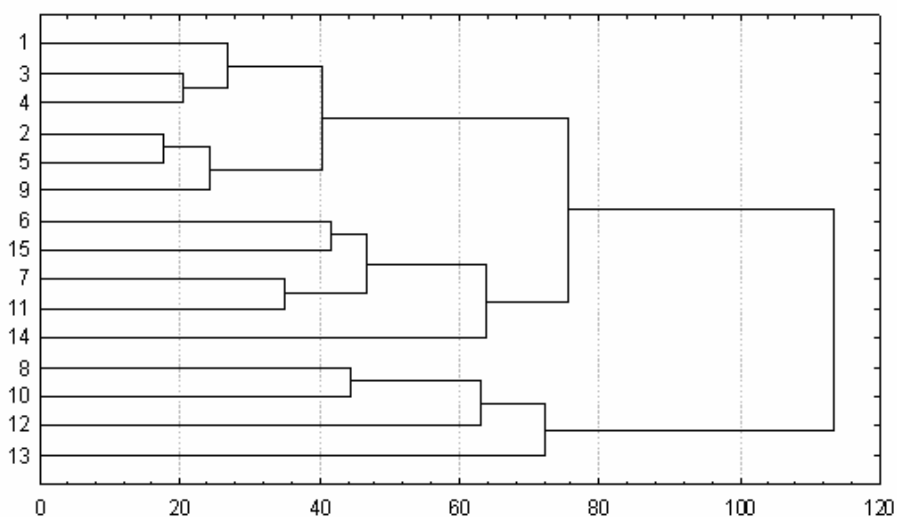


Рис. 1. Дендрограмма сходства-различия населения пауков исследованных ценозов в апреле – мае (ось абсцисс – расстояние связи (Euclidean distances, Ward's method); ось ординат – номер биотопа, обозначения в тексте).

В конце мая и в июне руководящую роль начинают играть факторы влажности и температуры, располагая биотопы на дендрограмме, за редкими исключениями, согласно экспозиции склонов байраков (южная, более ксерофитная, и северная, мезофитная) и близостью к переувлажненному тальвегу (рис. 2, 3).

Выводы

Видовой состав и структура населения пауков исследованных лесных и степных ценозов значительно различаются. Наиболее значимые отличия проявляются на уровне видового богатства семейств, относительной численности доминантов. Степные участки в силу большей ксерофитности характеризуются снижением динамической плотности пауков, но более богатой аранеофауной. Сезонная динамика населения пауков определяется влиянием факторов локального порядка (весна), а затем, преимущественно, микроклиматическими факторами (влажность, температура).

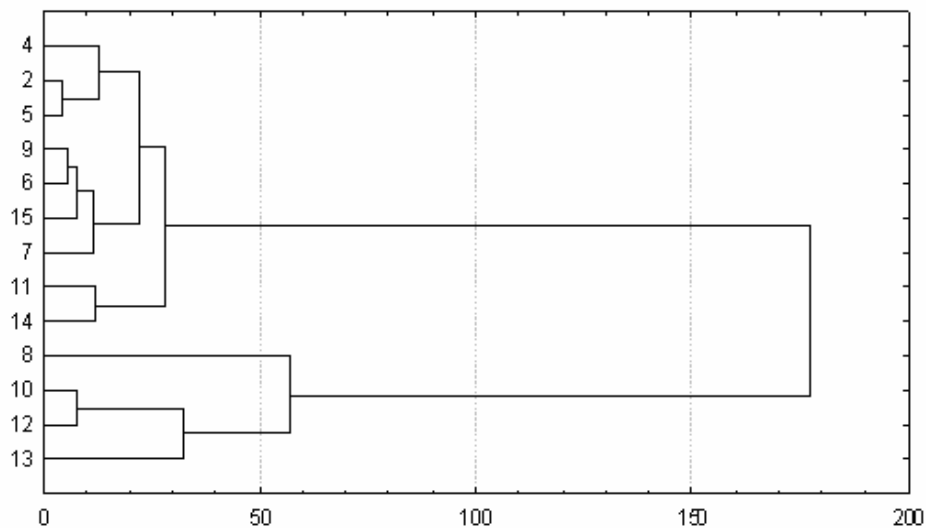


Рис. 2. Дендрограма сходства-различия населения пауков исследованных ценозов в мае – июне (ось абсцисс – расстояние связи (Euclidean distances, Ward's method); ось ординат – номер биотопа, обозначения в тексте).

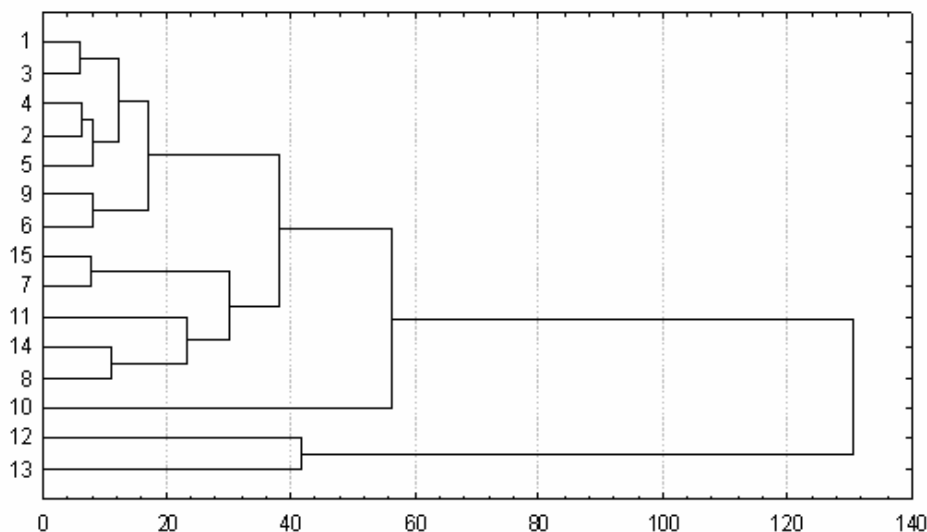


Рис. 3. Дендрограма сходства-различия населения пауков исследованных ценозов в июне (ось абсцисс – расстояние связи (Euclidean distances, Ward's method); ось ординат – номер биотопа, обозначения в тексте).

Список литературы

1. Бельгард А. Л. Степное лесоведение / А. Л. Бельгард. – М.: Лесн. пром-сть, 1971. – 336 с.
2. Евтушенко К. В. Фаунистические комплексы пауков некоторых биотопов Черниговского Полесья / К. В. Евтушенко // Вестн. зоол. – 1991. – № 1. – С. 74–76.
3. Крикун Г. В. Фракційний склад, запаси підстилки та опаду в біогеоценозах байраку Військового (Дніпропетровська область) / Г. В. Крикун // Питання степового лісознавства та лісової рекультивції земель. – Дніпропетровськ: Вид-во ДНУ, 2007. – Вип. 11. – С. 46–50.
4. Жуков А. В. Экологическое разнообразие и организация животного населения байрака Яцев Яр / А. В. Жуков, О. Н. Кунах, Е. В. Прокопенко, Ю. А. Балюк // Вісн. Дніпропетровського ун-ту. Сер. Біол. Екол. – 2008. – Т. 16, вип. 2. – С. 51–59.

5. Кунах О. Н. Экологическая структура животного населения байрака Яцев Яр / О. Н. Кунах, А. В. Жуков, Е. В. Прокопенко, Ю. А. Балюк // Вісн. Дніпропетровського ун-ту. Сер. Біол. Екол. – 2008. – Т. 16, вип. 2. – С. 74–85.

6. Полчанинова Н. Ю. Пауки Провальской степи / Н. Ю. Полчанинова // Фауна и экол. пауков, скорпионов и ложноскорпионов СССР: Тр. Зоол. ин-та АН СССР. – 1990. – Т. 226. – С. 98–104.

7. Полчанинова Н. Ю. Пауки (Araneae) степной зоны Левобережной Украины: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.09 / Полчанинова Нина Юрьевна. – СПб., 1992. – 16 с.

8. Прокопенко Е. В. Экологическая структура сообщества пауков (Araneae) байрака Войсковой / Е. В. Прокопенко, А. Е. Пахомов, О. Н. Кунах, А. В. Жуков // Вісн. Дніпропетровського ун-ту. Сер. Біол. Екол. – 2009. – Т. 1, вип. 17. – С. 183–192.

Прокопенко О. В., Жуков О. В. Структура населення павуків (Araneae) байрачних лісів Дніпропетровської області. – Дослідження видового складу й структури населення павуків байрачних дібров було проведено методом ґрунтових пасток у двох лісових масивах Дніпропетровської області – байраках Яцев Яр і Військовий. У байрачних дібровах зареєстровано 43 види павуків з 14 родин. На степових ділянках – 38 видів, що належать до 11 родин.

Ключові слова: павуки, структура населення, байрачні діброви.

Prokopenko E. V., Zhukov A. V. Structure of the spider population (Araneae) of the bairak woods of Dnipropetrovs'k region. – A study of the aspectual composition and structures of the spider population of the bairak woods was organized by method of soil trap in two timber arrays in Dnipropetrovs'k region – in bairak Yacev Yar and Voiskovoi. In bairak woods is registered 43 species of spider from 14 families. On steepe area – 38 species, referring to 11 families.

Key words: spiders, structure of population, bairak oak forest.

УДК 595.423

© А. Д. Штирц

**ВЛИЯНИЕ РЕКРЕАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ НА СТРУКТУРУ НАСЕЛЕНИЯ
ПАНЦИРНЫХ КЛЕЩЕЙ (НА ПРИМЕРЕ ЛЕСОПАРКА "ПУТИЛОВСКИЙ ЛЕС"
ГОРОДА ДОНЕЦКА)**

*Донецкий национальный университет; 83050, г. Донецк, ул. Щорса, 46
e-mail: ecology@dongu.donetsk.ua*

Штирц А. Д. Влияние рекреационной нагрузки на структуру населения панцирных клещей (на примере лесопарка "Путиловский лес" города Донецка). – Установлено влияние различных форм рекреационной нагрузки на структуру сообществ панцирных клещей, что проявляется в снижении показателей видового богатства, численности и плотности населения, индексов экологического разнообразия, изменении в структуре доминирования и в соотношении жизненных форм.

Ключевые слова: панцирные клещи, орибатида, структура населения, рекреационная нагрузка.

Введение

Микроартроподы – группировка почвенного населения, формально выделяемая по размерному признаку [5] и включающая несколько крупных таксонов членистоногих. Среди них наиболее важными, преобладающими по численности и биомассе, являются, как правило, панцирные клещи, или орибатида (Oribatei), и ногохвостки (Collembola), которые и определяют в большинстве местообитаний экологическое значение всей группировки. Близость пищевых режимов орибатид и коллембол – преимущественно сапро- и микофагия, определяемая размерами специфика взаимоотношений со средой обитания позволяют рассматривать микроартропод как функциональную группировку. В почвенном сообществе микроартроподы наряду с нематодами выступают в качестве важнейших регуляторов жизнедеятельности микрофлоры: стимулируют рост, размножение и метаболизм различных групп микроорганизмов избирательным выеданием; создают в почве центры микробиологической активности, продуцируя огромное количество экскрементов; расселяют живые зачатки микрофлоры в свежие порции растительного опада и т.д. В свою очередь микроартроподы служат кормовой базой для многих представителей более высоких трофических уровней. Благодаря большому видовому разнообразию, высоким уровням численности и биомассы, быстрому обновлению населения комплекс мелких членистоногих играет заметную роль в трофо-энергетических отношениях подстильно-почвенного сообщества. Поэтому исследование характера реакций почвенного населения на нарушение природной среды без учета этой группировки было бы неполным.

Рекреационное воздействие на экосистемы, прежде всего на их подстильно-почвенный ярус, резко повышает мозаичность среды и приводит к быстрой дифференцировке на микробиотопы, малопригодные для существования почвенных организмов (тропы), и рефугиумы, где концентрируются уцелевшие педобионты (околокустарниковые, прикорневые зоны). Микроартроподы представляют несомненное удобство для одновременного сравнительного анализа большого числа таких микробиотопов. Поэтому, естественно, интенсивное накопление материалов по этой особенно обострившейся в последнее время проблеме связано именно с почвенными микроартроподами как показателями состояния нарушения экосистем [3].

Считается уже установленным фактом, что рекреационное воздействие на лесные биогеоценозы проявляется непосредственно в уплотнении верхних горизонтов почвы и появлении троп и оголенных площадок. В результате происходит изменение состава и свойств почвы, в первую очередь её физических характеристик, что отражается в изменении видового состава и обилия всех педобионтов. В частности, комплексы почвенных беспозвоночных способны тонко реагировать на любые изменения в биогеоценозе, что дает возможность использовать их в зоологической диагностике как состояния почв, так и всего биогеоценоза, так как известно, что деятельность педобионтов является важнейшим фактором почвообразования и переработки органических веществ.

Радикальные изменения почвенно-зоологического комплекса отражают более глубокие нарушения в экосистеме, чем изменения растительного покрова. Именно почвенные животные могут быть компонентом ценоза, инициирующим восстановительные процессы после снятия рекреационного пресса [4].

В литературе проблематика степени воздействия рекреационной нагрузки на сообщества панцирных клещей рассматривалась в работах Д. А. Криволицкого с соавторами [7], У. Я. Штанчевой [11] и некоторых других.

Недостаточная изученность влияния рекреационной нагрузки на экологическую структуру населения орибатид определили выбор темы настоящего исследования.

Цель исследования – установить степень и характер воздействия рекреационной нагрузки на экологическую структуру населения почвообитающих панцирных клещей (на примере лесопарка "Путиловский лес" г. Донецка).

Для достижения поставленной цели предусматривалось решение следующих задач: провести анализ экологической структуры сообществ панцирных клещей (видового богатства, средней плотности населения, структуры доминирования, соотношения жизненных форм, индексов экологического разнообразия) на участках, подвергшихся рекреационной нагрузке, и провести сравнение полученных результатов с контролем; установить, каким образом рекреационная нагрузка влияет на структуру сообществ панцирных клещей.

Материал и методы исследования

Материалом для настоящей работы послужили сборы панцирных клещей в лесопарке "Путиловский лес" г. Донецка в 2007-2008 гг. в байрачном лесу: на вершине балки (тропинка и контроль), на склоне балки (тропинка и контроль), в тальвеге (тропинка и контроль), на грунтовой автодороге (колея и контроль) и на песчаном пляже возле водоёма (рис. 1). Всего было взято 200 почвенных проб объемом 250 см³ (в пятикратной повторности в каждой исследуемой станции), из которых извлечено 3430 экз. взрослых панцирных клещей, относящихся к 55 видам.

Отбор почвенных проб и выгонка клещей проведены по общепринятым методикам Е. М. Булановой-Захваткиной [1, 2] и М. С. Гилярова [4]. Для сравнения количественных характеристик применяется индекс доминирования по шкале Г. Энгельманна [12], где: E – эудоминант (>40%), D – доминант (12,5-39,9%), SD – субдоминант (4-12,4%), R – рецедент (1,3-3,9%), SR – субрецедент (<1,3%). Анализ распределения жизненных форм панцирных клещей проведен в соответствии с работами Д. А. Криволицкого [6, 9]. Индексы экологического разнообразия рассчитывались по формулам, приведенным в работе Э. Мэгарран [8]. Обработка результатов проводилась на основе традиционных в почвенно-зоологической практике методов анализа синэкологических характеристик почвенного населения [10] с помощью статистической программы, разработанной в MS Excel.

Результаты и обсуждение

В июне 2007 г. в байрачной балке лесопарка "Путиловский лес" было взято 50 почвенных проб, из которых извлечено 571 экз. взрослых панцирных клещей, относящихся к 42 видам.

Анализ показателей видового богатства и плотности населения панцирных клещей показал, что максимум видового богатства (25 видов) и максимальная плотность населения орибатид (28320 экз./м²) приходятся на контрольные пробы вершины балки байрачного леса. Для сравнения: на тропинке обнаружено 11 видов, средняя плотность населения составила 3200 экз./м². На склоне эти показатели были ниже: 22 вида в контроле и 7 – на тропинке, средняя плотность – 9040 экз./м² в контроле и в 5 раз меньше на тропинке – 1760 экз./м². Минимум этих показателей зарегистрирован в тальвеге балки, где в контроле обнаружено 8 видов, средняя плотность – 880 экз./м², на тропинке – 1 вид, средняя плотность – в 10 раз ниже (80 экз./м²).



Рис. 1. Тропинка в байрачной балке и песчаный пляж на берегу водоёма в лесопарке "Путиловский лес".

Возле грунтовой автодороги в контроле обнаружено 2 вида орибатид со средней плотностью населения 1600 экз./м^2 . В пробах на колее отмечен 1 вид, однако его численность была достаточно высока – 1920 экз./м^2 . На территории "Путиловского парка" возле водоёма есть небольшой песчаный пляж. В этом биотопе обнаружено 2 вида панцирных клещей, средняя плотность населения – 160 экз./м^2 .

Анализируя индексы экологического разнообразия, можно сделать вывод о том, что максимальные значения большинства исследуемых индексов приходятся на контроль вершины и склона балки (индексы Шеннона, Бергера-Паркера, Маргалефа). Минимальные показатели отмечены на тропинке вершине балки (индексы Шеннона, Пиелу, Симпсона), а также на тропинке склона (индексы Маргалефа, Бергера-Паркера).

Анализируя соотношение жизненных форм, следует отметить, что в байрачном лесу обнаружены представители всех 5 жизненных форм панцирных клещей: обитатели поверхности почвы, обитатели подстилки, обитатели мелких почвенных скважин, глубокопочвенные формы и неспециализированные формы (первичные и вторичные). Следует отметить общую тенденцию снижения количества жизненных форм на тропинке, по сравнению с контролем, а также увеличение на тропинке доли вторично неспециализированных форм, по сравнению с контролем, что в целом характерно для антропогенно нарушенных биотопов.

На колее грунтовой автодороги явно преобладает представитель вторично неспециализированных форм, а в контроле в равном соотношении были обнаружены как обитатели толщи подстилки, так и обитатели мелких почвенных скважин.

На пляже обнаружено несколько представителей обитателей поверхности почвы, а также глубокопочвенные формы и обитатели мелких почвенных скважин на берегу водоёма.

Анализ структуры доминирования панцирных клещей показал, что на вершине байрачной балки в контроле доминируют несколько видов с относительно низким процентным соотношением: *Protoribates monodactylus* (14%), *Hypochthoniella minutissima* (17%), *Suctobelbella perpendiculata* (19%) и отмечено 19 редких (рецендентов и субрецендентов) видов (27%). Для сравнения: на тропинке наблюдается явное преобладание одного вида – эудоминанта *Protoribates monodactylus* (63%) и отмечено только 2 субдоминантных и 8 рецендентных видов (20%).

На склоне балки в контроле наблюдается аналогичная картина, однако здесь появляется другой доминант – *Eremaeus quadrilamellatus* (27%) и снижаются количество и доля редких видов (13 видов, 13%). На тропинке уменьшается процентное соотношение *Protoribates monodactylus* (54%) и появляется другой доминант – *Ceratosestes sp.* (14%), исчезают редкие виды.

В тальвеге в контроле преобладают другие виды: *Hypochthonius luteus luteus* (27%) и *Suctobelbella* sp. (18%), остальные 6 видов относятся к субдоминантам (54%). На тропинке все 100% приходится на один вид – *Tectocephus velatus*.

Что касается грунтовой автодороги и песчаного пляжа, то здесь структура доминирования явно нарушена. Вдоль автодороги встречается только вид *Protoribates monodactylus*, а на участке песчаного пляжа обнаружено всего несколько экземпляров *Epilohmannia cylindrica* и *Allodamaeus starki*.

В весенний период (май 2008 г.) на территории лесопарка "Путиловский лес" были проведены повторные исследования на тех же участках. Из 50 почвенных проб извлечено 1271 экз. взрослых панцирных клещей, относящихся к 42 видам.

Максимальные показатели плотности и видового богатства панцирных клещей в этот период характерны для контрольных проб на склоне балки – 6100 экз./м² (32 вида). В контрольных пробах вершины байрачной балки эти показатели ниже – 3550 экз./м² (16 видов).

Антропогенная рекреационная нагрузка значительно сказывается на этих двух показателях, снижая их до 1950 экз./м² на тропинке вершины, 2000 экз./м² – на склоне и 6533 экз./м² – в тальвеге. Особенно сильное отличие между контролем и пробами на тропинке отмечено на склоне балки, где наблюдается снижение плотности населения в 3 раза, а видового богатства – в 3,5 раза. Что касается колеи грунтовой автодороги и песчаного пляжа, то, по сравнению с предыдущими биотопами, эти показатели здесь значительно ниже. Тем не менее здесь также можно отметить снижение видового богатства (2–6 видов) и плотности населения орибатид, по сравнению с контролем.

Индексы экологического разнообразия. Максимальные показатели индекса Шеннона отмечены для контрольных проб на вершине и склоне (2,282 и 2,440), в тальвеге этот показатель в 1,5 раза ниже – 1,378. По сравнению с контролем четко прослеживается снижение показателей экологического разнообразия на тропинке: минимум – в тальвеге на тропинке (0,580), максимум – на тропинке склона балки (1,731). Индексы Симпсона и Маргалефа отражают ту же тенденцию, что и индекс Шеннона, т.е. максимальные показатели характерны для вершины и склона в контрольных пробах. По сравнению с контролем на тропинке наблюдается снижение экологического разнообразия по этим индексам от 1,5 до 2-х раз. В колеи грунтовой автодороги и на пляже отмечены крайне низкие показатели экологического разнообразия (так, максимальный показатель индекса Шеннона – на пляже – 1,189).

Анализируя характер распределения жизненных форм по профилю байрачной балки, следует отметить наличие в весенний период представителей всех жизненных форм орибатид. Общая тенденция, которая прослеживается при сравнении показателей контроля с тропинкой, – это снижение количества жизненных форм, в частности, на тропинке вершины и склона балки отсутствуют обитатели поверхности почвы и толщи подстилки, в тальвеге – обитатели толщи подстилки и глубокопочвенные формы. Одновременно с этим на тропинках увеличивается доля неспециализированных форм (как первичных, так и, в основном, вторичных) во всех исследуемых биотопах байрачной балки. Процентное соотношение остальных жизненных форм изменяется незначительно, из чего можно сделать вывод о том, что такой вид рекреационной нагрузки, как вытаптывание приводит к уменьшению разнообразия жизненных форм, увеличению доли неспециализированных форм, исчезновению обитателей поверхности почвы и толщи подстилки.

В колеи грунтовой автодороги, по сравнению с контролем, отсутствуют обитатели толщи подстилки, а на песчаном пляже возле воды возрастает доля глубокопочвенных форм.

Анализируя структуру доминирования орибатид вершины байрачной балки, следует отметить, что в сообществах контроля и тропинки доминируют виды *Hypochthoniella minutissima* и *Protoribates capucinus*. К доминантам вершины в контроле также относится *Ceratozetes macromediocris*. Виды *Suctobelbella perpendiculata* и *Epilohmannia cylindrica*

cylindrica домінують на тропинке. По сравнению с контролем на тропинке наблюдается уменьшение количества и доли субдоминантов (с 38 до 5,1% и с 6 до 1 вида), а также исчезновение субрецендентов (в контроле отмечено 5 видов, 3,5%). Также следует отметить, что рекреационная нагрузка приводит к смене комплекса доминирующих видов и повышению процентного соотношения *Hypochthoniella minutissima* и *Protoribates capucinus*.

На склоне доминируют те же виды, в контроле к ним добавляется *Microppia minus*, а на тропинке – *Suctobelbella* sp. При этом доля доминанта *Hypochthoniella minutissima* возрастает в 2 раза по сравнению с контролем, а доминирующие виды *Protoribates capucinus* и *Microppia minus* переходят в ранг субрецендентов. Также как и на вершине, здесь следует отметить снижение количества и процентного соотношения рецендентов с 9 до 4,6% и полное отсутствие на тропинке субрецендентов, доля которых в контроле достигает 10% (22 вида). Общая доля всех редких видов составляет почти 20%, что говорит о том, что структура доминирования панцирных клещей склона на контрольном участке не нарушена.

В тальвеге повышенная влажность субстрата приводит к тому, что как в контроле, так и на тропинке доминирует один вид – *Protoribates vastus* (68,7% в контроле и 86,7% на тропинке). При этом в контроле на долю редких видов приходится почти 20% (субреценденты – 12,4%, реценденты – 9,2%). На тропинке происходит уменьшение количества и процентного соотношения редких видов (7% рецендентов и 1% субрецендентов). Несмотря на специфические условия данного биотопа здесь также можно говорить о негативном влиянии рекреационной нагрузки на структуру сообществ панцирных клещей.

В контрольных пробах возле грунтовой автодороги наблюдается явное преобладание вида *Protoribates vastus* из группы вторичных неспециализированных форм (88,1%), что можно объяснить характером субстрата данного участка (песчаная почва). Кроме этого отмечено два субдоминанта (9,5%) и один рецендент (1,4%). Уплотнение почвы на колее автодороги приводит к резкому снижению численности вида *Protoribates vastus* до 29,4% и исчезновению субдоминантов (отмечен только один редкий вид), а основная доля приходится на глубокопочвенные формы (*Epilohmannia cylindrica cylindrica* – 67,6%).

На пляже песчаный характер субстрата также определяет крайне низкие показатели плотности, видового богатства и неравномерность распределения особей между видами. В структуре доминирования населения панцирных клещей возле водоема также преобладает *Epilohmannia cylindrica cylindrica* (71,4%), на долю другого доминанта *Rhysotritia ardua affinis* приходится 26,6%. Группы субдоминантов, субрецендентов и рецендентов отсутствуют. Здесь наблюдается явное нарушение в структуре доминирования орибатид, что в первую очередь следует связать с таким видом антропогенной нагрузки, как нанесение слоя песка для обустройства пляжа возле водоёма.

Через год после начала исследований проведен повторный сбор материала в летний период (июль 2008 г.). В 10 исследуемых станциях на территории лесопарка "Путиловский лес" из 50 проб извлечено 1127 экз. взрослых панцирных клещей, относящихся к 44 видам.

Максимальные показатели средней плотности населения отмечаются в контрольных пробах на склоне байрачной балки (47600 экз./м²). Вытапывание на тропинке приводит к уменьшению этого показателя в 28 раз (до 1680 экз./м²). Почти в два раза ниже этот показатель был на вершине (19440 экз./м²) в контрольных пробах; снижение плотности на тропинке – в 13 раз. Специфические условия тальвега (высокая влажность субстрата), по-видимому, сказались на том, что в контрольных пробах и на тропинке разница в плотности практически нивелируется.

Максимальные показатели видового богатства отмечены в контроле на склоне и на вершине (24 и 25 видов); по сравнению с контролем видовое богатство на тропинке склона уменьшается в 3 раза, а на вершине – в 2 раза.

По сравнению с весенним периодом снижается общая численность всех видов на тропинке, при этом видовое богатство остается высоким и особи достаточно равномерно распределены между видами.

Что касается колеи автодороги и песчаного пляжа, то здесь, также как и в весенний период, отмечены незначительные показатели плотности и видового богатства. При этом, по сравнению с весенним периодом, возрастает количество видов на пляже.

Анализируя индексы экологического разнообразия, можно отметить, что на вершине и на склоне байрачной балки эти показатели значительно выше, чем в тальвеге, причем по индексу Шеннона максимум отмечен в контрольных пробах на вершине (2,567), на тропинке индекс снижается до 2,370. На склоне в контроле – 2,314, на тропинке – 1,831. Аналогичная картина наблюдается и по индексу Маргалефа.

В колее грунтовой автодороги и на пляже в летний период отмечены минимальные показатели по всем индексам экологического разнообразия.

В байрачной балке представлены практически все жизненные формы панцирных клещей, причём характер их распределения почти не отличается в контроле и на тропинке вершины, за исключением группы обитателей толщи подстилки. В пробах на тропинке склона не обнаружены группы обитателей поверхности почвы и толщи подстилки, что можно связать как с непосредственной рекреационной нагрузкой (вытаптыванием), так и с отсутствием листовой подстилки на тропинке; в 2 раза увеличивается доля вторично неспециализированных форм. В контрольных пробах представлены все жизненные формы.

В тальвеге в пробах тропинки исчезают обитатели толщи подстилки. На колее грунтовой дороги и на пляже, по сравнению с контролем, отмечается снижение количества жизненных форм, исчезают обитатели толщи подстилки и поверхности почвы. На колее основная масса клещей приходится на вторично неспециализированные и глубокопочвенные формы. На пляже встречаются обитатели мелких почвенных скважин, глубокопочвенные и неспециализированные формы.

Несмотря на некоторые изменения в соотношении жизненных форм в летний период, по сравнению с весенним, общая тенденция снижения разнообразия и количества жизненных форм на участках с рекреационной нагрузкой, по сравнению с контролем, сохраняется.

Структура доминирования. В сообществе орибатид вершины байрачной балки в контрольных пробах отмечен один доминант – *Hypochthoniella minutissima* (25,5%), а основную массу населения составляют субдоминанты – 8 видов (58,4%), на долю 16 редких видов приходится 16%. По сравнению с контрольными пробами, на тропинке доля субдоминантов увеличивается до 66,7% (10 видов) и изменяется характер доминирования: *Hypochthoniella minutissima* переходит в ранг субдоминантов, а в сообществе преобладают *Protoribates vastus* и *Suctobelbella* sp. (по 16,7%); исчезают редкие виды, что в целом характерно для нарушенных биотопов.

На склоне балки также преобладает *Hypochthoniella minutissima*, его доля здесь увеличивается до 34,3%. Почти половину всех видов составляют субдоминанты (47,2%), на долю 17 редких видов приходится 18,5%. Наиболее резкие отличия в структуре доминирования между контролем и тропинкой отмечаются именно на склоне (здесь отсутствуют рецеденты и субрецеденты).

В контрольных пробах тальвега наблюдается доминирование *Protoribates vastus* (66,6%), 4 вида относятся к субдоминантам (28,6%) и 3 вида – к субрецедентам (4,8%). На тропинке доля *Protoribates vastus* снижается до 44,3%, появляется новый доминант *Ceratozetes macromediacris* (18,3%) и на долю 10 редких видов приходится 14,8%.

Структура доминирования контрольных проб возле автодороги в летний период характеризуется наличием четырех доминантов: *Epilohmannia cylindrica cylindrica*, *Rhyssotritia ardua affinis*, *Protoribates vastus* и *Punctoribates punctum*, один вид отнесён к рецедентам (3,1%). В колее резко повышается доля *Protoribates vastus* (до 59,1%), появляется доминант – *Protoribates capucinus* (31,8%), а рецеденты и субрецеденты отсутствуют.

На пляже возле воды отмечены 4 доминанта: *Epilohmannia cylindrica cylindrica*, *Hypochthonius luteus luteus*, *Ceratozetes* sp. и *Ramusella mihelcici*, редкие виды также отсутствуют.

По сравнению с весенним периодом структура доминирования изменяется практически на всех исследуемых участках, происходит смена комплексов видов, но большинство доминирующих видов сохраняет свои позиции, некоторые переходят в ранг рецедентов или субрецедентов, некоторые виды исчезают. Структура доминирования орибатид на тропинках, в колее автодороги и на пляже более нарушена по сравнению с контрольными пробами.

Следующий этап исследований проведен в осенний период (сентябрь 2008 г.). Из 50 почвенных проб извлечено 461 экз. взрослых панцирных клещей, относящихся к 31 виду.

Плотность и видовое богатство. В сентябре в байрачной балке "Путиловского лесопарка" максимальная плотность населения орибатид отмечена в контрольных пробах склона (16880 экз./м²). В контрольных пробах вершины и тальвега этот показатель был в 3 раза ниже (2440 и 5420 экз./м² соответственно). Этот показатель на тропинке склона меньше контрольного в 70 раз. Разница между контролем и тропинкой на вершине балки была значительно ниже – всего в 2 раза. Та же тенденция прослеживается в изменении показателей видового богатства: максимальные показатели зарегистрированы в контрольных показателях вершины и склона (16 и 15 видов, соответственно), на тропинке – 5 и 2 вида соответственно, т.е. меньше контроля на вершине в 3 раза, на склоне – в 7 раз. Более сглажены колебания в тальвеге балки: 7 видов в контроле и 3 – на тропинке, что обусловлено специфическими условиями данного биотопа – повышенной влажностью субстрата возле ручья.

Что касается изменения показателей плотности и видового богатства орибатид колеи автодороги и на пляже, то, как и в предыдущие месяцы, показатели плотности населения здесь значительно ниже, чем в байрачной балке. Максимум отмечен в контрольных пробах возле дороги (2480 экз./м²), минимум – на пляже (320 экз./м²). На пляже возле воды отмечен максимум видового богатства (10 видов), минимум – в колее автодороги.

Таким образом, по сравнению с весенним и летним периодами, в сентябре отмечен общий спад численности орибатид (в 3-5 раз) на всех трех позициях байрачной балки как в контрольных пробах, так и на тропинке (максимальные показатели плотности населения склона в контроле в июле достигали 47600 экз./м², а в сентябре – всего 16880 экз./м²). Та же тенденция прослеживается и в изменении показателей видового богатства.

Максимальные значения большинства индексов экологического разнообразия в осенний период отмечены в контрольных пробах вершины байрачной балки. Также как и в предыдущие периоды, отмечено явное снижение практически по каждому индексу на тропинке по сравнению с контролем, особенно четко это прослеживается при сравнении по индексам Шеннона и Симпсона.

В байрачной балке наиболее четкие отличия в характере распределения жизненных форм отмечены на склоне и в тальвеге: в контроле на склоне представлены все 5 жизненных форм, на тропинке остаются вторичные неспециализированные формы и обитатели мелких почвенных скважин, а из 3-х жизненных форм орибатид из контрольных проб тальвега на тропинке остаются только вторичные неспециализированные формы. На тропинке вершины балки, по сравнению с контролем, исчезают обитатели поверхности почвы, увеличивается доля вторичных неспециализированных и глубокопочвенных форм.

По сравнению с контролем, на колее автодороги остаются только вторично неспециализированные формы, а 2 обнаруженных на пляже вида орибатид относятся к обитателям мелких почвенных скважин и вторично неспециализированным формам.

Структура доминирования. Сообщество панцирных клещей на вершине балки в контроле характеризуется наличием трех доминантов: *Hypochthoniella minutissima* (14,7%), *Protoribates vastus* (13,2%) и *Suctobelbella* sp. (13,2%), 7 видов отнесены к субдоминантам (47,1%) и 6 – к рецедентам (11,8%). На тропинке отдельные особи равномерно распределены между видами *Epilohmannia cylindrica cylindrica*, *Rhysotritia ardua affinis*, *Multioppia laniseta*, *Protoribates vastus* и *Protoribates longior*, рецеденты и субрецеденты отсутствуют.

Сравнивая структуру доминирования орибатид в контроле и на тропинке, можно отметить наиболее значительные изменения на склоне балки: в контроле отмечены 2 доминанта – *Micreremus gracilior* (37,0%) и *Allodamaeus rossicus* (30,3%), на долю 4-х субдоминантов приходится 21,8%, редких видов – 9 (9,9%); на тропинке найдено только 2 вида: эудоминант *Protoribates vastus* (66,7%) и доминант *Epimerella smirnovi longisetosa* (33,3%).

Та же тенденция прослеживается и в тальвеге: по сравнению с контрольными пробами на тропинке отсутствуют субреценденты, снижается количество и доля рецендентов, отсутствуют субдоминанты, почти в 1,5 раза увеличивается доля эудоминанта *Protoribates vastus* (до 58,2%) и доминанта *Protoribates capucinus* (с 17,2 до 38,7%).

В осенний период на колее автодороги, по сравнению с контролем, в 1,5 раза возрастает доля *Protoribates vastus* (до 82,4%), а субдоминанты и редкие виды исчезают. На песчаном пляже 75,0% приходится на долю эудоминанта *Ceratozetes sp.* и 25,0% – на долю *Oppia sp.*

Обобщая полученные данные, можно сделать вывод о том, что такой вид антропогенной нагрузки, как вытаптывание крайне негативно сказывается на сообществах панцирных клещей, снижая показатели плотности и видового богатства. Причём эта тенденция отмечается во все сезоны года, особенно резко проявляясь в летний период, что связано с увеличением рекреационной нагрузки в это время.

Внесение песчаного субстрата на берег водоема в рекреационных целях также крайне негативно повлияло на структуру сообществ панцирных клещей, резко снижая все основные экологические показатели сообществ орибатид, изменяя структуру доминирования и соотношение жизненных форм.

В колее грунтовой автодороги во все сезоны года отмечено снижение показателей плотности и видового богатства панцирных клещей по сравнению с контролем, хотя эти отличия не столь резки как в байрачной балке, что связано с песчаным характером субстрата исследуемого участка.

Выводы

Проведенный анализ экологической структуры населения панцирных клещей показал, что влияние рекреационной нагрузки проявляется в:

- снижении показателей численности и видового богатства. Максимальные показатели приходятся на контрольные пробы вершины и склона балки байрачного леса, а минимальные отмечены на тропинках. Особенно резкие изменения отмечены на склоне байрачной балки в летний период, что связано с увеличением рекреационной нагрузки в это время;

- снижении практически всех индексов экологического разнообразия сообществ панцирных клещей во все исследуемые периоды года на участках с рекреационной нагрузкой по сравнению с контролем;

- изменении в структуре доминирования. На участках, подвергшихся рекреационному воздействию, уменьшается количество и увеличивается процентное соотношение доминирующих видов (появляются эудоминанты), а также снижается количество и доля редких видов (рецендентов и субрецендентов) вплоть до полного исчезновения этих групп на тропинках, в колее грунтовой автодороги и на песчаном пляже;

- соотношении жизненных форм. На участках, подвергшихся рекреационному воздействию, снижается общее разнообразие жизненных форм вплоть до полного исчезновения отдельных форм. Особенно сильно рекреация сказывается на обитателях поверхности почвы и толщи подстилки. В таких экстремальных эдафических условиях выживают и адаптируются к ним только наиболее приспособленные, экологически пластичные представители из группы вторично неспециализированных форм.

Рекреационная нагрузка (вытаптывание, уплотнение почвы колесами автомашин, обустройство песчаных пляжей в зоне отдыха) крайне негативно сказывается на населении панцирных клещей, обитающих, в основном, в подстилке и поверхностном слое почвы, резко

снижая и изменяя практически все экологические характеристики их сообществ. Это подтверждается результатами исследований структуры населения панцирных клещей участков лесопарка, подвергшихся рекреационной нагрузке, по сравнению с рядом расположенными контрольными участками.

Благодарности

Автор выражает искреннюю признательность А. Е. Зайцевой за помощь в сборе и камеральной обработке материала.

Список литературы

1. Буланова-Захваткина Е. М. Сбор и исследование панцирных клещей / Е. М. Буланова-Захваткина. – М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1952. – 29 с.
2. Буланова-Захваткина Е.М. Панцирные клещи – оribатиды / Е. М. Буланова-Захваткина. – М.: Высш. шк., 1967. – 253 с.
3. Влияние рекреационных изменений среды на микроартропод // Почвенные беспозвоночные рекреационных ельников Подмосковья / [А. А. Захаров, Ю. Б. Бызова, А. В. Уваров и др.]. – М.: Наука, 1989. – 233 с.
4. Гиляров М. С. Зоологические методы диагностики почв / М. С. Гиляров. – М.: Наука, 1965. – 278 с.
5. Гиляров М. С. Соотношение размеров и численности почвообитающих животных / М. С. Гиляров // Докл. АН СССР. – 1944. – Т. 43, № 6. – С. 283–289.
6. Криволицкий Д. А. Морфо-экологические типы панцирных клещей (Acariformes, Oribatei) / Д. А. Криволицкий // Зоол. журн. – 1965. – Т. 44, вып. 8. – С. 1176–1189.
7. Криволицкий Д. А. Влияние хозяйственной деятельности человека на комплексы панцирных клещей / Д. А. Криволицкий, А. А. Казадаев, А. В. Пономаренко // Вестн. зоол. – 1977. – № 6. – С. 7–12.
8. Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и способы его измерения: Пер. с англ. / Э. Мэгарран. – М.: Мир, 1992. – 184 с.
9. Панцирные клещи: морфология, развитие, филогения, экология, методы, исследования, характеристика модельного вида *Nothrus palustris* С. L. Koch, 1839 / [Д. А. Криволицкий, Ф. Лебрен, М. Кунст и др.] / Под ред. Д. А. Криволицкого. – М.: Наука, 1995. – 224 с.
10. Чернов Ю. И. Основные синэкологические характеристики почвенных беспозвоночных и методы их анализа / Ю. И. Чернов // Методы почвенно-зоологических исследований. – М.: Наука, 1975. – С. 160–216.
11. Штанчаева У. Я. Панцирные клещи (Acariformes, Oribatida) напочвенных и эпифитных лишайников соснового леса / У. Я. Штанчаева // Acarina. – 1997. – Vol. 5 (1–2). – С. 79–85.
12. Engelmann H. D. Zur Dominanzklassifizierung von Bodenartropoden / H. D. Engelmann // Pedobiologia. – 1978. – Bd. 18, Hf. 5/6. – S. 378–380.

Штирц А. Д. Вплив рекреаційного навантаження на структуру населення панцирних кліщів (на прикладі лісопарку "Путиловський ліс" міста Донецька). – Установлено вплив різних форм рекреаційного навантаження на структуру угруповань панцирних кліщів, що проявляється в зниженні показників видового багатства, чисельності й щільності населення, індексів екологічного різноманіття, зміні у структурі домінування й у співвідношенні життєвих форм.

Ключові слова: панцирні кліщі, оribатиди, структура населення, рекреаційне навантаження.

Shirts A. D. Influence of recreational load to a structure of the population of oribatid mites (on an example of wood park "Putylovsky woodland" of Donetsk city). – The influence of the various forms of recreational load to a structure of the population of oribatid mites is established, which appears in lowering indexes of species number, number and density of the population, indexes of ecological variety, change in structure of domination and in the ratio of biotic forms.

Key words: oribatid mites, structure of communities, recreational load.

УДК 592 : 595.423

© Н. Н. Ярошенко

СУТОЧНАЯ МИГРАЦИЯ ПАНЦИРНЫХ КЛЕЩЕЙ И ДРУГИХ ПОЧВЕННЫХ АРТРОПОД В ЕСТЕСТВЕННЫХ БИОТОПАХ ЯСИНОВАТСКОГО РАЙОНА ДОНЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

Донецкий национальный университет; 83050, г. Донецк, ул. Щорса, 46
e-mail: zool@dongu.donetsk.ua

Ярошенко Н. Н. Суточная миграция панцирных клещей и других почвенных артропод в естественных биотопах Ясиноватского района Донецкой области. – В 2009 г. в мае на пойменном лугу окрестностей п. Водяное Ясиноватского района Донецкой области проведены кадастрово-мониторинговые исследования по суточной миграции панцирных клещей. В миграции в поверхностных слоях почвы (0-5 см, 5-10 см) и на травостой приняли участие 40 видов панцирных клещей, 20 семейств и 30 родов. Доминировали 7 видов: *Malacothrus gracilis* Hammen, *Multioppia glabra* Mih., *Microppia minus* Paoli, *Oppia krivolutskyi* Kul., *Ramusella clavigraptata* (Mih.), *Scheloribates laevigatus* (Koch), *S. latipes* (Koch), *Protoribates capucinus* Berl., *Punctoribates zachvatkini* Schald. Отмечены высокие показатели видового состава и обилия панцирных клещей и других геохортобионтов в утренние часы (6⁰⁰) и снижение их параметров к вечеру (18⁰⁰).

Ключевые слова: панцирные клещи, гамазовые клещи, коллемболы, миграция, видовой спектр, плотность почвенного населения.

Введение

Панцирные клещи, или орибатида (Acariformes, Oribatei), в природе играют немаловажную роль. Они заселяют все типы почв и растительных подстилок и принимают активное участие в почвообразовательных процессах. Вопросы суточной миграции панцирных клещей в поверхностном слое почвы и на травянистую растительность в пределах области изучены недостаточно. В связи с этим на пойменном лугу (п. Водяное) впервые проведены исследования с целью выявления таксономического состава и структурной организации почвенного населения и миграции панцирных клещей из поверхностного слоя почвы на травянистую растительность в весенний период 2009 г.

Материал и методика исследования

Материал собран 25 мая 2009 г на пойменном лугу в окрестностях п. Водяное Ясиноватского района Донецкой области. В стационаре пробы брали объемом 250 см³ (5x5x10 см) в 10-кратной повторности в шахматном порядке 3 раза в сутки: 6⁰⁰, 12⁰⁰, 18⁰⁰. Каждую почвенную пробу делили на 2 слоя: (верхний – 0-5 см и нижний – 5-10 см). Перед взятием пробы срезали травянистую растительность, в основном пырей ползучий, высотой 10-15 см. При взятии проб измеряли температуру воздуха, почвы, а также влажность почвы по общепринятой методике И. С. Кауричева [4]. Камеральную обработку собранного материала проводили в лаборатории акаралогии кафедры зоологии ДонНУ по общепринятым методикам Е. М. Булановой-Захваткиной [2], М. С. Гилярова [3], Н. Н. Ярошенко [6]. Пересчет панцирных клещей и других почвенных обитателей проводили на 1 повторность. Среднюю плотность населения определяли по методике К. К. Фасулати [5]. Для сравнения количественных характеристик панцирных клещей и других почвенных членистоногих применяли показатель индекса доминирования по обилию, выраженного в процентах: свыше 5% – доминирующий вид, от 2 до 5% – часто встречаемый вид, менее 2% – редко встречаемый вид [1]. Количественные характеристики почвенного населения исследуемых стационаров приведены в табл. 1.

Результаты и обсуждение

Пойменный луг находится в окр. п. Водяное Ясиноватского района, расположенного на западе Донецкой области. Почва представлена выщелоченным черноземом, pH = 7,2. На пойменном лугу из травянистой растительности преобладают пырей ползучий, костры, горец птичий и одуванчик лекарственный. На травянистой растительности, высотой до 15 см, в 6 часов утра из 10 проб собрано 33 экз. панцирных клещей, составивших 15,94% от общего числа учтенной геохортобионтной фауны, со средней плотностью 1320 экз./м².

Таблица 1

Суточная миграция панцирных клещей из почвы на траву в окр. п. Водяное Ясиноватского района Донецкой области (май, 2009 г.)

Вид	Время суток 6 ⁰⁰		Время суток 12 ⁰⁰		Время суток 18 ⁰⁰		Всего 0-10 см
	0-5 см	5-10 см	0-5 см	5-10 см	0-5 см	5-10 см	
<i>Thamnacarus pavlovskii</i> B.-Z.	-	1/1,61	-	-	-	3/1,82	4/0,41
<i>Papillacarus asiculatus</i> (Berl.)	-	1/1,61	-	-	-	6/3,64	7/0,72
<i>Epilohmannia styriaca</i> Schuster	-	-	-	-	-	2/1,21	2/0,20
<i>Platynothrus grandjeani</i> Sitnikova	6/1,13	-	-	-	-	-	6/0,61
<i>Malaconothrus gracilis</i> Hammen	57/10,71	1/1,61	-	-	-	-	58/5,93
<i>Metabelba pulverulenta</i> (Koch)	1/0,19	-	-	-	1/3,03	-	2/0,20
<i>M. papillipes</i> (Nic.)	1/0,19	-	-	-	2/6,06	-	3/0,32
<i>Nellacarus caucasicus</i> D. Kriv	-	-	-	4/3,96	-	6/3,64	10/1,02
<i>Tectocephus velatus</i> Mich	2/0,38	-	1/1,18	-	-	5/3,03	8/0,82
<i>Banksinoma lanceolata</i> Mich.	2/0,38	-	-	-	-	-	2/0,20
<i>Suctobelbella latirostris</i> (Forssl.)	-	-	-	-	1/3,03	1/0,61	2/0,20
<i>Multioppia glabra</i> Mih.	87/16,35	8/12,90	15/17,65	10/9,90	11/33,34	27/16,36	158/16,16
<i>Multioppia lanizeta</i> Moritz	-	2/3,23	-	-	-	-	2/0,20
<i>Oppiella nova</i> (Oudms.)	20/3,76	8/12,90	3/3,53	-	-	-	31/3,17
<i>Lauroppia maritima</i> (Will.)	1/0,19	12/19,36	-	-	-	8/4,85	21/2,15
<i>Microppia minus</i> (Paoli)	36/6,77	-	3/3,53	9/8,91	-	13/7,88	61/6,24
<i>M. minutissima</i> (Selln.)	-	6/9,68	-	-	-	-	6/0,61
<i>Graptoppia foveolata</i> (Paoli)	-	-	-	-	-	2/1,21	2/0,20
<i>Oppia krivolutskyi</i> Kul.	-	-	2/2,35	18/17,82	-	30/18,18	50/5,11
<i>Medioppia obsoleta</i> (Paoli)	-	-	-	-	-	1/0,61	1/0,10
<i>Ramusella clavipectinata</i> (Mih.)	61/11,46	-	11/12,94	8/7,92	2/6,06	22/13,33	104/10,63
<i>R. mihelcici</i> (Perez-Inigo)	-	-	-	-	3/9,09	2/1,21	5/0,51
<i>Zygoribatula frisiae</i> (Oudms.)*	3/0,56	1/1,61	-	-	-	-	4/0,41
<i>Z. thalassophila</i> Gr.	1/0,19	-	-	-	-	-	1/0,10
<i>Z. exarata</i> Berl.	-	-	24/28,23	2/1,98	7/21,21	-	33/3,37
<i>Liebstadia similis</i> (Mich.)*	28/5,26	3/4,85	2/2,35	-	-	-	33/3,37
<i>Scheloribates laevigatus</i> (Koch)	91/17,11	1/1,61	4/4,71	-	-	-	96/9,82
<i>Sch. latipes</i> (Koch)*	63/11,84	1/1,61	-	-	-	-	64/6,54
<i>Protoribates monodactylus</i> (Haller)	-	-	-	-	-	2/1,21	2/0,20
<i>P. capucinus</i> Berl.	-	11/17,74	4/4,71	14/13,87	1/3,03	22/13,33	52/5,32
<i>P. glaber</i> Mih.	-	-	1/1,18	2/1,98	-	-	3/0,32
<i>Latilamellobates naltshiki</i> Schald.	2/0,38	-	-	-	-	-	2/0,20
<i>Ceratozetes minutissimus</i> Will.	6/1,13	-	5/5,88	13/12,87	1/3,03	10/6,06	35/3,58
<i>C. mediocris</i> Berl.*	-	5/8,07	-	-	-	-	5/0,51

Вид	Время суток 6 ⁰⁰		Время суток 12 ⁰⁰		Время суток 18 ⁰⁰		Всего 0-10 см
	0-5 см	5-10 см	0-5 см	5-10 см	0-5 см	5-10 см	
<i>Punctoribates zachvatkini</i> Schald.	42/7,89	-	-	18/17,82	-	1/0,61	61/6,24
<i>Oribatella meridionalis</i> Berl.	1/0,19	-	-	-	-	-	1/0,10
<i>Tectoribates ornatus</i> (Schuster)	2/0,38	-	10/11,76	2/1,98	4/12,12	-	18/1,84
<i>Galumna lanceata</i> Oudms.	8/1,50	1/1,61	-	-	-	-	9/0,92
<i>Atropacarus striculus</i> (Koch)	3/0,56	-	-	-	-	-	3/0,32
<i>Euphthiracarus cribrarius</i> (Berl.)	8/1,50	-	-	1/0,99	-	2/1,21	11/1,13
Всего панцирных клещей (имаго), экз.	532	62	85	101	33	165	978
Количество проб	10	10	10	10	10	10	30
Количество на 1 пробу, экз.	53,2	6,2	8,5	10,1	3,3	16,5	32,60
Плотность, экз./м ²	21280	2480	3400	4040	1320	6600	13040
Процентное отношение к общему числу панцирных клещей	85,12	83,78	83,33	92,66	91,67	97,63	87,71
Количество видов	24	15	13	12	10	19	40
Доминирующих	8	6	5	7	6	6	9
Частых	1	2	6	1	4	4	5
Редких	15	7	2	4	-	9	26
Количество преимагинальных фаз, экз.	93	12	17	8	3	4	137
Количество проб	10	10	10	10	10	10	30
Количество на 1 пробу, экз.	9,3	1,2	1,7	0,8	0,3	0,4	4,57
Плотность, экз./м ²	3720	480	680	320	120	160	1828
Процентное отношение к общему числу панцирных клещей	14,88	16,22	16,67	7,34	8,33	2,37	12,29
Всего панцирных клещей, экз.	625	74	102	109	36	169	1115
Количество проб	10	10	10	10	10	10	30
Количество на 1 пробу, экз.	62,5	7,4	10,2	10,9	3,6	16,9	37,16
Плотность, экз./м ²	25000	2960	4080	4360	1440	6760	14864
Процентное отношение к общему числу почвенного населения	52,13	23,79	18,38	23,59	8,18	36,50	32,51
Класс Nematoda	7/1,22	-	-	-	-	-	7/0,30
Класс Oligochaeta	1/0,17	-	-	-	-	-	1/0,04
Отр. Parasitiformes. Надсем. Gamasoidea	87/15,16	51/21,52	88/19,43	142/40,23	111/27,48	82/27,89	561/24,23
Надсем. Uropodinea	2/0,35	-	6/1,33	-	-	-	8/0,35
Отр. Acariformes. Надсем. Acaroidea	-	-	2/0,44	2/0,57	2/0,49	-	6/0,26
Гипопусы	-	-	-	-	-	11/3,74	11/0,48
Сем. Trombiculidae	-	-	5/1,10	2/0,57	-	-	7/0,30
Прочие сем. отр. Acariformes	128/22,30	68/28,69	150/33,11	107/30,31	132/32,67	82/27,89	667/28,81
Класс Myriapoda. Подкл. Chilopoda	5/0,87	8/3,38	-	3/0,85	2/0,49	10/3,40	28/1,21
Подкл. Diplopoda	-	-	-	1/0,28	1/0,25	-	2/0,09

Вид	Время суток 6 ⁰⁰		Время суток 12 ⁰⁰		Время суток 18 ⁰⁰		Всего 0-10 см
	0-5 см	5-10 см	0-5 см	5-10 см	0-5 см	5-10 см	
<i>Polyxena lagurus</i>	-	-	-	-	-	1/0,34	1/0,04
Класс Insecta. Отр. Diplura	2/0,35	-	-	-	-	-	2/0,09
Отр. Podura	146/25,44	92/38,81	196/43,27	93/26,34	153/37,87	103/35,04	783/33,82
Отр. Homoptera. Подотр. Aphidinea	-	-	-	-	1/0,25	-	1/0,04
Отр. Diptera	1/0,17	-	-	-	-	-	1/0,04
Отр. Thysanoptera	2/0,35	8/3,38	5/1,10	3/0,85	-	3/1,02	21/0,91
Отр. Hymenoptera. Надсем. Formicoidea	18/3,14	-	-	-	-	1/0,34	19/0,82
Надсем. Ichneumonoidea	1/0,17	-	-	-	-	-	1/0,04
Отр. Hemiptera	-	-	-	-	-	1/0,34	1/0,04
Отр. Coleoptera	5/0,87	2/0,84	-	-	1/0,25	-	8/0,35
Личинки насекомых	169/29,44	8/3,38	1/0,22	-	1/0,25	-	179/7,73
Всего других почвенных обитателей, экз.	574	237	453	353	404	294	2315
Количество проб	10	10	10	10	10	10	30
Количество на 1 пробу, экз.	57,4	23,7	45,3	35,3	40,4	29,4	77,16
Плотность, экз./м ²	22960	9480	18120	14120	16160	11760	30864
Процентное отношение к общему числу почвенных обитателей	47,87	76,21	81,62	76,41	91,82	63,50	67,49
Всего почвенного населения, экз.	1199	311	555	462	440	463	3430
Количество проб	10	10	10	10	10	10	30
Количество на 1 пробу, экз.	119,9	31,1	55,5	46,2	44,0	46,3	114,33
Плотность, экз./м ²	47960	12440	22200	1848	17600	18520	45732

Примечания:

1. * – виды, принимающие участие в цикле развития ленточных червей из сем. Anoplocephalidae.
2. В числителе – количество экземпляров, в знаменателе – индекс доминирования, выраженный в процентах.

Имагинальные фазы от общего числа орибатид составили 51,51% (17 экз., плотность 680 экз./м²), преимагинальные фазы (личинки и нимфы) – 16 экз. (48,49%), плотность 640 экз./м². Определено 7 видов: *Tectocephus velatus*, *Multioppia glabra*, *Ramusella clavipectinata*, *Zygoribatula frisiae*, *Scheloribates laevigatus*, *Sch. latipes*, *Punctoribates zachvatkini*, численность которых колебалась от 1 до 4 экз. Другие почвенные хортобионты составили 84,06% (174 экз., плотность 6960 экз./м²), что в 1,97-2,76 раза больше, чем в 12 и 18 часов дня. Доминирующее положение занимают тироглифоидные клещи – 8,62%, другие семейства акариформных клещей – 58,05% и трипсы – 26,44%. Остальные представители, как гамазовые и краснотелковые клещи, тли и личинки насекомых были малочисленны. Всего геохортобионтного населения в 6 часов утра на травостое обнаружено максимальное количество – 207 экз., плотность 8280 экз./м² (табл. 1, рис. 1 а-в).

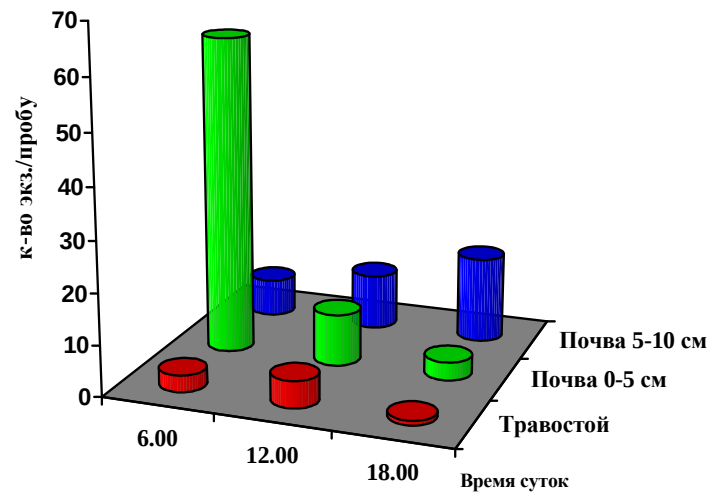
В полдень (12⁰⁰) на травостое обнаружен максимум панцирных клещей – 53 экз. (37,59%), плотность 2120 экз./м². Имаго составили 7,55%, 4 экз. 2-х видов – *Tectocephus velatus*, *Zygoribatula frisiae*, численность личинок и нимф орибатид максимальна – 49 экз. (92,45%, плотность – 1960 экз./м²). Численность других представителей снизилась до 88 экз. (62,41%), плотность – 3520 экз./м². Из них преобладали трипсы – 60,23% и различные группы акариформных клещей – 29,54%. Остальные представители (личинки насекомых, наездники, тли, коллемболы и гамазовые клещи) были единичны. Общее количество обитателей травостоя в 12⁰⁰ уменьшилось в 1,4 раза (141 экз., 5640 экз./м²) по сравнению с 6⁰⁰ утра (см. табл. 1, рис. 1 а-в).

В конце светлого периода суток (18⁰⁰) миграция панцирных клещей на траву резко сократилась при температуре воздуха 19°C до 1 экз. (11,11%), с минимальной плотностью 40 экз./м². Количество личинок и нимф также резко уменьшилось до 8 экз. (88,89%), плотность – 320 экз./м². Из 9 экз. орибатид (12,50%), плотность – 360 экз./м² определен 1 вид – *Z. frisiae*. В то же время отмечена минимальная численность других геохортобионтов – 63 экз. (87,50%), с низкой плотностью – 2520 экз./м². Общая численность обитателей на травянистой растительности в 18⁰⁰ была минимальной – 72 экз. (87,50%), с низкой плотностью – 2880 экз./м², доминирующее положение занимали трипсы и сборная группа акариформных клещей (см. табл. 1, рис. 1 а-в).

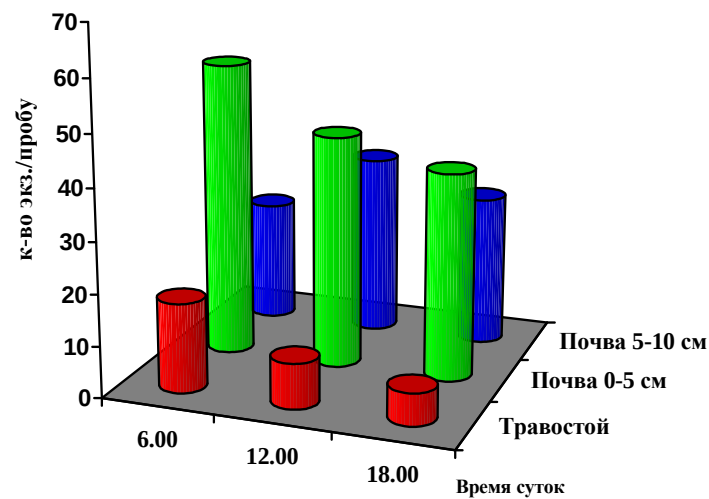
Общая численность панцирных клещей в период светового периода дня (6⁰⁰, 12⁰⁰, 18⁰⁰) на травостое составила 22,62% (95 экз.), плотность – 1268 экз./м², имаго – 22 экз. (23,16%), 7 видов с небольшой плотностью – 292 экз./м², личинки и нимфы – 73 экз. (76,84%), плотность – 972 экз./м² (см. табл. 1, рис. 1 а-в). Других хортобионтов, среди которых доминировали трипсы и сборная группа акариформных клещей, найдено 325 экз. (77,38%), 4332 экз./м². Общее число обитателей травянистой растительности составило 420 экз. с невысокой плотностью – 5600 экз./м².

Таким образом, на травянистой растительности наблюдается постоянная миграция геохортобионтов в светлое время суток, но в различной степени концентрации. Пик численности отмечен в 6 часов утра, при высокой влажности поверхностного слоя почвы (63,93%) и температуре воздуха +16°C, что обусловлено высокой численностью почвенного населения в поверхностном слое (0-5 см) почвы (1199 экз.). Минимум отмечен в 18⁰⁰ при температуре воздуха +19°C и влажности почвы 28,21%. При оценке зависимости видового состава и численности панцирных клещей и других обитателей на растительности в течение светового дня отмечаем снижение этих показателей к концу светового дня (18⁰⁰).

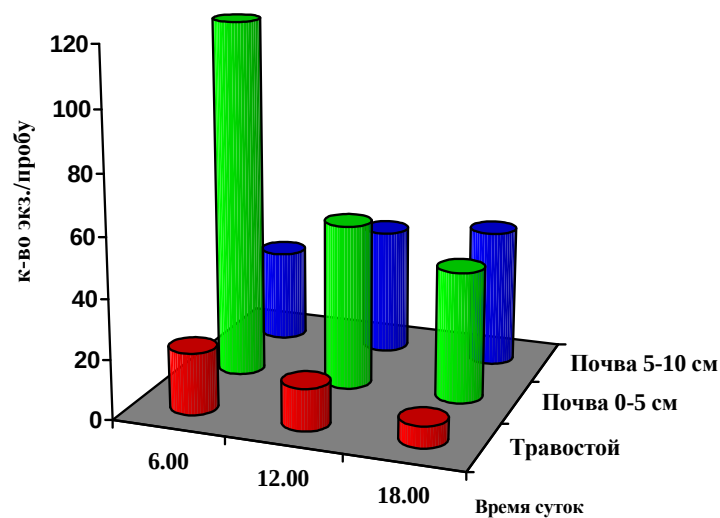
В поверхностном слое почвенного покрова (0-5 см) в 6 часов утра собрано максимальное количество почвенных обитателей – 1199 экз., с высокой плотностью 47960 экз./м². Из них панцирных клещей – 625 экз., плотность – 25000 экз./м² (имаго – 532 экз. (85,12%), плотность – 21280 экз./м², с максимальным видовым спектром – 24 и максимумом их личинок и нимф – 93 экз. (14,88%), 3720 экз./м²).



а



б



в

Рис. 1. Суточная миграция панцирных клещей и других почвенных обитателей на пойменном лугу (п. Водяное Ясиноватского района Донецкой области) (май 2009 г.): а – панцирные клещи, б – другие почвенные обитатели, в – всего почвенного населения.

Доминировали 8 видов: *Malaconothrus gracilis* – 10,71%, 1 экз. которого в это же время найден на глубине 5-10 см, в остальные часы дня не встречался; *Multioppia glabra* – 16,35%, доминант в двух слоях почвы на протяжении светлого времени суток; *Microppia minus* – 6,77%, который доминировал в 6 утра в слое 0-5 см, в 12 и 18 часов дня в слое 5-10 см, в остальное время не встречался; *Ramusella clavipectinata* – 11,46%, доминант в двух слоях в 12 и 18 часов дня, в слое 5-10 см в 6⁰⁰ не встречался; *Liebstadia similis* – 5,26%, частый вид в 6 утра на глубине 5-10 см и в 12⁰⁰ на глубине 0-5 см, в остальное время не обнаружен; *Scheloribates laevigatus* – 17,11%, частый вид на глубине 0-5 см в 12⁰⁰, единичен в 6 утра на глубине 5-10 см; *Sch. latipes* – 11,84%, единичен в слое 5-10 см в 6⁰⁰, в остальное время не встречался; *Punctoribates zachvatkini* – 7,89%, доминант в 6⁰⁰ (0-5 см) и в 12⁰⁰ (5-10 см), единичен в 18⁰⁰ (5-10 см), в остальное время не встречался. Часто встречался 1 и редко – 15 видов (см. табл. 1, рис 1 а).

Другие почвенные обитатели в слое 0-5 см в 6⁰⁰ достигали максимума – 574 экз. (47,87%), плотность – 22960 экз./м². Среди них преобладали гамазовые клещи – 15,16%, сборная группа акариформных клещей – 22,30%, коллемболы – 25,44%, которые доминировали на протяжении исследований в двух слоях почвы; личинки насекомых – 29,44%, часто встречались в слое 5-10 см (6⁰⁰), единичны в слое 0-5 см в 12⁰⁰ и 18⁰⁰, в остальное время в почве не встречались. Другие представители (уроподовые клещи, многоножки, двухвостки, трипсы, двукрылые, наездники, жуки) были малочисленны (см. табл. 1, рис. 1 б).

В 6 ч. утра в слое 5-10 см собран минимум почвенного населения – 311 экз., плотность – 12440 экз./м². Из них учтено минимальное количество панцирных клещей на протяжении дня – 74 экз. (23,79%), плотность – 2960 экз./м² (имаго – 62 экз. (83,78%), личинок и нимф – 12 экз. (16,22%), плотность – 480 экз./м²). Определено 15 видов. Доминировали 6 видов: *Multioppia glabra* – 12,90%, доминант в двух слоях почвы на протяжении дня; *Oppeiella nova* – 12,90%, часто встречался в слое 0-5 см в 6⁰⁰ и 12⁰⁰, в остальное время не обнаружен; *Lauroppia maritima* – 19,36%, частый в слое 5-10 см в 18⁰⁰ и единичен в слое 0-5 см в 6⁰⁰; *Microppia minutissima* – 9,68%, встречался только на глубине 5-10 см в 6⁰⁰; *Protoribates capucinus* – 17,74%, доминант в слое 5-10 см на протяжении дня, частый в слое 0-5 см в 12⁰⁰ и единичен в слое 0-5 см в 18⁰⁰, в остальной период не встречался; *Ceratozetes mediocris* – 8,07%, в остальное время в почве не обнаружен. Часто встречались 2 и редко 7 видов (см. табл. 1). Как видно, в более глубоком слое почвы преобладали мелкие формы панцирных клещей из оппиоидного комплекса, составившие примерно 30%. Панцирные клещи свободно перемещаются в поверхностном слое почвы, одни доминанты предпочитают верхний слой почвы, другие – более глубокий слой почвы в поисках более благоприятных условий для жизнедеятельности. В слое 5-10 см в 6⁰⁰ учтено минимальное количество почвенных обитателей – 237 экз. (76,21%), плотность – 9480 экз./м² при влажности почвы 31,58%. Доминирующее положение занимали гамазовые клещи – 21,52%, другие акариформные клещи – 29,54%, коллемболы – 38,81%, часто встречались многоножки, трипсы и личинки насекомых (см. табл. 1, рис. 1 б, в).

В 12 часов дня численность почвенного населения при температуре воздуха +22°C и влажности почвы 31,58% в слое 0-5 см снизилась в 2,2 раза, в основном за счет низкой численности панцирных клещей. Всего учтено 555 экз. геобионтов, плотность – 22200 экз./м². Количество панцирных клещей, по сравнению с утром, снизилось почти в 2 раза – 102 экз. (18,32%), несмотря на теплую погоду. Имаго орибатид составили 83,33% (85 экз., плотность – 3400 экз./м², личинки и нимфы – 16,67% (17 экз., плотность – 680 экз./м²). Видовой спектр панцирных клещей небольшой – 13. Доминировали 5 видов: *Multioppia glabra* – 17,65%, *Ramusella clavipectinata* – 12,94%, *Zygoribatula exarata* – 28,23%, доминант также в слое 0-5 см в 18⁰⁰, редок в слое 5-10 см (12⁰⁰), в остальное время не обнаружен; *Ceratozetes minutissimus* – 5,88%, доминант в слое 5-10 см (6⁰⁰-18⁰⁰), редок в слое 0-5 см (6⁰⁰); *Tectoribates ornatus* – 11,76%, доминант в слое 0-5 см (18⁰⁰), редок в слоях 0-5 см (6⁰⁰) и 5-10 см (12⁰⁰). Часто встречались 6 и редко – 2 вида (см. табл. 1). Как видно, наибольшие

показатели видового богатства и обилия панцирных клещей наблюдаются в поверхностном слое почвы в утренние часы (см. рис. 1 а). Другие почвенные обитатели составили 81,62% (453 экз.), плотность – 18120 экз./м². Доминировали гамазовые, другие акариформные клещи и коллемболы – 19,43 – 33,11 – 43,27% соответственно (см. табл. 1).

В слое 5-10 см в 12⁰⁰ панцирных клещей обитало почти в 1,5 раза больше, чем в слое 5-10 см (6⁰⁰) – 109 экз. (23,59%), плотность – 4360 экз./м² (имаго – 101 экз. (92,66%, плотность – 4040 экз./м²), личинок и нимф – 8 экз. (7,34%), плотность – 320 экз./м², видовой состав небольшой – 12. Доминировали 7 видов: *M. glabra* – 9,90%, *M. minus* – 8,91%, *Oppia krivolutskyi* – 17,82%, на этой же глубине доминант в 18⁰⁰, частый в это же время в верхнем слое почвы; *R. clavigepectinata* – 7,92%; *P. capucinus* – 13,87%; *C. minutissimus* – 12,87%; *P. zachvatkini* – 17,82%. При небольшом видовом составе число доминантов увеличивается (см. табл. 1, рис. 1 а). Количество других почвенных обитателей, по сравнению с верхним слоем почвы, уменьшилось в 1,2 раза – 353 экз., плотность – 14120 экз./м², а по сравнению со слоем 5-10 см в 6⁰⁰ и 18⁰⁰ увеличилось в 1,5 – 1,2 раза, соответственно. В связи с этим отмечена высокая общая численность геобионтов – 462 экз., плотность – 18480 экз./м² (см. табл. 1, рис. 1 б, в).

В 18⁰⁰ в слое почвы 0-5 см собрано минимальное количество панцирных клещей – 36 экз. (8,18%), плотность – 1440 экз./м², что в 17,3 – 2,8 раза меньше, чем в поверхностном слое в 6⁰⁰ и 12⁰⁰, соответственно. Имаго составило 91,67% (33 экз., плотность – 1320 экз./м², личинки и нимфы – 3 экз.). Наблюдается четкое перемещение панцирных клещей в нижний слой почвы, где он достигает в 18⁰⁰ максимума – 169 экз., плотность – 6760 экз./м². Из 33 экз. определен минимальный видовой состав в поверхностном слое почвы – 10, что в 2,4 – 1,3 раза меньше, чем в 6⁰⁰ и 12⁰⁰. Доминировали 6 видов: *Metabelba papillipes* – 6,06%, единичен в 6⁰⁰ в слое 0-5 см, в остальное время не обнаружен; *M. glabra* – 33,34%, *R. clavigepectinata* – 6,06%, *Ramusella mihelcici* (Perez-Inigo) – 9,09%, редок в это время в слое 5-10 см, в остальное время не встречался; *Z. exarata* – 21,21%; *T. ornatus* – 12,12%.

Таким образом, отмечаем высокую численность и видовой состав панцирных клещей в поверхностном слое почвы в утренние часы (6⁰⁰), затем резкий спад в сторону уменьшения численности и видового богатства к вечеру (18⁰⁰), что, очевидно, связано с изменениями микроусловий в верхнем слое почвы при температуре воздуха +16⁰С и наиболее высокой влажности почвы – 63,93% (см. табл. 1, рис. 1 а). Другие почвенные обитатели, по сравнению с панцирными клещами, составили больший процент – 91,82 (404 экз., плотность – 16160 экз./м²), численность которых, как и всего почвенного зооценоза (440 экз., 17600 экз./м²), постепенно снижается к вечеру при температуре воздуха +19⁰С и влажности почвы 21,28%. Доминировали гамазовые, другие акариформные клещи и коллемболы, соответственно – 27,48 – 32,67 – 37,87% (см. табл. 1, рис. 1 б, в).

В слое почвы 5-10 см в 18⁰⁰ собрано максимальное количество панцирных клещей – 169 экз. (36,50%), плотность – 6760 экз./м² (имаго – 165 экз., 97,63%, 6600 экз./м², личинок и нимф – 4 экз.), которые мигрировали с наступлением темноты в более глубокий слой почвы. Видовой спектр в течение дня к вечеру увеличился до 19, доминировали 6 видов панцирных клещей: *M. glabra* – 16,36%, *M. minus* – 7,88%, *O. krivolutskyi* – 18,18%, *R. clavigepectinata*, *P. capucinus* – по 13,33%, *C. minutissimus* – 6,06%. Встречались часто 4 и редко – 9 видов (см. табл. 1, рис. 1 а). Количество других геобионтов, по сравнению с 12 часами дня, уменьшилось в 1,2 раза – 294 экз. (63,50%), 11760 экз./м², а общее количество практически не изменилось – 463 экз., 18520 экз./м². Доминировали гамазовые и другие акариформные клещи – по 27,89% и коллемболы – 35,04% (см. табл. 1, рис. 1 б, в).

Таким образом, в течение светового дня наблюдаются миграции панцирных клещей (7 видов) из почвы на травянистую растительность в количестве 95 экз. (22,62%) со средней плотностью населения 1268 экз./м², с пиком в полдень и минимумом в 18⁰⁰. Среди других геохортобионтов – 325 экз. (77,38%, 4332 экз./м²) мигрировали гамазовые, краснотелковые и другие акариформные клещи, а из насекомых – коллемболы, тли, наездники, личинки

насекомых и занимающие доминирующее положение трипсы (45,23%). В целом на травостое отмечено 420 экз. членистоногих со средней плотностью 5600 экз./м².

В поверхностном слое почвы (0-5 см) обнаружено 30 видов панцирных клещей – 763 экз. (34,78%), плотность – 10172 экз./м² с пиком численности в 6⁰⁰ и минимумом – в 18⁰⁰. Среди других геобионтов (1431 экз., 65,22%, 19080 экз./м²) доминировали гамазовые клещи, сборная группа акариформных клещей, коллемболы и личинки насекомых. К часто встречаемым и редким отнесены нематоды, дождевые черви, уроподовые и краснотелковые клещи, многоножки, кивсяки, двухвостки, тли, трипсы, муравьи, наездники, двукрылые, жуки. Всего учтено 2194 экз. (плотность – 2952 экз./м²) с максимумом в 6⁰⁰ и минимумом в 18⁰⁰.

В слое почвы 5-10 см всего учтено 1236 экз., плотность – 16480 экз./м² почвенного населения, с пиком в полдень и в 18⁰⁰ и минимумом в 6⁰⁰. Из них панцирных клещей – 352 экз. (28,48%), плотность – 4692 экз./м² (32 вида), с пиком в 18⁰⁰ и минимум в 6⁰⁰. Других обитателей почвы учтено 884 экз. (71,52%), плотность – 11784 экз./м². Доминировали гамазовые и другие акариформные клещи, коллемболы. Остальные представители малочисленны: акароидные клещи, их гипопусы, краснотелковые клещи, многоножки, кивсяки, трипсы, муравьи, клопы, жуки и личинки насекомых.

В целом в течение дня в почве учтено 1115 экз. (32,51%) панцирных клещей, плотность населения которых составила 14864 экз./м² (имаго – 978 экз., личинок и нимф – 137 экз.), других почвенных обитателей – 2315 экз. (67,49%). Определено 40 видов панцирных клещей, относящихся к 20 семействам и 30 родам. Доминировали 9 видов: *M. gracilis*, *M. glabra*, *M. minus*, *O. krivolutskyi*, *R. clavipectinata*, *Sch. laevigatus*, *Sch. latipes*, *P. capucinus*, *P. zachvatkini*. Часто встречались 5 и редко – 26 видов (см. табл. 1).

При оценке зависимости видового спектра и численности панцирных клещей от глубины почвенного слоя отмечена их вариабельность на протяжении светлого периода суток, и наблюдается снижение этих показателей к концу дня. Наибольшие показатели видового богатства и обилия панцирных клещей зарегистрированы в верхних слоях почвы в 6⁰⁰, в слое 5-10 см – в 18⁰⁰. Отмечена постоянная миграция панцирных клещей и других членистоногих из почвы на травянистую растительность, с пиком в утренние часы и минимум к завершению светлого периода дня. Можно предположить, что увеличение численности на растительности почвенных трахейнодышащих членистоногих в утренние часы связано с началом интенсивного фотосинтеза травянистой растительности.

В суточной миграции в верхних слоях почвы и на травянистую растительность приняли участие 40 видов, из которых доминировали 9, часто встречались 5 и редко – 26 видов. На травянистую растительность мигрировали 19 (47,5%) видов (см. табл. 1). Среди других членистоногих в травостое доминировали трипсы (45,23%) с пиком численности в 18⁰⁰ (76,19%) и минимумом – в 6⁰⁰ (26,44%) и сборная группа акариформных клещей (42,15%) с пиком численности в 6⁰⁰ (58,05%) и минимумом – в 18⁰⁰ (15,87%).

Список литературы

1. Беклемишев В. Н. Термины и понятия, необходимые при количественном изучении популяций эктопаразитов и нидиколов / В. Н. Беклемишев // Зоол. журн. – 1961. – Т. 40, вып. 2. – С. 143–158.
2. Буланова-Захваткина Е. М. Сбор и исследование панцирных клещей / Е. М. Буланова-Захваткина. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1952. – 29 с.
3. Гиляров М. С. Зоологический метод диагностики почв / М.С. Гиляров. – М.: Наука, 1965. – 278 с.
4. Кауричев И. С. Практикум по почвоведению / И. С. Кауричев. – М.: Колос, 1973. – С. 24–28.
5. Фасулати К. К. Полевое изучение наземных беспозвоночных / К. К. Фасулати. – М.: Высш. шк., 1971. – 424 с.

6. Ярошенко Н. Н. Орибатида клещи (Acariformes, Oribatei) естественных экосистем Украины / Н. Н. Ярошенко. – Донецьк: ДонНУ, 2000. – 313 с.

Ярошенко М. М. Добова міграція панцирних кліщів та інших ґрунтових артропод у природних біотопах Ясинуватського району Донецької області. – У 2009 р. у травні на заплавному лузі околиць п. Водяне Ясинуватського району Донецької області проведено кадастрово-моніторингові дослідження з добової міграції панцирних кліщів. У міграції в поверхневих шарах ґрунту (0-5 та 5-10 см) і на травостій взяли участь 40 видів панцирних кліщів, 20 родин і 30 родів. Домінували 7 видів: *Malaconothrus gracilis* Hammen, *Multioppia glabra* Mih., *Microppia minus* Paoli, *Oppia krivolutskyi* Kul., *Ramusella clavipectinata* (Mih.), *Scheloribates laevigatus* (Koch), *S. latipes* (Koch), *Protoribates capucinus* Berl., *Punctoribates zachvatkini* Schald. Відзначено високі показники видового складу й чисельності панцирних кліщів та інших геохортобіонтів в ранкові години (6⁰⁰) і зниження цих параметрів до вечора (18⁰⁰).

Ключові слова: панцирні кліщі, гамазові кліщі, колемболи, міграція, видовий спектр, щільність ґрунтового населення.

Yaroshenko N. N. Daily migration of oribatid mites and others soil Arthropoda in natural biotopes of the Yasinovataya district of Donetsk region. – In May 2009 on a river meadow in neighbourhoods of Vodiane village of the Yasinovataya district of Donetsk region the cadastre monitoring researches on daily migration of oribatid mites and others soil Arthropoda were carried out. 40 species of oribatid mites, 20 families and 30 genera have taken part in migration in surface layers of ground (0-5 and 5-10 cm) and on the grass. 7 species were dominating: *Malaconothrus gracilis* Hammen, *Multioppia glabra* Mih., *Microppia minus* Paoli, *Oppia krivolutskyi* Kul., *Ramusella clavipectinata* (Mih.), *Scheloribates laevigatus* (Koch), *S. latipes* (Koch), *Protoribates capucinus* Berl., *Punctoribates zachvatkini* Schald. The high indices of specific composition and abundance of oribatid mites and others geohortobionts are marked at morning o'clock (6⁰⁰) and lowering of their parameters by evening (18⁰⁰).

Key words: oribatid mites, Gamasina mites, Collembola, migration, specific spectrum, density of the soil population.

**ФІЗІОЛОГІЯ ТА ЕКОЛОГІЯ РОСЛИН, МІКОЛОГІЯ
ФИЗИОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ, МИКОЛОГИЯ
PHYSIOLOGY AND ECOLOGY OF THE PLANT, MYCOLOGY**

УДК 581.5 : 632.122 (477.60)

© И. В. Агурова

**ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ЭДАФОТОПА В УСЛОВИЯХ ОТВАЛОВ
УГОЛЬНЫХ ШАХТ ДОНБАССА**

Донецкий ботанический сад НАН Украины, 83059, г. Донецк, пр. Ильича, 110

e-mail: sett50@ukr.net

Агурова И. В. Особенности развития эдафотопы в условиях отвалов угольных шахт Донбасса. – Приведены данные по изучению состояния эдафотопы и тех изменений, которые происходят с субстратом отвалов угольных шахт со временем. В результате изучения основных агрохимических показателей субстрата (эдафотопы) сделан вывод о приближении условий многих изученных эдафотоп к свойствам зональных почв, что в свою очередь обеспечивает поселение и образование популяций растениями.

Ключевые слова: отвал, эдафотоп, pH, засоление, водная вытяжка.

Введение

Ускоренные темпы развития современного техногенеза оказывают все более глубокое воздействие на природные ландшафты. Техногенные экосистемы, которые являются, по выражению Б. П. Колесникова, закономерным результатом и следствием этого процесса [11], стали не только типичными для современной эпохи, но и в ряде регионов заняли доминирующее положение над естественными ландшафтами. Исключением не является и Донбасс, где возникла катастрофическая экологическая ситуация. Территория Донбасса находится под значительным антропогенным прессом, вследствие чего первичные ландшафты или сильно изменены, либо заменены антропогенными, карбонатными или сернисто-кислыми ландшафтами, которые интенсивно накапливают загрязняющие вещества [9, 15]. Основу промышленного потенциала Донецкой области составляет горно-металлургический комплекс [8]. В черте Донецка и Донецкой области по распространенности наибольший процент принадлежит отвалам угольных шахт – так называемым терриконам, которые, выбрасывая огромное количество вредных веществ и газов в окружающую среду, оказывают на неё негативное влияние. Фиторекультивацию относят к одному из дешевых и эффективных способов уменьшения вредного влияния отвалов на окружающую среду. Изучению эдафотопы в техногенных экотопах посвящено значительное количество работ, касающихся, естественно, в большинстве случаев промышленно загрязненных регионов, таких как Урал [10, 11, 13], Север России [6], Кузбасс [5, 7], Карелия [22], Северный Казахстан [19]. На Украине такие исследования проводятся в Кривом Роге [18], Западном Донбассе [12], Донбассе [17, 20, 21].

Исследования по изучению условий произрастания растений на отвалах угольных шахт Донбасса были начаты сотрудниками Донецкого ботанического сада в 1964 г. В развитии эдафотопы на отвалах угольных шахт Донбасса ими были выделены 3 стадии: стадия окисления, которая характеризуется высоким значением pH и высоким содержанием токсичных солей; стадия вымывания, при которой снижение содержания водорастворимых солей и значения pH сопровождается заселением растительности; стадия массового поселения растений, при которой покрытие растений превышает 15% и наблюдается образование популяций растений [15].

В соответствии с профилно-генетической классификацией почв техногенных ландшафтов, разработанной лабораторией рекультивации почв Института почвоведения и агрохимии СО РАН [2], выделены 4 типа эмбриозёмов, которые можно отождествлять со стадиями развития эдафотопы, разработанными сотрудниками Донецкого ботанического сада: 1) *инициальный*, основным признаком которого является отсутствие каких-либо органо-генных горизонтов (такие эмбриозёмы, как подтверждают наши исследования [17, 20],

наблюдаются либо на молодых отвалах, либо на старых в местах очагов горения); 2) *органогумусово-аккумулятивный*, основным признаком которого является наличие подстилки (в местах начального зарастания растениями площади отвалов); 3) *дерновый* с ярко выраженной дерниной (такие эмбриозёмы являются доминирующими на изученных нами отвалах в местах поселения популяций травянистых и древесных растений); 4) *гумусово-аккумулятивный* с наличием гумусово-аккумулятивного горизонта. Соответственно этому на эмбриозёмах на изученных нами отвалах формируются растительные группировки следующих стадий: пионерные группировки на инициальных эмбриозёмах; простые растительные группировки на органогумусово-аккумулятивных эмбриозёмах; сложные растительные группировки на дерновых эмбриозёмах; сложившиеся замкнутые сообщества на гумусово-аккумулятивных эмбриозёмах.

На свежих терриконах растения долго не заселяются и не растут. Главными причинами гибели растений является высокая кислотность, наличие токсичных веществ в верхних слоях породы. Поэтому из свойств субстрата наиболее важными индикаторами пригодности для роста растений на отвалах угольных шахт являются показатель pH субстрата, степень засоленности и токсичности [15]. Не вызывает сомнения факт, что проблема озеленения отвалов угольных шахт с целью снятия или уменьшения вредного влияния их на окружающую среду должна решаться параллельно с изучением условий эдафотопы и поиском устойчивых к данным условиям как травянистых, так и древесных растений. Таким образом, в цели нашей работы входило продолжение исследований условий эдафотопы, которые сложились на отвалах угольных шахт, сравнение их с ранее полученными результатами, поиск тенденций в развитии эдафотопы.

Материалы и методы исследования

Изучение условий развития эдафотопы с целью выявления особенностей и тенденций к развитию нами было проведено на различных отвалах угольных шахт, которые находятся в черте города и области: "Ганзовка", "№ 6-14", "Юза", "Центрально-Заводская", "Заперевальная", "им. Ленина". Все изученные нами отвалы относятся к старым, эксплуатация которых закончена в 70-е годы. На примере отвала шахты № 6-14 показано, как с течением времени происходит изменение показателей pH, гранулометрического состава, содержания водорастворимых солей, сухого остатка. Изучение условий эдафотопы (значений pH, катионно-анионного состава водной вытяжки, сухого остатка, гранулометрического состава) проводились общепринятыми в агрохимии и экологии методами [3, 4, 14], а именно: актуальная pH – потенциометрическим методом на pH-метре, сухой остаток – выпариванием, а потом высушиванием при 105°C, хлориды – аргентометрическим методом, бикарбонаты – титрованием с серной кислотой, сульфаты – весовым методом, катионы кальция и магния – комплексометрическим методом, гранулометрический состав определяли просеиванием на ситах разного диаметра и использовали элементы классификации Н. А. Качинского (камни – фракции больше 3 мм, гравий – 3-1 мм, мелкозем – меньше 1 мм).

Результаты и обсуждение

На отвалах угольных шахт доминирующими часто являются хрящеватые и каменистые фракции. Даже на наиболее старых отвалах фракции менее 1 мм редко превышают 30% [15]. Для корневых систем растений наиболее важным является наличие большего количества мелкозёма (частицы меньше 1 мм), поскольку именно эти частицы определяют почти все важные свойства субстратов – водные, воздушные и т.д. [1]. На примере отвала шахты № 6-14 нами показано, как под действием времени происходит изменение содержания фракций в поверхностном слое породы. Со временем процент каменистой части породы уменьшается, а гравийной части и мелкозёма повышается на всех частях исследуемых отвалов (рис. 1-3).

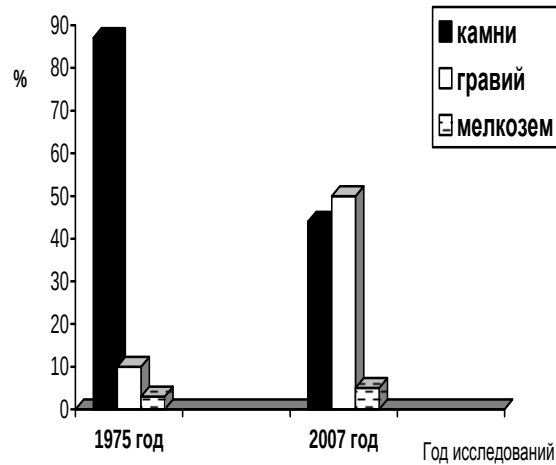


Рис. 1. Гранулометрический состав поверхностного слоя породы отвалов угольных шахт в динамике (вершина).

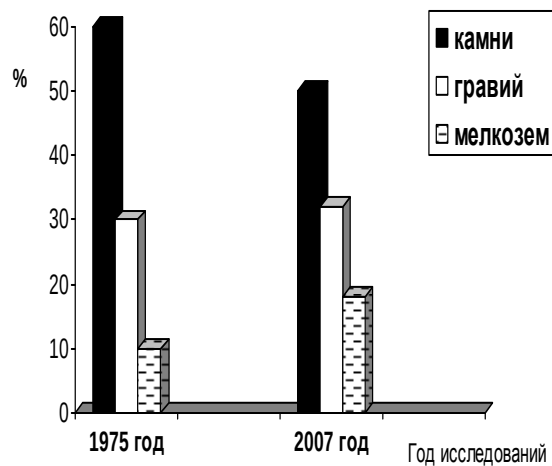


Рис. 2. Гранулометрический состав поверхностного слоя породы отвалов угольных шахт в динамике (средняя часть склона).

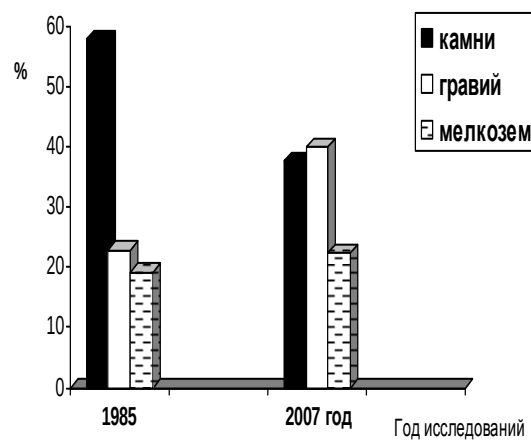


Рис. 3. Гранулометрический состав поверхностного слоя породы отвалов угольных шахт в динамике (нижняя часть склона).

При этом было отмечено, что существенное изменение гранулометрического состава эдафотопов наблюдается на участках отвалов, где идет заселение растений. Так, при начальном заселении эдафотопов растениями относительное содержание мелкозема увеличивалось в сравнении с вершиной с 5 до 18% в средней части и до 22,3% в нижней части отвала. В местах поселения популяций растений его процент увеличивается до 55%. Наименьший процент каменистой фракции зафиксирован в нижней части склона. В местах же отсутствия растений на изучаемых отвалах каменистая часть существенно доминирует, её процент от общего процентного числа фракций существенно не меняется с годами.

В результате сравнения своих исследований с уже проведенными было показано (табл. 1), что актуальная реакция образцов породы, отобранных в 1975 г., была очень кислая, однако с годами значение pH значительно повышается, что важно как для роста растений, так и для образования популяций, поскольку на очень кислых субстратах поселение и рост растений невозможен.

Таблица 1

Значения pH поверхностного слоя породы на отвале шахты № 6-14 (1975 и 2007 гг.)

Место отбора пробы	pH	
	1975 г.	2007 г.
Южная экспозиция, середина склона	4,2±0,1	7,1±0,2
Южная экспозиция, нижняя часть склона	4,5±0,2	6,7±0,1
Северная экспозиция, середина склона	3,9±0,1	6,7±0,1
Северная экспозиция, нижняя часть склона	4,8±0,1	6,7±0,2

Нужно отметить, что сезонные колебания актуальной кислотности эдафотопов под влиянием осадков свидетельствуют о неустойчивых (динамичных) свойствах поверхностного слоя породы, что может также отражаться на росте растений.

Отвалы угольных шахт – гетерогенные образования, и свойства субстрата в значительной степени зависят от месторасположения того или иного участка эдафотопов на отвале [17]. В частности это касается и показателя pH. При анализе полученных данных можно наблюдать следующие закономерности (табл. 2).

Таблица 2

Сезонная динамика значения pH на отвале шахты № 6-14

Место отбора пробы	май	июнь	июль	октябрь
Вершина, отсутствие растений	5,7	5,8	5,8	5,7
Вершина, отдельные особи растений	6,2	6,3	6,4	6,2
Вершина, популяции травянистых растений	7,8	7,7	7,7	7,8
Средняя часть, популяции травянистых растений	7,0	7,2	7,1	7,1
Средняя часть, насаждения древесных растений	6,6	6,7	6,8	6,5
Нижняя часть, насаждения древесных растений	6,6	6,7	6,7	6,7

Для нижней части отвала шахты № 6-14 (и изученных эдафотопов большинства отвалов) характерна реакция почвенного раствора близкая к нейтральной; для их средней части в разных местах отбора проб субстрата значение pH изменяется не в широких пределах (с 6,5 до 7,2).

В процессе реформирования отвала шахты № 6-14 завозилась и выравнивалась по поверхности отвала почва, поэтому в некоторых местах наблюдается значение pH, которое является не естественным для такого техногенного объекта, как отвал угольной шахты (7,7 – 7,8), но является естественным для зональных почв нашего региона (чернозема обыкновенного). На участках, где на вершине отвалов сохранились очаги горения, наблюдается очень сильноокислая реакция среды (pH 3,8), на всех же остальных отвалах это значение находится в пределах 3-4 pH.

Также в своих исследованиях значения рН мы связывали с фитоиндикационным значением растительности на отвалах угольных шахт (табл. 3).

В местах начального заселения растений наблюдается слабокислая реакция эдафотопы. Значение рН повышается в местах образования популяций и находится в пределах 6,8-7,7. В местах произрастания *Robinia pseudoacacia* L., а также в целом популяций древесных растений значение рН ниже и находится в пределах 5,4-6,8.

Таблица 3

**Значения рН эдафотопы на отвалах угольных шахт Донбасса
в местах произрастания растений**

Место отбора образца породы	рН	Место отбора образца породы	рН
<i>Отвал шахты "Запореваляная"</i>		<i>Отвал шахты им. Ленина</i>	
Популяции травянистых растений, ближе к вершине	7,2	Популяции травянистых растений, средняя часть	6,9
Отдельные особи растений, средняя часть	6,4	Популяции древесных растений, средняя часть	6,8
Популяции травянистых растений, нижняя часть	8,1	Популяции древесных растений, нижняя часть	7,3
Популяции древесных растений, нижняя часть	7,0	<i>Отвал шахты "Ганзовка"</i>	
<i>Отвал шахты "Центрально-Заводская"</i>		Популяции травянистых растений, средняя часть	6,9
Насаждения <i>Robinia pseudoacacica</i> L., средняя часть	5,8	Насаждения <i>Robinia pseudoacacica</i> L. средняя часть	5,4
Популяции травянистых растений, средняя часть	7,5		
<i>Отвал шахты "Юза"</i>			
Популяции травянистых растений, средняя часть	7,7	Популяции древесных растений, нижняя часть	7,1

В нижней части, где сказывается влияние соседних почв, значение рН может увеличиваться и становиться щелочным. На отвалах шахт "Центрально-Заводская" и "Юза", как и на всех изученных отвалах, регистрируется повышение значения рН по сравнению с 80-ми годами. Но несмотря на это, а также на достаточно большое время, прошедшее со дня прекращения эксплуатации отвалов, на вершине отвалов шахт "Центрально-Заводская", "Ганзовка" и др. до сих пор остаются очаги горения, площадь занимаемая инициальным эмбриозёмом на отвале шахты "Ганзовка" до сих пор достаточно большая и даже в средней части террикона встречаются участки с безжизненным субстратом с очень низким значением рН. Близко к нейтральному значению рН на отвале шахты им. Ленина, где растения образуют устойчивые популяции.

Для роста растений в агрохимическом отношении имеет большое значение степень засоления, содержание сухого остатка и катионно-анионный состав. Незасоленные почвы характеризуются величиной сухого остатка в пределах 0,01-0,30%, засоленные – превышают 0,30% [3]. Отрицательное воздействие на рост и развитие растений на засоленных субстратах оказывает не только количественное содержание легкорастворимых солей, но их качественный состав.

Ионы сульфата не являются токсичными, но в сочетании с большим количеством ионов натрия и магния могут представлять угрозу для растений. Если ионов кальция больше в водной вытяжке, чем ионов бикарбонатов, все ионы относят к нетоксичным солям. Ионы карбонатов в сочетании с ионами магния и натрия являются также токсичными. Определение

сухого остатка в порода шахты № 6-14 показало, что этот показатель колеблется в пределах 0,08-0,48 г/100 г породы.

Наибольшее количество солей наблюдалось на вершине отвала в районе очагов горения (0,48 г/100 г), а также в местах либо полного отсутствия растений, либо произрастания их отдельных особей. На всех изученных отвалах вершина более засолена, чем средняя и нижняя части терикона (табл. 4).

Таблица 4

Анализ водной вытяжки на отвале шахты № 6-14

Место отбора пробы	Сухой остаток, г/100 г	Анионы, %/мгэкв/100г			Катионы, %/мгэкв/100 г		
		HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ +K ⁺
Вершина, район очага горения	0,478	<u>0,006</u> 0,10	<u>0,018</u> 0,50	<u>0,280</u> 5,98	<u>0,045</u> 2,25	<u>0,006</u> 0,50	<u>0,088</u> 3,83
Вершина, отдельные особи растений	0,268	<u>0,030</u> 0,50	<u>0,032</u> 0,90	<u>0,105</u> 2,19	<u>0,040</u> 2,00	<u>0,003</u> 0,25	<u>0,031</u> 1,34
Вершина, отсутствие растений	0,298	<u>0,030</u> 0,50	<u>0,032</u> 0,90	<u>0,135</u> 2,74	<u>0,045</u> 2,25	<u>0,003</u> 0,25	<u>0,038</u> 1,64
Вершина, популяции травянистых растений	0,154	<u>0,018</u> 0,30	<u>0,014</u> 0,40	<u>0,077</u> 1,60	<u>0,040</u> 2,00	<u>0,003</u> 0,25	<u>0,001</u> 0,05
Вершина, популяции древесных растений	0,198	<u>0,018</u> 0,30	<u>0,004</u> 0,10	<u>0,110</u> 2,29	<u>0,045</u> 2,25	<u>0,003</u> 0,25	<u>0,005</u> 0,19
Средняя часть, популяции травянистых растений	0,103	<u>0,012</u> 0,20	<u>0,004</u> 0,10	<u>0,057</u> 1,19	<u>0,015</u> 0,75	<u>0,003</u> 0,25	<u>0,011</u> 0,49
Средняя часть, популяции древесных растений	0,084	<u>0,012</u> 0,20	<u>0,004</u> 0,10	<u>0,036</u> 0,75	<u>0,015</u> 0,75	<u>0,003</u> 0,25	<u>0,001</u> 0,05
Нижняя часть, популяции травянистых растений	0,168	<u>0,018</u> 0,30	<u>0,021</u> 0,60	<u>0,076</u> 1,58	<u>0,035</u> 1,75	<u>0,003</u> 0,25	<u>0,010</u> 0,48

Приблизительно такая же картина содержания солей и катионно-анионного состава наблюдается и на других отвалах. Так, в составе эдафотопов водорастворимые соли представлены в основном анионами сульфатов (сульфаты во всех пробах преобладали) и катионами кальция. Определение условий эдафотопов в местах произрастания растений показало, что наименьшее количество солей наблюдается в нижней части отвалов и в местах встречаемости популяций древесных и травянистых растений. На вершине, там, где растения образуют популяции, условия также благоприятны для роста растений.

Выводы

Отвалы угольных шахт – гетерогенные образования, поэтому на территории изученных нами отвалов встречаются участки с полностью безжизненным субстратом или с началом зарастания, большую же часть их площади занимают сложные группировки растений с условиями эдафотопов (эмбриозёмов), которые приближаются к свойствам зональных почв нашего региона. Но всё же среди них на участки с гумусово-аккумулятивным эмбриозёмом приходится небольшой процент (5-7%). Наиболее развитыми в плане почвообразовательного процесса являются отвалы шахт им. Ленина, № 6-14, "Юза". На некоторых отвалах, например на отвале шахты "Ганзовка", процент инициального эмбриозёма велик, и лишь начиная со середины отвала начинают формироваться сложные растительные группировки с дерновым эмбриозёмом. В целом нужно отметить, что доминирующими на отвалах угольных шахт Донбасса являются сложные растительные группировки на дерновых эмбриозёмах и в

данных эмбриоземах происходит постепенное гумусонакопление, и уже в зависимости от растительных сообществ со временем процент, занимаемый гумусово-аккумулятивным эмбриоземом, будет возрастать.

В процессе "старения" отвалов происходит нейтрализация кислых соединений и вымывание растворимых солей. Этому способствовало много факторов, включая переформирование отвалов, нанесение почвенного слоя, который "снимает" кислую реакцию среды, посадка как древесных, так и травянистых растений. Значения pH во многих местах отвалов (в особенности в местах произрастания сложных растительных группировок на дерновом эмбриоземе) становятся близкими к значениям pH зональных почв. Эдафотоп (эмбриозем) во всех местах отвалов является незасоленным, за исключением мест очагов горения, площадь которых со временем становится меньшей.

Условия эдафотопы для исследуемых отвалов сходны. Их, как уже подчёркивалось, в большинстве случаев можно отнести к дерновому эмбриозему, в некоторых – к органо-аккумулятивному, в редких случаях – к гумусово-аккумулятивному. Но растительность, которая формируется на отвалах, отличается. Конечно, агрохимический фактор является одним из немаловажных в формировании растительности, но есть много других факторов (расположение отвала, высота, близость к природной растительности), которые могут влиять на формирование и образование популяций растений. Пока не произойдёт повышение значения pH, снижения сухого остатка к границам, некритичным для существования растений, они не смогут заселить тот или иной отвал.

Список литературы

1. *Агрохимия* / [под ред. П. М. Смирнова, В. А. Петербургского]. – М.: Колос, 1975. – 572 с.
2. *Андроханов В. А.* Почвы техногенных ландшафтов: генезис и эволюция / В. А. Андроханов, Е. Д. Кулягина, В. М. Курачев. – Новосибирск: Наука, 2004. – 154 с.
3. *Аринушкина Е. В.* Руководство по химическому анализу почв / Е. В. Аринушкина. – М.: Изд-во Моск.ун-та, 1970. – 487 с.
4. *Вадюнина А. Ф.* Методы исследования физических свойств почв / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.
5. *Глебова О. И.* Почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов лесостепной зоны Кузбасса / О. И. Глебова // Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель: междунар. науч. конф., 4–8 июня 2007 г.: тез. докл. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2007. – С. 168–178.
6. *Гумусообразование в техногенных экосистемах* / [С. С. Трофимов, И. Н. Паплекова, Е. Р. Кандрашин и др.]. – Новосибирск: Наука, 1986. – 164 с.
7. *Двуреченский В. Г.* Особенности содержания гумуса в эмбриоземах техногенных ландшафтов Кузбасса / В. Г. Двуреченский // Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель: междунар. науч. конф., 4–8 июня 2007 г.: тез. докл. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2007. – С. 185–192.
8. *Земля тривоги нашої.* За матеріалами доповіді про стан навколишнього природного середовища в Донецькій області у 2006 році / [Під ред. С. Третьякова, Г. Аверина]. – Донецьк, 2007. – 116 с.
9. *Иванчиков В. П.* Эколого-геохимическая оценка загрязнения геологической среды / В. П. Иванчиков, В. И. Почтаренко, Е. А. Яковлев и др. – К.: Знание, 1996. – 56 с.
10. *Карташева Г. Г.* Динамика агрохимических свойств пород Коркинского угольного разреза / Г. Г. Карташева // Растения и промышленная среда. – Свердловск: УрГУ, 1982. – Вып. 9. – С. 33–43.
11. *Колесников Б. П.* Естественное формирование почвенного и растительного покровов на отвалах Челябинского бурогоугольного бассейна / Б. П. Колесников, Г. Н. Махонина, Т. С. Чибрик // Растения и промышленная среда. – Свердловск: УрГУ, 1976. – С. 70–122.

12. Кулик А. Ф. Динамика естественной радиоактивности почвогрунтов участков лесной рекультивации Западного Донбасса / А. Ф. Кулик // Биомониторинг лесных экосистем степной зоны. – Днепропетровск: ДДУ, 1992. – С. 62–66.

13. Махонина Г. И. Свойства пород промышленных отвалов Урала и их пригодность для биологической рекультивации / Г. И. Махонина // Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель: междунар. науч. конф.: тез. докл. – Екатеринбург: УроРАН, 2003. – С. 311–323.

14. Почвы. Методы определения катионно-анионного состава водной вытяжки: ГОСТ 26423 – 85 – ГОСТ 26428 – 85. – М., 1985. – 39 с.

15. Промышленная ботаника / [Е. Н. Кондратюк, В. П. Тарабрин, В. И. Бакланов и др.: под ред. Е. Н. Кондратюка]. – К.: Наук. думка, 1980. – 260 с.

16. Рубан В. С. Экологический мониторинг в системе лесной рекультивации нарушенных земель Западного Донбасса / В. С. Рубан, В. Н. Зверковский, Н. П. Тупика // Биомониторинг лесных экосистем степной зоны. – Днепропетровск: ДДУ, 1992. – С. 66–70.

17. Сетт И. В. До вивчення агрохімічних властивостей едафотопу та щільності популяцій рослин на териконниках Донбасу / И. В. Сетт // Промышленная ботаника. – 2002. – Вып. 2. – С. 218–221.

18. Сметана А. Н. Эдафотопы хвостохранилищ Криворожского железорудного бассейна / А. Н. Сметана, Г. В. Кайко, В. Г. Перерва и др. // Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель: междунар. науч. конф., 4–8 июня 2007 г.: тез. докл. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2007. – С. 563–567.

19. Терехова Э. Б. Характеристика экологических условий откоса южной экспозиции Сарбайского железорудного карьера / Э. Б. Терехова // Растения и промышленная среда. – Свердловск: УрГУ, 1984. – Вып. 10. – С. 58–67.

20. Торохова О. Н. Оценка пригодности пород промышленных отвалов Донбасса для произрастания растений / О. Н. Торохова, И. В. Агурова // Промышленная ботаника. – 2008. – Вып. 8. – С. 12–16.

21. Торохова О. Н. К вопросу фитотоксичности породы промышленных отвалов Донбасса / О. Н. Торохова // Промышленная ботаника. – 2007. – Вып. 7. – С. 80–84.

22. Федорец И. Г. Естественное зарастание и начальные этапы почвообразования на техногенных землях / И. Г. Федорец, Г. С. Антипина, И. И. Германова и др. // Экология и география почв Карелии. – Петрозаводск: Карел. науч. центр РАН, 1995. – С. 35–54.

Агурова І. В. Особливості розвитку едафотопу в умовах відвалів вугільних шахт Донбасу. – Наведено дані з вивчення динаміки розвитку едафотопу і тих змін, які відбуваються із субстратом відвалів вугільних шахт із часом. У результаті вивчення основних агрохімічних показників субстрату (едафотопу) зроблено висновок про наближення умов багатьох вивчених едафотопів до властивостей зональних ґрунтів, що, в свою чергу, забезпечує поселення та утворення рослинами популяцій.

Ключові слова: відвал, едафотоп, рН, засолення, водна витяжка.

Agurova I. V. Peculiarities of the edaphotope development in the coal mine dumps of Donbass region. – The data about edaphotope state studies and those changes that occur with substrate of coal mine dumps with the lapse of time is presented in the article. In the issue of the study of the main agrochemical indexes of substrate (edaphotope) the conclusion was made about approach of conditions of many investigated edaphotopes to the characteristics of zonal grounds, that ensure settling and formation of plants' populations.

Key words: dump, edaphotope, pH, salification, aqueous extract.

© С. М. Бойко, К. Г. Древаль

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНДОПОЛІГАЛАКТУРОНАЗНОЇ ТА ЦЕЛЮЛОЗОЛІТИЧНОЇ АКТИВНОСТІ КУЛЬТУР ДЕРЕВОРУЙНІВНИХ ГРИБІВ *IRPEX LACTEUS* FR. ТА *INONOTUS RADIATUS* (SOWERBY) P. KARST. ЗАЛЕЖНО ВІД ТЕМПЕРАТУРИ КУЛЬТИВУВАННЯ ТА ДЖЕРЕЛА ВУГЛЕЦЕВОГО ЖИВЛЕННЯ

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

Бойко С. М., Древаль К. Г. Дослідження ендополігалактуроназної та целюлозолітичної активності культур дереворуйнівних грибів *Irpex lacteus* Fr. та *Inonotus radiatus* (Sowerby) P. Karst. залежно від температури культивування та джерела вуглецевого живлення. – Встановлено, що культури К-1, І-6 *Irpex lacteus* активніше синтезували ферменти ендополігалактуроназної та целюлозолітичної дії, ніж культура СS-1 *Inonotus radiatus*. Живильне середовище, що містило як джерело вуглецю тканину картоплі, найкраще впливало на накопичення в середовищі позаклітинної ендополігалактуронази. Додавання в середовище деревини абрикосу зумовлює різке збільшення активності ферментів целюлозолітичної дії.

Ключові слова: ендополігалактуроназа, целюлаза, *Irpex lacteus*, *Inonotus radiatus*, культуральний фільтрат.

Вступ

Зі всього різноманіття організмів, що існують у біосфері, лише гриби мають необхідні ферментні системи, що дозволяють їм здійснювати повну біохімічну конверсію сполук деревини. Найбільш лабільний і різноманітний ферментативний апарат характерний для дереворуйнівних базидіальних грибів, що зумовлено складною та різноманітною структурою субстратів, які розщеплюються під дією певних екзоферментів та утилізуються завдяки відповідним ендоферментам. Біодеструкція природних субстратів – це поліензимний процес, в якому основну роль відіграють позаклітинні целюлази, протеїнази, пектинази, більша частина яких знаходить практичне застосування людиною [9]. Пектолітичні ферменти використовують при виготовленні вин та соків, при обробці різноманітних рослинних продуктів, наприклад при екстрагуванні крохмалу, вітамінів, лікарських речовин, при заготовці кормів у тваринництві, для оцукрювання вуглецевмісних відходів, у текстильній промисловості [1, 13]. Не менш важливим є їх використання в біотехнології рослин, разом із комплексом целюлаз вони утворюють ферменти мацеруючої дії, що використовуються під час отримання протопластів клітин [1, 6]. Пошук активних продуцентів целюлаз серед базидіальних дереворуйнівних грибів є актуальним питанням у багатьох країнах [11, 12]. Ферментативне перетворення целюлози, як одного з найпоширеніших природних полімерів, є перспективним не тільки з погляду створення самостійних маловідходних технологій, але й з позиції зниження екологічної небезпеки різноманітних підприємств, що переробляють рослинну сировину та утворюють велику кількість відходів [5, 7]. Вивчення різноманітності ферментного спектру дозволяє не тільки знайти перспективні об'єкти для біотехнології, але і дослідити розподіл активності ензимів залежно від їхнього систематичного положення [2].

Метою нашої роботи було дослідити ендополігалактуроназну та целюлозолітичну активність культур дереворуйнівних грибів *Irpex lacteus* Fr. та *Inonotus radiatus* (Sowerby) P. Karst. залежно від температури культивування та джерела вуглецевого живлення.

Матеріали та методи дослідження

Об'єктом наших досліджень були культури К-1, І-6 *Irpex lacteus* (Fries, 1828) та СS-1 *Inonotus radiatus* ((Sowerby) Petter Karsten, 1881). Культивування грибів під час дослідження впливу температури на ступінь зміни ендополігалактуроназної активності макроміцетів проводили на рідкому глюкозо-пептоному середовищі, де замість глюкози як джерело вуглецевого живлення використовували пектин (Citric) (г/л): пектин – 1; пептон – 3; K_2HPO_4 – 0,4; KH_2PO_4 – 0,06; $MgSO_4 \times 7H_2O$ – 0,5; $ZnSO_4 \times 7H_2O$ – 0,01; $CaCl_2$ – 0,05; дистильована вода до 1 л.

Дослідження целюлозолітичної активності проводили на середовищі Чапека (г/л): $NaNO_3$ – 2; K_2HPO_4 – 1; $MgSO_4 \times 7H_2O$ – 0,5; KCl – 0,5; $FeSO_4 \times 7H_2O$ – 0,01; дистильована вода до 1л; фільтрувальний папір марки "Фільтрак" № 5 (m=50 mg на 50 мл середовища).

Культивування проводили за температур 24, 28, 32°C у термостатах ТС-80М-2.

Як єдине джерело вуглецю під час дослідів використовували тирсу деревини абрикосу (*Armeniaca*), сосни (*Pinus*), тополі (*Populus*), тканину картоплі.

Питому ендополігалактуроназну (пектолітичну) активність визначали щодобово протягом 8 діб, а целюлозолітичну активність – на 5, 10, 15 добу культивування.

Визначення ендополігалактуроназної активності здійснювали віскозиметричним методом [5]. За одиницю активності приймали кількість ферменту – ендополігалактуронази (ЕПГ), яка в суворо визначених умовах при температурі 30°C за 10 хв. каталізує гідроліз 1 г пектину зі зниженням в'язкості розчину на 30%.

Про активність ферментів целюлозолітичної дії судили за кількістю утворених редукуючих цукрів у реакційній суміші, що визначали за методом Шомодьї – Нельсона [5], за одиницю часу.

Вимірювання рН середовища після культивування грибів здійснювали потенціометричним методом на рН-метрі "рН-340". Кількість білку визначали на спектрофотометрі "СФ-26" [4].

Отримані дані обробляли методом дисперсійного аналізу. Порівняння середніх арифметичних величин проводили за методами Дункана та Данета [8].

Результати та обговорення

Отриманні дані з дослідження впливу температури культивування на динаміку пектолітичної активності дослідних культур дозволили встановити наступне (рис. 1-3). Культури К-1 та І-6 *Irpex lacteus* виявили досить високу ендополігалактуроназну активність порівняно з культурою СS-1 *Inonotus radiatus*. Їх максимальні значення вірогідно не відрізнялися між собою. Для культури К-1 оптимальною температурою для біосинтезу ферментів ендополігалактуроназної дії є 28°C. При цій температурі, починаючи з 4 по 8 добу культивування, спостерігалось максимальне значення активності ферменту (0,0246 г/мг), яке вірогідно між собою не відрізнялось. При температурі культивування 32°C накопичення ферменту ендополігалактуроназної дії спостерігається не так стрімко, але на 7 добу питома ендополігалактуроназна активність вірогідно не відрізняється від максимального значення за температури 28°C. Але надалі спостерігається падіння активності до значення 0,0167 г/мг білку (8 доба).

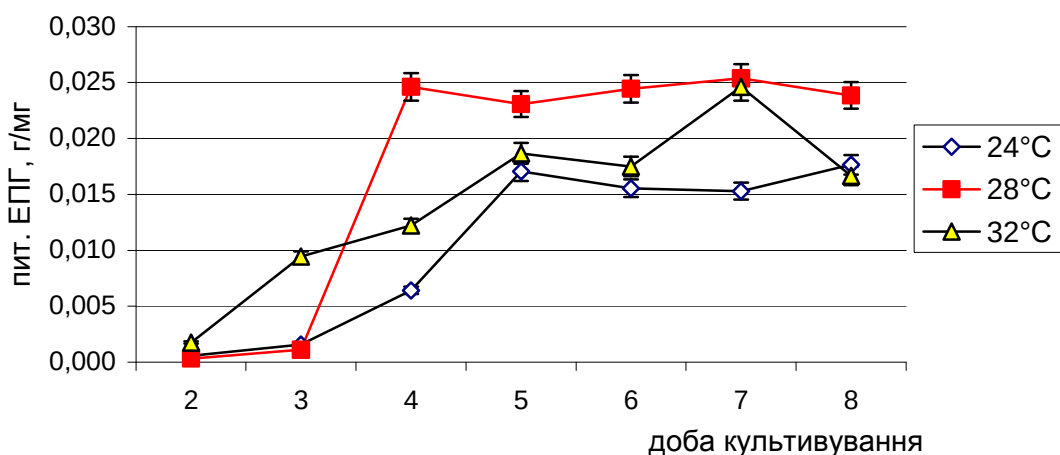


Рис. 1. Динаміка питомої ендополігалактуроназної активності культурального фільтрату ізоляту К-1 *Irpex lacteus* за різних температур культивування.

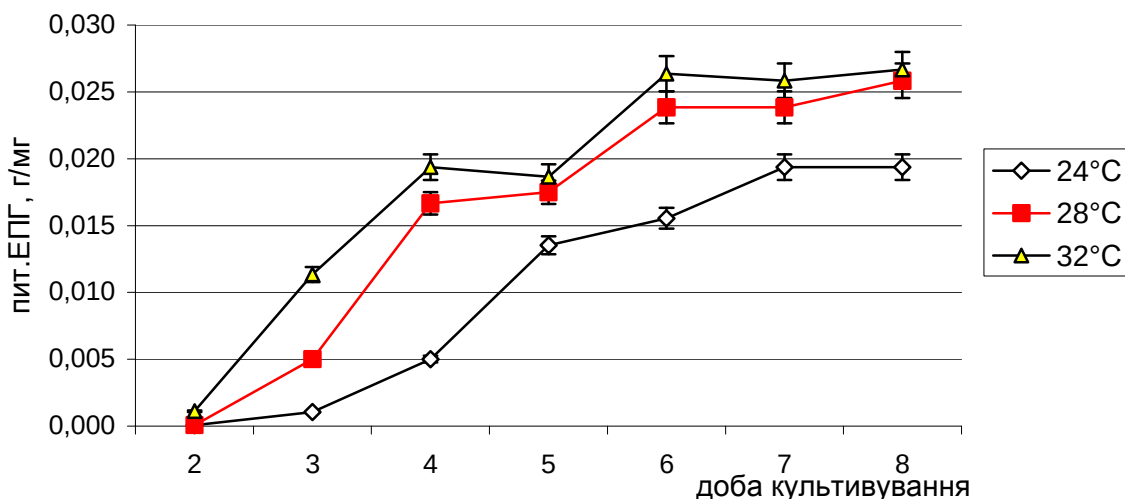


Рис. 2. Динаміка питомої ендополігалактуроназної активності культурального фільтрату ізоляту I-6 *Irpex lacteus* за різних температур культивування.

Культура I-6 *Irpex lacteus* максимальні значення питомої ендополігалактуроназної активності виявила за температури культивування 28°C та 32°C (0,0238 та 0,0264 г/мг відповідно) на 6-8 добу. Дані між собою вірогідно не відрізняються. Температура культивування 24°C, як і в попередньому випадку, була менш сприятлива для накопичення ферменту пектолітичної дії.

Культура CS-1 *I. radiatus* показала низьку здатність до синтезу ферментів ендополігалактуроназної дії (рис. 3). За температури культивування 24°C накопичення відповідного ферменту відбувалось досить повільно, у порівнянні з температурами 28 та 32°C, із досягненням максимальних значень на 8 добу культивування (0,005 г/мг).

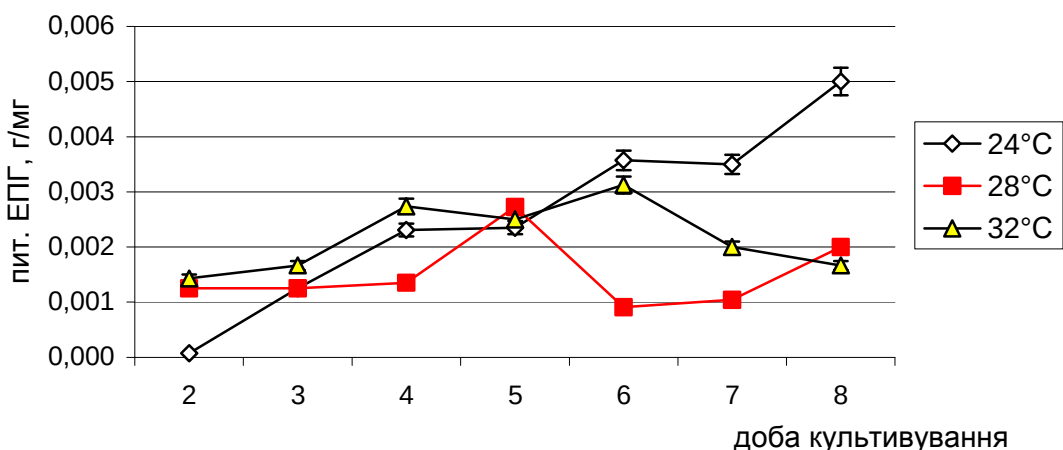


Рис. 3. Динаміка питомої ендополігалактуроназної активності культурального фільтрату ізоляту CS-1 *Inonotus radiatus* за різних температур культивування.

Дослідження впливу температури на синтез культурами К-1, I-6 та CS-1 ферментів целюлозолітичної дії дозволило встановити вірогідний вплив цього фактору. За умов культивування 32°C культури продукували целюлозолітичні ферменти значно активніше, ніж при культивуванні за 24 та 28°C (рис.4). При цьому, на відміну від більш низьких температур культивування, целюлозолітична активність культурального фільтрату ізолятів К-1 та I-6 *I. lacteus* поступово спадала із зростанням терміну проведення дослідів, а ізоляту CS-1 *I. radiatus*, навпаки, поступово зростала (рис. 4 в).

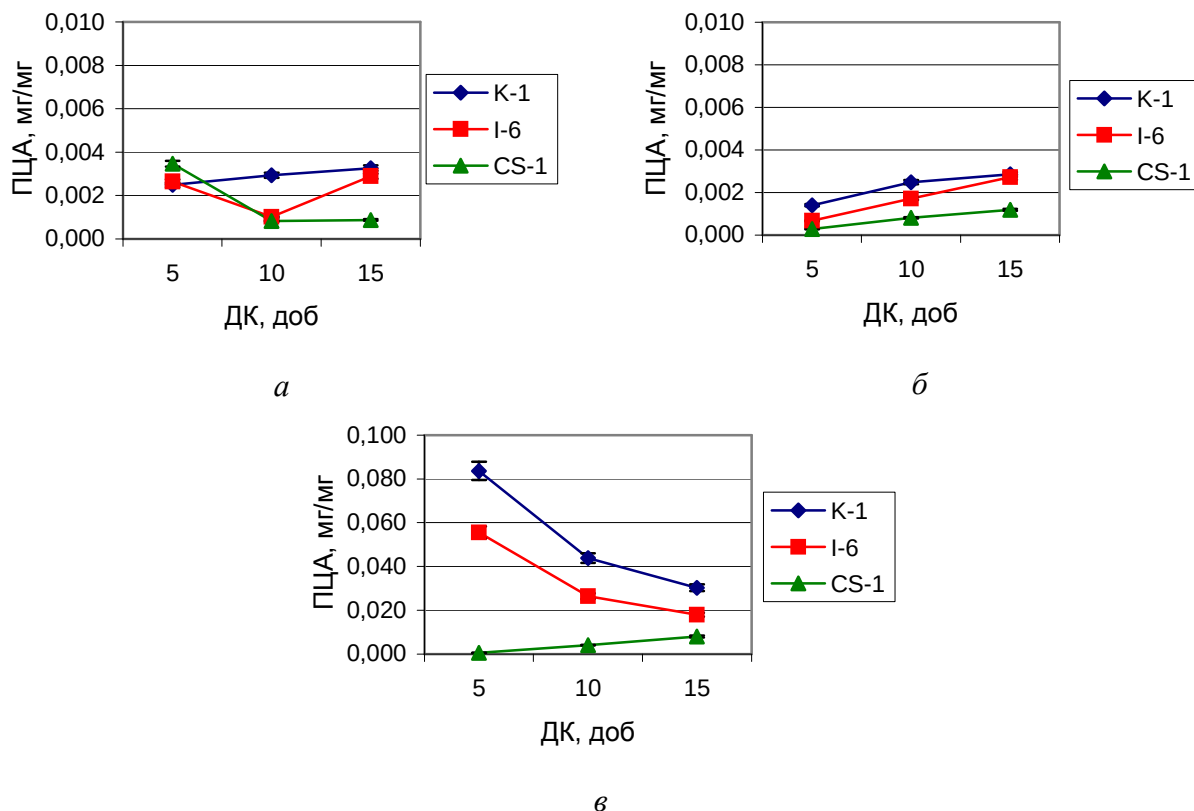


Рис. 4. Динаміка питомої целюлозолітичної активності культур К-1, I-6 *I. lacteus* та CS-1 *I. radiatus* в залежності від температури культивування (а – 24°C, б – 28°C, в – 32°C).

За виключенням 10 доби культивування при 24°C у всіх інших випадках культури К-1 та I-6 *I. lacteus* синтезували целюлази за аналогічною між собою динамікою, що може бути враховано при складанні біохімічної характеристики виду. В цілому культури К-1, I-6 *I. lacteus* в умовах експерименту виділяли у культуральний фільтрат більше целюлозолітичних ферментів, ніж ізолят CS-1 *I. radiatus*. Абсолютне максимальне значення питомої активності целюлаз зафіксовано для культури К-1 *I. lacteus* на 5 добу проведення дослідів при культивуванні за температури 32°C та складало 0,084 мг/мг білку.

Різні джерела вуглецевого живлення істотно впливають на рівень синтезу ферментів пектолітичної та целюлозолітичної дії дереворуйнівних грибів. Проведені дослідження дозволили встановити наступне: культури К-1 та I-6 *I. lacteus* більш активно синтезують позаклітинну ендополігалактуроназу у порівнянні з культурою CS-1 *I. radiatus* на середовищах із вмістом тканини картоплі, тирси деревини сосни та абрикосу (рис. 5-7). Серед досліджуваних культур відрізняється ізолят К-1, який показує найвищу питому ендополігалактуроназну активність. Так, на середовищі з вмістом тканини картоплі – 0,0192 г/мг (9 доба); з вмістом тирси деревини сосни – 0,0156 г/мг (7, 8 доба); з вмістом тирси деревини абрикосу – 0,0047 г/мг білку (10 доба). Звертає на себе увагу той факт, що на середовищі з вмістом тирси деревини абрикосу питома активність є меншою у порівнянні з середовищем, що містить деревину сосни (хоча в природних умовах за трофічними уподобаннями гриб *I. lacteus* обирає саме деревину абрикосу). Можливо, це пов'язано з тим, що під час стерилізації у середовище екстрагуються з деревини речовини, що можуть знижувати синтетичні процеси гриба або інгібувати дію самого ферменту. Якщо порівняти між собою всі три субстрати за впливом на здатність культур синтезувати на них позаклітинні ендополігалактуронази, то найбільш сприятливим є поживне середовище, що утримує в складі тканину картоплі.

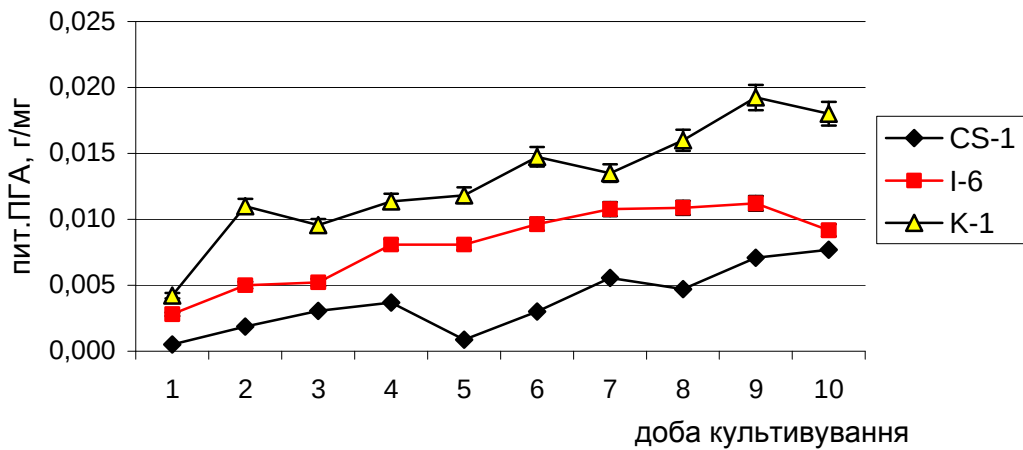


Рис. 5. Динаміка питомої ендополігалактуроназної активності культурального фільтрату ізолятів K-1, I-6 *I. lacteus* та CS-1 *I. radiatus* на середовищі з додаванням тканини картоплі.

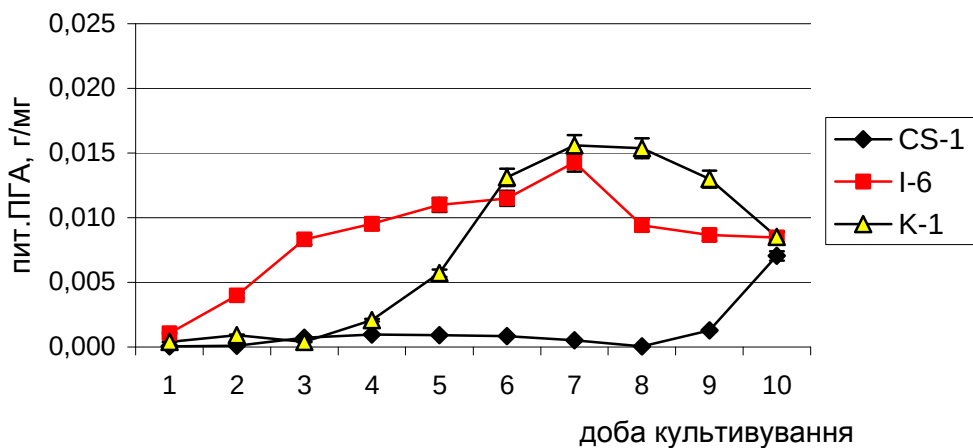


Рис. 6. Динаміка питомої ендополігалактуроназної активності культурального фільтрату ізолятів K-1, I-6 *I. lacteus* та CS-1 *I. radiatus* на середовищі з додаванням тирси деревини сосни.

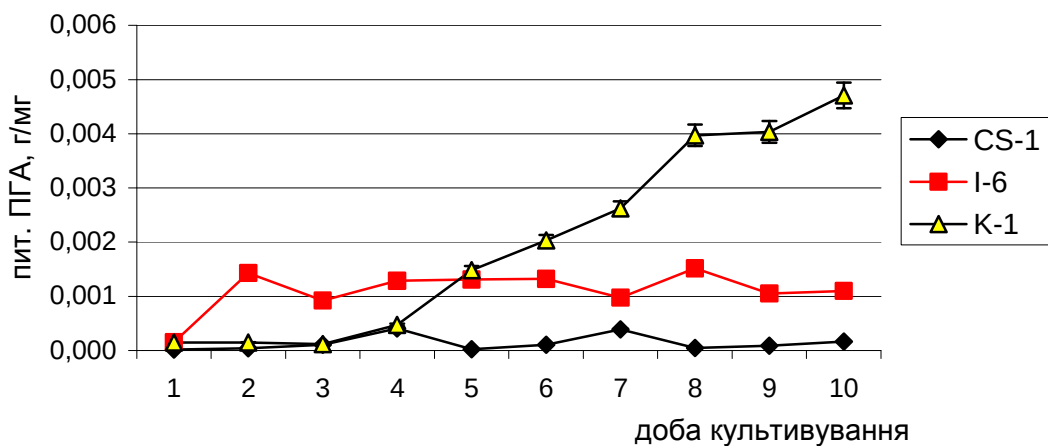


Рис. 7. Динаміка питомої ендополігалактуроназної активності культурального фільтрату ізолятів K-1, I-6 *I. lacteus* та CS-1 *I. radiatus* на середовищі з додаванням тирси деревини абрикосу.

Проведення дослідів із визначення впливу джерела вуглецевого живлення на рівень синтезу дереворуйнівними грибами *I. lacteus* та *I. radiatus* ферментів целюлозолітичної дії виявило вірогідний вплив цього фактора. При культивуванні ізолятів на середовищах із вмістом тирси тополі, сосни, фільтрувального паперу як єдиного джерела вуглецю культуральний фільтрат ізолятів К-1, І-6 *I. lacteus* та СС-1 *I. radiatus* виявляв незначну целюлозолітичну активність (рис. 8).

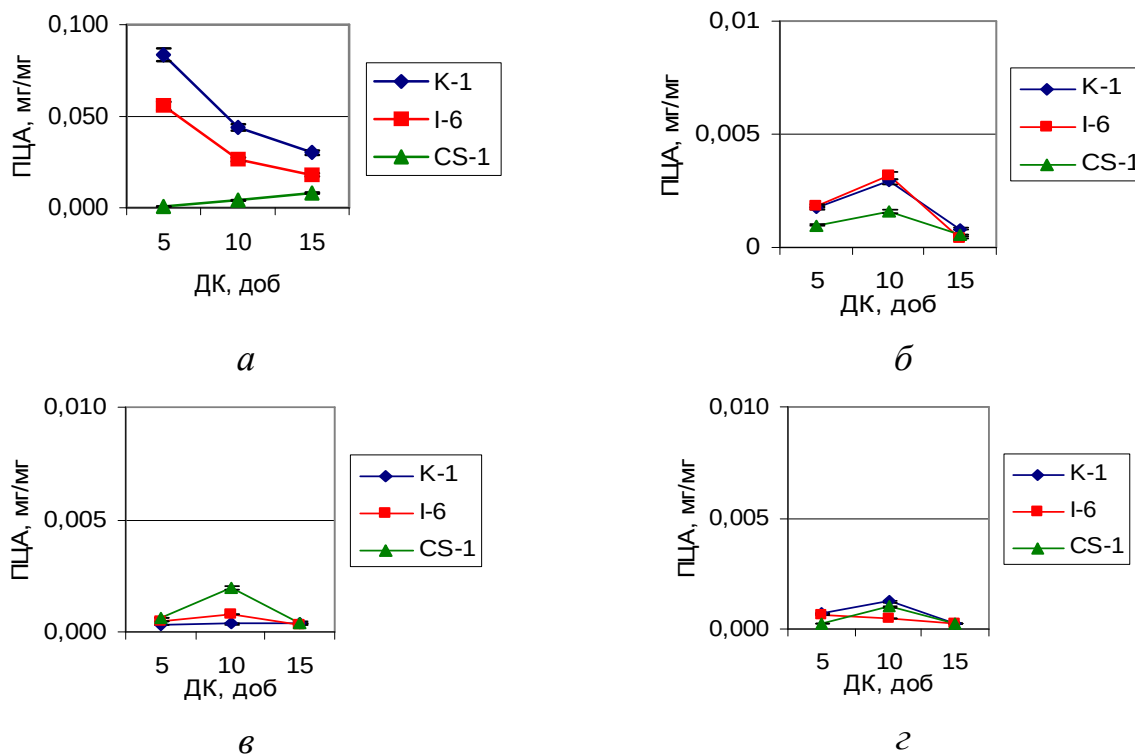


Рис. 8. Динаміка питомої целюлозолітичної активності культур дереворуйнівних грибів *I. lacteus* та *I. radiatus* залежно від джерела вуглецевого живлення (а – *Armeniaca*, б – фільтрувальний папір, в – *Pinus*, г – *Populus*).

Додавання до середовища тирси абрикосу зумовило зростання ПЦА фільтратів досліджуваних ізолятів майже в 10 разів. Абсолютний максимум активності становив 0,84 мг/мг білку та був зафіксований для культури К-1 *I. lacteus* на п'яту добу культивування на середовищі з тирсою абрикосу. У всіх дослідях динаміка ПЦА культур К-1 та І-6, які належать до виду *I. lacteus*, була аналогічною, що може бути використано як додатковий біохімічний показник характеристики цього виду.

Висновки

1. Культури К-1 та І-6 *Irpex lacteus* виявили досить високу ендополігалактуроназну активність, порівняно з культурою СС-1 *Inonotus radiatus*. Для культури К-1 найбільш оптимальною температурою є 28°C; для культури І-6 – 28°C та 32°C.
2. За умов культивування 32°C культури К-1, І-6 *I. lacteus* та СС-1 *I. radiatus* продукували целюлозолітичні ферменти значно активніше, ніж при культивуванні за температурами 24 та 28°C
3. Найбільш сприятливим для синтезу культурами позаклітинної ендополігалактуронази є живильне середовище, що містить у своєму складі тканину картоплі.
4. Додавання до середовища тирси абрикосу зумовило зростання питомої целюлозолітичної активності фільтратів досліджуваних ізолятів майже в 10 разів. Максимум активності зафіксований для культури К-1 *I. lacteus* на середовищі з вмістом тирси деревини абрикосу.

Список літератури

1. Волова Т. Г. Биотехнология / Т. Г. Волова. – Новосибирск: Изд-во Сибирского отделения РАН, 1999. – 252 с.
2. Ганбаров Х. Г. Эколого-физиологические особенности дереворазрушающих высших базидиальных грибов / Х. Г. Ганбаров. – Баку: Элм, 1989. – 200 с.
3. Глеба Ю. Ю. Слияние протопластов и генетическое конструирование высших растений / Ю. Ю. Глеба, К. М. Сытник. – К.: Наук. думка, 1982. – 104 с.
4. Дарбре А. Практическая химия белка / [А. Дарбре]; Пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 623 с.
5. Методы экспериментальной микологии / [И. А. Дудка, С. П. Вассер, И. А. Илланская и др.]; под ред. В. И. Билай. – К.: Наук. думка, 1982. – 550 с.
6. Михайлова Р. В. Мацерирующие ферменты мицелиальных грибов в биотехнологии / Р. В. Михайлова. – Мн.: Бел. наука, 2007. – 407 с.
7. Новые целлюлазы для высокоэффективного гидролиза лигноцеллюлозной биомассы / А. А. Скомаровский, А. В. Марков, А. В. Гусаков [и др.] // Прикл. биохим. и микробиол. – 2006. – Т. 42, вып. 6. – С. 674–680.
8. Приседський Ю. Г. Статистична обробка результатів біологічних експериментів. Навч. посібник / Ю. Г. Приседський. – Донецьк: Кассиопея, 1999. – 210 с.
9. Ферментные системы высших базидиомицетов / [Н. И. Даниляк, В. Д. Семичаевский, Л. Г. Дудченко, И. А. Трутнева]. – К.: Наук. думка, 1989. – 280 с.
10. Хиггинс И. Биотехнология. Принципы и применение / И. Хиггинс, Д. Бест, Дж. Джонс. – М.: Мир, 1988. – 480 с.
11. Evaluation of pretreatment with *Pleurotus ostreatus* for enzymatic hydrolysis of rice straw / M. Taniguchi, H. Suzuki, D. Watanabe [et al.] // Journal of Bioscience and Bioengineering. – 2005. – V. 100, № 6. – P. 637–643.
12. Purification and Characterization of Exo-b-D-Glucosaminidase from a Cellulolytic Fungus, *Trichoderma reesei* PC-3-7 / N. Masahiro, T. Hiroya, K. Aya [et al.] // Appl. Env. Microbiol. – 1998. – V. 64, № 3. – P. 890–895.
13. Rai Inderpal. Application of biotechnology in the textile industry / Inderpal Rai // Everyman's Science. – 2003. – № 1. – P. 25–30.

Бойко С. М., Древаль К. Г. Исследование эндополигалактуроназной и целлюлозолитической активности культур дереворазрушающих грибов *Irpex lacteus* Fr. и *Inonotus radiatus* (Sowerby) P. Karst. в зависимости от температуры культивирования и источника углеродного питания. – Установлено, что культуры К-1, I-6 *Irpex lacteus* активнее синтезировали ферменты эндополигалактуроназного и целлюлозолитического действия, чем культура CS-1 *Inonotus radiatus*. Питательная среда, содержащая в качестве источника углерода ткань картофеля, лучше всего влияла на накопление в среде внеклеточной эндополигалактуроназы. Добавление в среду древесины абрикоса ведет к резкому увеличению активности ферментов целлюлозолитического действия.

Ключевые слова: эндополигалактуроназа, целлюлаза, *Irpex lacteus*, *Inonotus radiatus*, культуральный фильтрат.

Boiko S. M., Dreval K. G. Research of endopolygalacturonase and cellulase activity of cultures wood-destroying fungi *Irpex lacteus* Fr. and *Inonotus radiatus* (Sowerby) P. Karst. depending on temperature cultivation and a source of carbon nutrition. – It is established, that cultures K-1, I-6 *Irpex lacteus* synthesized more actively enzymes endopolygalacturonase and cellulolytic action, than culture CS-1 *Inonotus radiatus*. A nutrient medium containing in quality of a source of carbon a fabric of potato, is better influenced on accumulation in the medium of extracellular endopolygalacturonase. Addition in medium of wood apricot conducts to sharp increase on activity of enzymes cellulolytic actions.

Key words: endopolygalacturonase, cellulase, *Irpex lacteus*, *Inonotus radiatus*, cultural filtrate.

УДК 579.68

© Е. В. Ветрова, А. В. Маркевич

**СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ БАКТЕРИО- И ФИТОПЛАНКТОНА
ВЕРХНЕ-КАЛЬМИУССКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА**

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

Ветрова Е. В., Маркевич А. В. Сезонные изменения бактерио- и фитопланктона Верхне-Кальмиусского водохранилища. – Установлены сезонные изменения численности бактерий и характер их распределения по горизонтам. Максимум для общего микробного числа бактерий составляет в августе 3200 КОЕ/см³, а для коли-индекса – в сентябре 17000 КОЕ/дм³. Установлено, что вертикальное распределение бактерий в водоеме находится в прямой зависимости от температуры. Определен видовой состав водорослей, указаны доминирующие виды. В зимний период преобладают диатомовые и зеленые водоросли, в летний период – синезеленые. Отмечен резкий скачок синезеленых водорослей в конце осеннего периода.

Ключевые слова: фитопланктон, бактериопланктон, синезеленые водоросли, общее микробное число, коли-индекс.

Введение

Оценка экологического состояния водных объектов на основании изучения структурных характеристик и разнообразия населяющих их комплексов живых организмов является одной из основных современных задач гидроэкологии. Фитопланктон играет важную роль в биотическом балансе, процессах формирования качества воды и биологического режима водохранилищ. Он обеспечивает новообразование органического вещества в процессе фотосинтеза [1-3].

Бактериопланктон как одна из составных частей биогеоценоза водных экосистем выполняет важную роль в ассимиляции и трансформации органических и минеральных соединений. Сообщество бактериопланктона проявляет отчетливую реакцию на антропогенное загрязнение различного характера. Поэтому реакция бактериопланктона, в том числе изменение его структурных параметров, может быть одним из показателей способности экосистемы водоема к трансформации поступающего загрязнения [4-8].

Водохранилище относится к источникам хозяйственно-питьевого водоснабжения, поэтому целью нашей работы было установление возможного загрязнения водного объекта путем наблюдения за сезонными изменениями бактерио- и фитопланктона поверхностного слоя и по горизонтам воды Верхне-Кальмиусского водохранилища в течение 2008 г.

Материал и методы исследования

Объектом исследования были пробы воды Верхне-Кальмиусского водохранилища, взятые с поверхностного, среднего и придонного горизонтов.

Пробы воды исследовались по биологическим показателям с использованием стандартных методик [9, 10].

Отбор проб водохранилища производился с помощью батометра с мостика, сооруженного на плотине. Пробы воды поверхностного горизонта в течение 2008 г. отбирались каждый месяц, кроме февраля, так как водохранилище было покрыто льдом. Средний и придонный горизонты – 1 раз в квартал (апрель, июнь, сентябрь, декабрь). Пробы воды по горизонтам отбирали с водозаборной башни.

Пробы воды исследовались по санитарно-микробиологическим (общее микробное число (ОМЧ) при 37 и 20⁰С и коли-индекс) и гидробиологическим показателям. Число сапрофитных бактерий и фитопланктона определяли согласно общепринятым методикам [9, 10].

Определение числа лактозоположительных колоний (ЛКП) устанавливали методом мембранных фильтров. Сущность метода заключается в концентрировании бактерий из воды на мембранный фильтр, выращивании их при 37⁰С на среде Эндо, дифференцировании выросших колоний и подсчете количества бактерий, относящихся к ЛКП.

Результаты и обсуждение

Количество бактерий в воде водохранилища в основном определяется метеорологическими условиями и, возможно, связано с солнечной активностью. Один из важнейших факторов, влияющих на бактериальную деятельность, – температура. Сезонные колебания температур влияют не только на бактериальную активность, но и оказывают селекционирующее воздействие в течение года на состав бактериальных сообществ [2].

Биологическая зима наступает при нарастающем похолодании, поверхность водохранилища покрывается льдом, интенсивность освещения наименьшая, количество биогенов непрерывно нарастает в результате разложения отмирающего планктона и подъема богатых питательными солями глубинных вод к поверхности.

В начале года в зимний период температура воды в поверхностном горизонте колебалась от 0,1 до 0,4°C. Бактериологические показатели имели низкие значения: ОМЧ – 5 КОЕ/см³, коли-индекс – 200 КОЕ/дм³, что свидетельствует о том, что жизнедеятельность микробов не прекращалась даже зимой (рис. 1).

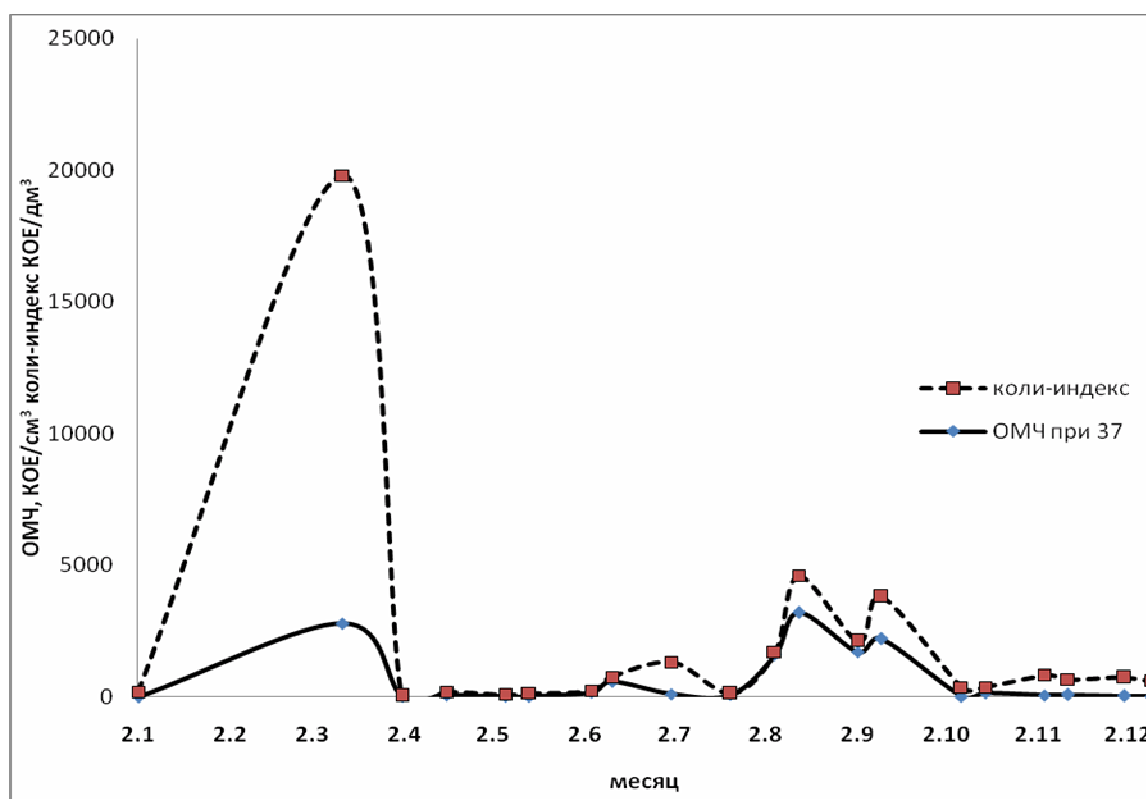


Рис. 1. Динамика изменения бактериологических показателей.

В весенний период (в марте) отмечалось резкое увеличение численности бактерий ОМЧ до 2200 КОЕ/см³, коли-индекса – до 17000 КОЕ/дм³. Это связано с окончанием ледостава, началом весеннего половодья, когда в воду поступает значительная масса загрязнений с поверхности льда, накопившаяся за зимний период. Коли-индекс в апреле составляет менее 20 КОЕ/дм³.

Биологическое лето связано с наступлением максимального освещения, температура воды повышается, количество биогенов снижается. К этому времени окончательно исчезает термобар, выравниваются поверхностные температуры воды по всей акватории водоема, происходит стратификация водных масс.

Летом одним из основных внутриводоемных факторов, регулирующих развитие и распределение бактерий в водных объектах, является массовая вегетация синезеленых водорослей. Количество бактерий взаимосвязано с их обилием и физиологическим состоянием. В начальные периоды развития планктонных водорослей существует обратная

зависимость численности бактерий от биомассы фитопланктона. В июне, в период активной вегетации синезеленых водорослей, именуемый как "цветение" воды, микробиологические показатели находятся в следующих величинах (ОМЧ – 180 КОЕ/см³, коли-индекс – 59 КОЕ/дм³).

Основной пик высоких значений ОМЧ приходится на конец лета – август (1600-3200 КОЕ/см³) и на начало осени – сентябрь (1700-2200 КОЕ/см³). Высокие значения для коли-индекса отмечаем в начале июля – 1200 КОЕ/дм³, в середине августа и в середине сентября 1400 КОЕ/дм³ – 1600 КОЕ/дм³.

В ноябре вследствие теплых погодных условий значения коли-индекса составляли 700 кое/дм³.

Сезонные изменения лактозоположительных и сапрофитных бактерий в воде водохранилища совпадают (см. рис. 1). Так колебания ОМЧ и индекса ЛКП характеризуются ранневесенним максимумом, достигая высоких значений в конце лета и в начале осени.

Следовательно, пик значений санитарно-показательных микроорганизмов приходится на август и сентябрь.

В фитопланктоне водохранилища обнаружено 65 видов водорослей, представленных 68 внутривидовыми таксонами. Наибольшего разнообразия достигали диатомовые водоросли – 27 видов (29 внутривидовых таксонов). Второе место занимают зеленые, насчитывающие 21 вид (22 таксона). Остальные группы водорослей представлены менее разнообразно: пиррофитовые, желто-зеленые и эвгленовые, насчитывающие по 4 вида, синезеленые – 3 вида, золотистые – 2 вида.

В составе фитопланктона водохранилища выявлено 28 видов – индикаторов сапробности, из них 18 (64% общей численности) характеризовали степень органического загрязнения воды в пределах β -мезосапробной зоны, 2 (7,4%) – α -мезосапробионты и 8 (28,5%) – олигосапробионты [12].

С увеличением температуры происходит заметное увеличение показателей численности фитопланктона, которые затем, в зависимости от влияния дополнительных факторов, снижаются или уменьшаются (рис. 2). В феврале, вследствие солнечной и малоснежной зимы, незначительный ледовый покров обеспечивал достаточное освещение, и отмечалась интенсивная вегетация отдела зеленых видов рода *Chlamydomonas*, количество клеток достигало 3000/см³.

Биологическая весна характеризуется увеличением продолжительности и интенсивности солнечного освещения, началом прогревания воды, максимумом биогенных элементов. Вегетация водорослей начинается сразу после окончания ледостава, тогда резко увеличивается приток солнечной радиации и, соответственно, скорость прогрева воды. Ранневесенний комплекс водорослей в количественном отношении не богат (498 клеток/см³) и был представлен несколькими отделами, среди которых преобладали зеленые водоросли рода *Chlamydomonas*.

При повышении температуры у всех водных микроорганизмов наблюдается ускорение развития и размножения. В мае, когда температура воды достигает 13°C, начинают преобладать диатомовые водоросли (1059 клеток/см³), представленные в основном *Stephanodiscus hantzschii* Grun и *Cyclotella comta* (Ehr.) Kuetz.

Влияние фитопланктона на бактериопланктон неоднозначно. В периоды массового развития диатомовых происходит уменьшение численности бактерий вследствие ингибирования их активно вегетирующими водорослями. Микробиологические показатели в мае имеют низкие значения: ОМЧ – 20 КОЕ/см³, коли-индекс – 78 КОЕ/дм³ (см. рис. 1).

В периоды активной вегетации водоросли играют положительную роль в формировании качества воды: извлекают из нее биогенные элементы, обогащают воду кислородом, в результате чего процессы минерализации органического вещества активизируются, и качество воды повышается.

При ухудшении физиологического состояния диатомовых, их отмирании и разложении общее количество бактериопланктона и сапрофитных бактерий существенно увеличивается, а также следует ожидать повышения численности бактерий группы кишечной палочки.

В начале июня отмечалось развитие следующего комплекса зеленых водорослей (4624 кл/см^3): *Dictyosphaerium pulhellum* Wood, *Pediastrum duplex* Meyen, а к середине месяца лидирующее положение уже принадлежит синезеленым водорослям в количестве 3455 кл/см^3 , в основном *Anabaena flos-aquae* (L.) Ralfs. В июле синезеленые водоросли отходят на второй план, уступая место зеленым: в основном представителям рода *Coelastrum*. Однако массовой вегетации ни в августе, ни в сентябре не отмечаем, и постепенно количество водорослей снижается до 18 кл/см^3 , что объясняется отсутствием достаточного количества биогенных элементов.

При отмирании фитопланктона в результате воздействия техногенных факторов отмечаем максимальное количество бактерий, поскольку отмирание и разложение фитопланктона сопровождается всплеском их общей численности, а также сапрофитов и бактерий группы кишечной палочки в августе и в сентябре. Выявленный в этот период максимум бактерий совпадает по времени с появлением автохтонной органики, вызванной деградацией микрофитобентоса.

С понижением температуры возрастает роль диатомовых водорослей, в основном рода *Cyclotella* (октябрь – 2200 кл/см^3).

Последующее накопление биогенных веществ приводит к увеличению в ноябре численности фитопланктона отдела *Cyanophyta* до 6000 кл/см^3 , среди которого доминируют следующие представители: *Microcystis aeruginosa* Kuetz. em. Elenk, *Anabaena flos-aquae* (Lyngb.) Breb, *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs. В декабре при понижении температуры воды до $5,4^0\text{C}$ наблюдаем снижение количества клеток до 18 кл/см^3 .

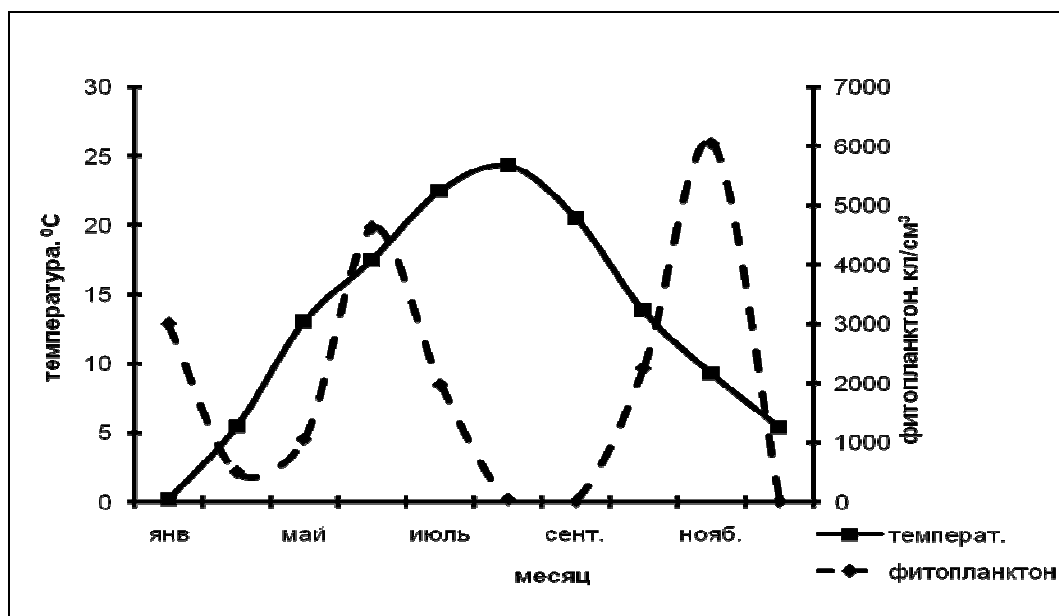


Рис. 2. Зависимость фитопланктона от температурного фактора.

Рассмотрим, как изменялись бактериологические показатели в зависимости от глубины водоема (рис. 3, 4). Тенденция повышенного числа сапрофитных микробов поверхностного горизонта по сравнению с показателями в других горизонтах не всегда сохраняется. Возможно, это связано с более интенсивно происходящими процессами минерализации в придонном слое, и при отсутствии поступления загрязнений в поверхностный горизонт.

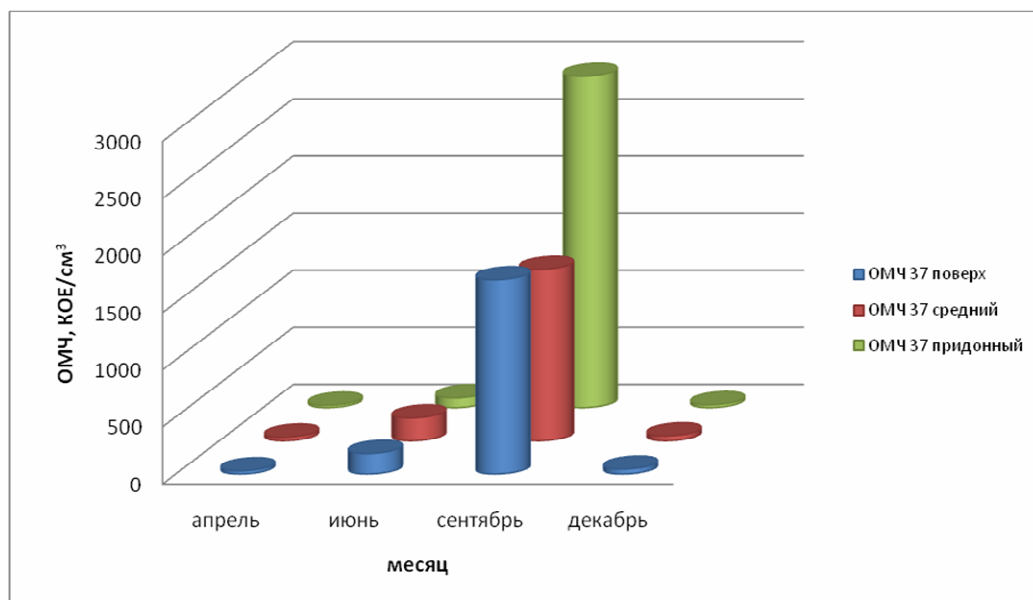


Рис. 3. Изменение ОМЧ по горизонтам в течение года.

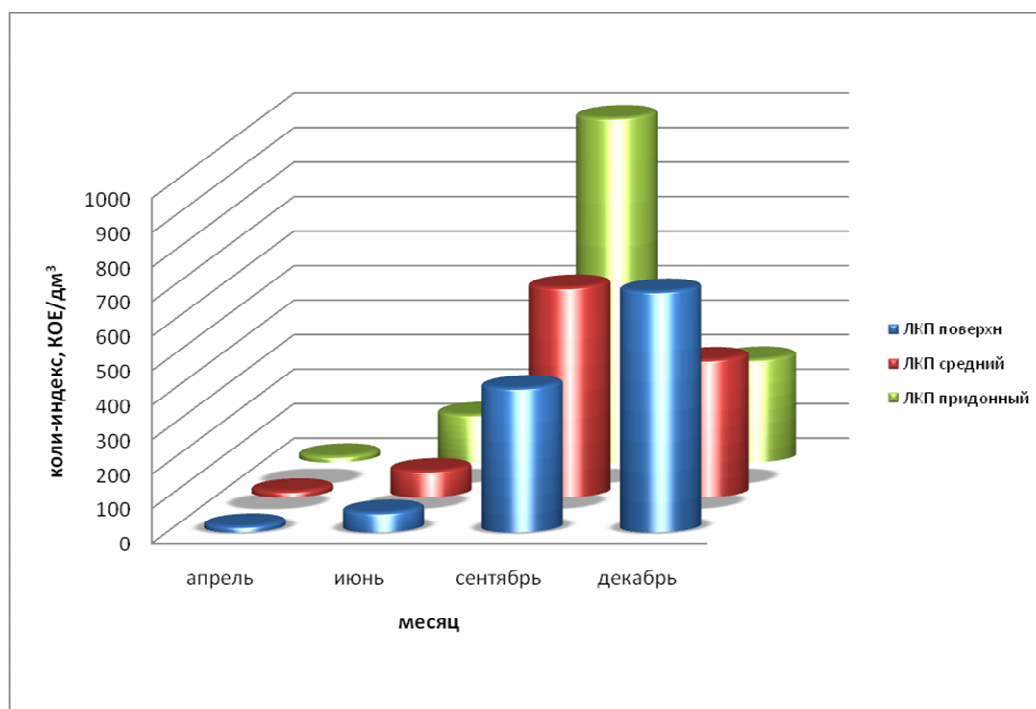


Рис. 4. Изменение ЛКП по горизонтам в течение года.

В весенний и зимний сезоны наблюдаем равномерное распределение сапрофитных бактерий по горизонтам. Колебания бактерий имеет место в летний и осенний периоды, причем в осенний период наибольшее количество бактерий в придонных слоях. Это можно объяснить накоплением органических веществ за счет водорослей в придонных слоях и началом их деструкции. Колебание коли-индекса особенно заметно в осенний и зимний периоды, причем осенью в придонном слое, как в случае с ОМЧ, коли-индекс выше по сравнению с остальными горизонтами.

Если рассмотрим распределение фитопланктона по горизонтам (рис. 5), то наблюдаем следующее явление: в весенние и летние месяцы с увеличением глубины водоема происходит снижение количества клеток, что, очевидно, связано с уменьшением потока солнечной радиации. В сентябре увеличивается количество клеток фитопланктона в придонном горизонте по сравнению со средним и поверхностным, что связано с развитием сине-зеленых водорослей в нижних горизонтах.

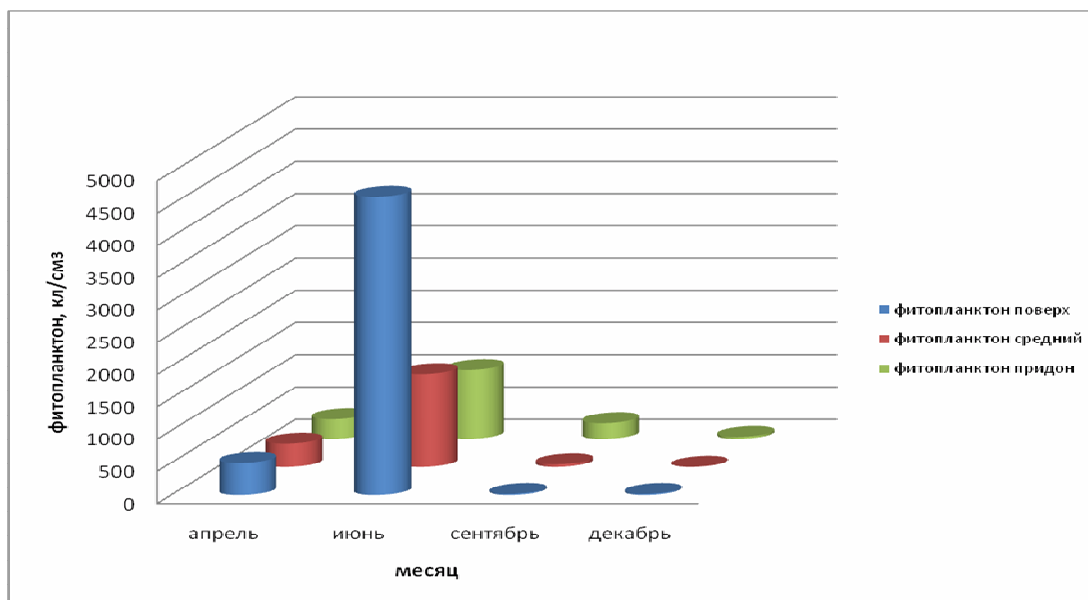


Рис. 5. Зависимость фитопланктона по горизонтам в течение года.

На протяжении года сохраняется преобладание автохтонной микрофлоры над аллохтонной в воде поверхностного горизонта. Самое максимальное соотношение для поверхностного горизонта наблюдаем в летний период (в мае), оно составляет 1:26, что свидетельствует об активности процессов самоочищения (рис. 6).

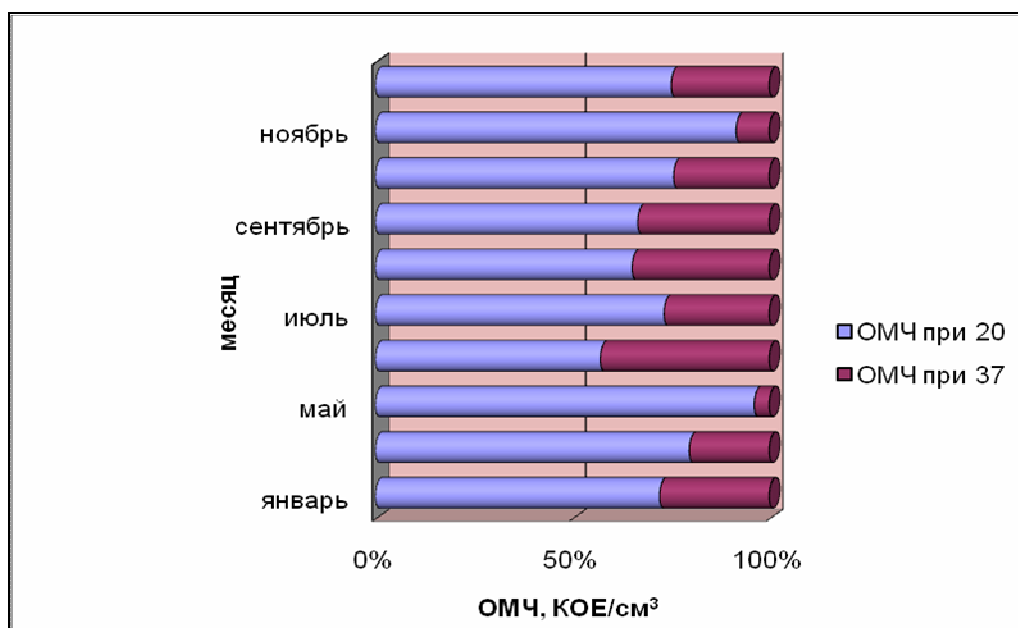


Рис. 6. Соотношение OMЧ при 20 и 37°C.

Выводы

1. В сезонной динамике численности бактериопланктона в воде водохранилища отмечаются два максимума. Первый – весенний (март, апрель), второй – позднелетний и раннеосенний (август, сентябрь).
2. В фитопланктоне водохранилища обнаружено 65 видов водорослей, представленных 68 внутривидовыми таксонами.
3. В сезонной динамике фитопланктона водохранилища по мере прогрева, а затем охлаждения водных масс одни комплексы водорослей сменяются другими. В зимний и

ранневесенний період переважають зелені водорості, в пізневесенний період – діатомові, влітку відбувається чергування зелених з синьо-зеленими, а восени знову з'являються діатомові водорості.

4. Максимальне співвідношення аллохтонної та автохтонної мікрофлори спостерігається в травні, що свідчить про активність процесів самоочищення в весняний період.

5. Верхньо-Кальміуське водохранилище за показателями сапробності належить до β – мезосапробного класу (слабо забруднена зона).

Список літератури

1. *Малая Л. М.* Альгофлора прудів Буденнівського району / Л. М. Малая, Н. М. Лялюк // Тези доп. II Міжн. наук. конф. асп. та студ. "Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів". – Донецьк: ДонНТУ, ДонНУ, 2003. – Т. 2. – С. 6–7.
2. *Водохранилища* и их воздействие на окружающую среду. – М.: Наука, 1986. – 400 с.
3. *Черницкая Л. Н.* Фитопланктон каналов юга Украины и его влияние на качество воды: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Л. Н. Черницкая. – К.: Ин-т ботаники, 1968. – 17 с.
4. *Гурняк Д.* Бактериопланктон и содержание органического углерода в мезотрофическом озере / Д. Гурняк, Г. Н. Олейник, Ю. Дунальская, М. Теодорович // Гидробиол. журн. – 2006. – Т. 42. – С. 66–78.
5. *Олейник Г. Н.* Бактериопланктон и бактериобентос в экотонных экосистемах / Г. Н. Олейник // Гидробиол. журн. – 1997. – Т. 33, № 1. – С. 51–63.
6. *Щур А.* Бактериопланктон озера Ханка / А. Щур, А. Д. Апонасенко, В. Н. Лопатин, В. С. Филимонов // Гидробиол. журн. – 1997. – Т. 33, № 1. – С. 63–69.
7. *Старосила Е. В.* Структурные параметры бактериопланктона в прудах с высоким содержанием минерального азота / Е. В. Старосила, Г. Н. Олейник, Г. Н. Крот // Гидробиол. журн. – 2007. – Т. 43, № 3. – С. 94–105.
8. *Олейник Г. Н.* Микробиологическая характеристика водоемов с высокой антропогенной нагрузкой / Г. Н. Олейник, Е. В. Старосила // Гидробиол. журн. – 2005. – Т. 41, № 4. – С. 70–80.
9. *Методические указания* по санитарно-микробиологическому анализу воды поверхностных водоемов. – М., 1981. – № 2285-81. – 24 с.
10. *Кузьмин Г. В.* Фитопланктон. Видовой состав и обилие / Г. В. Кузьмин // Методика изучения биогеоценозов внутренних вод. – М.: Наука, 1975. – 340 с.
11. *Коврижных А. И.* Фитопланктон и фитобентос канала Северский Донец-Донбасс и их влияние на качество воды: автореф. дис. ... канд. биол. наук / А. И. Коврижных. – К.: Ин-т ботаники, 1978. – 32 с.
12. *Барина С. С.* Атлас водорослей – индикаторов сапробности (российский Дальний Восток) / С. С. Барина, Л. А. Медведева. – Владивосток: Дальнаука, 1996. – 364 с.

Ветрова О. В. Маркевич Г. В. Сезонні зміни бактеріо- та фітопланктону Верхньо-Кальміуського водосховища. – Установлено сезонну динаміку чисельності бактерій та характер їх розподілу по горизонтах. Максимальне загальне мікробне число спостерігалось у серпні (3200 кл/мл), а коли-індекс – у вересні (17000 кл/л). Вертикальний розподіл бактерій у водоймищі має пряму залежність від температури. Визначено видовий склад та домінуючі види водоростей. Взимку домінують діатомові та зелені, влітку – синьо-зелені. Відмічено різкий скачок чисельності синьо-зелених водоростей наприкінці осені.

Ключові слова: фітопланктон, бактеріопланктон, водорості, загальне мікробне число, коли-індекс.

Vetrova E. V., Markevich A. V. Seasonal changes of bacterio- and phytoplankton of the Verhne-Kalmiussky reservoir. – A seasonal dynamics of number of bacteria and their distribution pattern on vertical were found. The maximum total microbial count was marked in August (3200 cells in ml), the coli-index – in September (17000 cells in l). The vertical distribution of bacteria in the reservoir is directly dependent on temperature. The specific structure and dominating species of algae were defined. Diatoms and green algae prevail in winter, blue-green algae – in summer. A sharp jump of number of blue-green algae in September was marked.

Key words: phytoplankton, bacterioplankton, algae, total microbial count, coli-index.

УДК 631.53 : 634 : 942(477.60)

© А. З. Глухов, О. Г. Усольцева

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ПРИДАТОЧНЫХ КОРНЕЙ НА СТЕБЛЕВЫХ ЧЕРЕНКАХ ХВОЙНЫХ РАСТЕНИЙ ПРИ ИХ УКОРЕНЕНИИ

Донецкий ботанический сад НАН Украины; 83059, г. Донецк, пр. Ильича, 110

e-mail: donetsk-sad@mail.ru

Глухов А. З., Усольцева О. Г. Особенности развития придаточных корней на стеблевых черенках хвойных растений при их укоренении. – Приводятся данные об особенностях вегетативного размножения (черенкования) 6 культиваров 3 видов хвойных растений в условиях юго-востока Украины. Исследованы особенности морфогенеза придаточных корней этих видов и культиваров.

Ключевые слова: хвойные растения, вегетативное размножение, морфогенез придаточных корней.

Введение

В последнее время хвойные растения стали неотъемлемой частью многих ландшафтных композиций. Имея большое количество декоративных форм и культиваров, которые отличаются по строению и окраске хвои, архитектонике кроны [5, 6, 11, 20], они все шире используются при озеленении самых разнообразных объектов [12, 14, 15, 17]. В связи с этим актуальным становится вопрос их размножения с целью пополнения ассортимента растительного материала, используемого для озеленения в условиях техногенно-трансформированного региона, каким является Донбасс.

При изучении особенностей вегетативного размножения важное место занимают исследования, направленные на выяснение особенностей роста и развития придаточных корней на стеблевых черенках. Процесс морфогенеза придаточных корней древесных растений, особенно хвойных, сложный и еще мало изученный [1, 7, 8, 13, 18]. Он делится на стадии эндогенного и экзогенного ризогенеза. В свою очередь, эндогенная стадия состоит из каллюсогенеза и непосредственно ризогенеза, а экзогенная – из фаз образования корней первого, второго и последующих порядков. Выявление данных стадий и фаз для хвойных растений специфично. Растения каждого вида имеют различные темпы и характер каллюсогенеза. Величина и размещение каллюса зависит от вида растения, размера черенка, содержания в нем питательных веществ, начала корнеобразования, а также внешних условий. Интенсивность образования придаточных корней, а затем их ветвление у хвойных растений также разные.

Мы продолжаем исследования особенностей развития придаточных корней укорененных стеблевых черенков мало изученных в этом направлении видов и культиваров хвойных растений, которые начаты нами ранее [3, 4, 22-24].

Материал и методы исследования

Исследовались укореняемость, особенности образования каллюса, а также особенности роста и развития придаточных корней, их объем и поверхность 6 культиваров 3 видов интродуцированных хвойных растений (*Thuja occidentalis* L. 'Ericoides', *T. occidentalis* 'Kornic', *Juniperus sabina* L. 'Tamariscifolia', *J. sabina* 'Variegata', *J. chinensis* L. 'Blue Alps', *J. chinensis* 'Stricta-variegata') в разные сроки черенкования. Черенкование проводили в весенний (II декада мая) и летний (I декада июня) периоды одревесневшими стеблевыми черенками по общепринятым [2, 10, 21] и специальным [4, 9, 16, 19] методикам. Наблюдения за образованием придаточных корней проводили согласно методикам И. А. Комарова [13] и Е. К. Мороз [18]. В качестве субстрата для укоренения черенков исследуемых видов и культиваров хвойных растений использовали песок. Размер выборки составлял 35 черенков в трехкратной повторности.

Результаты и обсуждение

Как показали результаты проведенных исследований (табл. 1), укореняемость и развитие придаточных корней зависят от срока черенкования. Все исследованные нами виды и культивары показали лучшую укореняемость при весеннем черенковании (стеблевые черенки *J. chinensis* 'Blue Alps' и 'Stricta-variegata' укоренились только при черенковании весной). В этот срок при наблюдении за развитием придаточных корней отмечено, что порядок ветвления корней, а также их суммарные длина и количество также были выше. На укорененных стеблевых черенках исследуемых видов и культиваров отмечено развитие придаточных корней трех порядков ветвления, а на некоторых укорененных черенках *J. sabina* 'Tamariscifolia' наблюдалось образование корней четырех порядков.

Таблица 1

Особенности развития придаточных корней укорененных стеблевых черенков некоторых видов и культиваров хвойных растений в зависимости от сроков черенкования

Срок черенкования	Каллюс	Укореняемость, %	Порядок ветвления корней	Суммарная длина корней, см ($M \pm m$)	Суммарное количество корней, шт. ($M \pm m$)
<i>Thuja occidentalis</i> L. 'Ericoides'					
II декада мая	+	100,00	I-III	516,03±1,14	252,97±0,46
I декада июня	+	60,00	I-II	251,10±1,33	141,50±0,58
<i>T. occidentalis</i> 'Kornic'					
II декада мая	+	57,14	I-III	229,80±1,45	158,00±2,06
I декада июня	+	10,00	I	157,80±0,48	40,00±1,15
<i>Juniperus sabina</i> L. 'Tamariscifolia'					
II декада мая	—	34,17	I-IV	483,10±0,42	390,00±1,08
I декада июня	—	33,33	I-III	160,95±1,85	89,50±1,46
<i>J. sabina</i> 'Variegata'					
II декада мая	—	84,00	I-III	209,65±2,17	179,50±1,68
I декада июня	+	20,00	I-III	190,40±1,77	123,50±0,76
<i>J. chinensis</i> L. 'Blue Alps'					
II декада мая	+	20,00	I-III	91,55±1,46	70,50±0,67
I декада июня	+	0,00	—	—	—
<i>J. chinensis</i> 'Stricta-variegata'					
II декада мая	+	13,33	I-III	184,65±1,32	94,00±1,98
I декада июня	+	0,00	—	—	—

При летнем черенковании черенки исследуемых культиваров *J. chinensis* не укоренились, на черенках *T. occidentalis* 'Ericoides' наблюдали образование корней двух порядков ветвления, а на укорененных черенках *T. occidentalis* 'Kornic' – лишь первого порядка. На укорененных стеблевых черенках исследуемых культиваров *J. sabina* при летнем черенковании образовались придаточные корни трех порядков, но показатели их суммарных длины и количества были ниже, чем при весеннем черенковании.

При наблюдении за процессом каллюсогенеза мы не можем достоверно говорить о его зависимости от срока черенкования. На черенках опытных культиваров туи западной нами отмечено образование каллюса как при весеннем, так и при летнем черенковании. На черенках *J. sabina* 'Tamariscifolia' образование каллюса в наших исследованиях не наблюдалось. Возможно, это связано с тем, что этот вид относится к группе с высокой регенерационной способностью [3, 4], и процессы корнеобразования проходят относительно

быстро, а также с тем, что для черенкования мы использовали многолетние побеги, в которых были заложены корневые зачатки.

Характер размещения каллюса на черенках различный. При черенковании хвойных растений нами выделены следующие типы его размещения: очаговое, валикообразное и сплошное [4, 22]. Так, образование валикообразного каллюса наблюдалось на черенках исследуемых культиваров туи западной как при весеннем, так и при летнем черенковании. На черенках *J. sabina* 'Variegata' образование очагового каллюса отмечено только при летнем черенковании. На черенках исследуемых культиваров *J. chinensis* при весеннем черенковании наблюдалось образование валикообразного каллюса, а при летнем черенковании – сплошного (в этот срок черенкования отмечено только образование каллюса, придаточные корни не образовались). Зависимости между типом каллюса и укореняемостью нами не выявлено.

На поверхность черенка придаточные корни могут выходить в разных местах заглубленной в субстрат его части [4, 22-24]. Результаты наших исследований показали, что на укорененных черенках *T. occidentalis* 'Ericoides' и 'Kornic', *J. chinensis* 'Blue Alps' и 'Stricta-variegata' наблюдалось образование придаточных корней недалеко от поверхности среза, над каллюсом, на черенках культиваров *J. sabina* – смешанное расположение придаточных корней (корни выходили непосредственно из среза черенка, а также выше него).

Также исследовались объем и поверхность придаточных корней некоторых видов и культиваров хвойных растений (табл. 2). Показатели этих параметров также зависят от срока черенкования: выше они были при весеннем черенковании.

Таблица 2

Показатели объема и поверхности придаточных корней некоторых видов и культиваров хвойных растений в разные сроки черенкования

Вид и культивар	Срок черенкования	Объем корней, мл	Поверхность корней, мл
<i>Thuja occidentalis</i> L. 'Ericoides'	II декада мая	5,27±1,12	5,81±2,12
	I декада июня	3,05±1,44	3,34±1,34
<i>T. occidentalis</i> 'Kornic'	II декада мая	4,70±0,25	5,92±1,17
	I декада июня	3,50±1,54	5,19±1,63
<i>Juniperus sabina</i> L. 'Tamariscifolia'	II декада мая	8,50±0,42	6,71±2,11
	I декада июня	2,45±1,46	5,56±1,42
<i>J. sabina</i> 'Variegata'	II декада мая	4,83±2,01	5,47±1,26
	I декада июня	3,10±2,12	3,93±2,07
<i>J. chinensis</i> L. 'Blue Alps'	II декада мая	1,95±1,63	1,30±1,36
	I декада июня	—	—
<i>J. chinensis</i> 'Stricta-variegata'	II декада мая	1,40±2,17	3,71±2,45
	I декада июня	—	—

Самые высокие показатели объема и поверхности придаточных корней на укорененных черенках исследуемых видов и культиваров отмечены для *J. sabina* 'Tamariscifolia' (8,50 и 6,71 мл, соответственно).

Выводы

Исследованы особенности развития придаточных корней укорененных стеблевых черенков 6 культиваров 3 видов интродуцированных хвойных растений (порядок ветвления, суммарные длина и количество придаточных корней, а также их объем и поверхность) в зависимости от срока черенкования. Изученные виды и культивары хвойных растений в условиях теногенно-трансформированного региона, каким является Донбасс, целесообразно размножать одревесневшими черенками в весенний период.

Список литературы

1. Баранова Е. А. Закономерности образования придаточных корней у растений / Е. А. Баранова // Тр. Гл. ботан. сада АН СССР. – 1951. – Т. 2. – С. 168–193.
2. Билык Е. В. Размножение древесных растений стеблевыми черенками и прививкой / Е. В. Билык. – К.: Наук. думка, 1993. – 90 с.
3. Глухов А. З. Интродукционный потенциал, размножение и использование хвойных растений для садово-парковых композиций в условиях юго-востока Украины / А. З. Глухов, О. Г. Усольцева // Сб. науч. работ "Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона". – Донецк: ДонНУ, 2008. – Вып. 8. – С. 42–47.
4. Глухов А. З. Ускоренное размножение хвойных в условиях юго-востока Украины / А. З. Глухов, О. Г. Шпакова. – Донецк: Норд-Пресс, 2006. – 136 с.
5. Дендрофлора України. Дикорослі та культивовані дерева й кущі. Голонасінні: Довідник / М. А. Кохно, В. І. Гордієнко, Г. С. Захаренко та ін. – К.: Вища шк., 2001. – 207 с.
6. Деревья и кустарники, культивируемые в Украинской ССР. Голосеменные: Справ. пособие / С. И. Кузнецов, П. Я. Чуприна, Ю. К. Подгорный и др. – К.: Наук. думка, 1985. – 200 с.
7. Довбыш Н.Ф. Анатомо-морфологические особенности эндогенного ризогенеза у древесно-кустарниковых растений / Н. Ф. Довбыш, Н. А. Олейник // Междунар. конф. по анатомии и морфологии растений, 3-5 апр. 1997 г. – СПб, 1997. – С. 47–48.
8. Жолобова З. П. Морфолого-анатомические особенности корнеобразования у зеленых черенков декоративных культур / З. П. Жолобова // Новое в размножении садовых растений. – М.: Б.и., 1969. – С. 63–67.
9. Иванова З. Я. Приемы черенкования хвойных / З. Я. Иванова. – К.: Наук. думка, 1979. – 70 с.
10. Иванова З. Я. Биологические основы и приемы вегетативного размножения древесных растений стеблевыми черенками / З. Я. Иванова. – К.: Наук. думка, 1982. – 288 с.
11. Каталог растений Донецкого ботанического сада: [П. Р. Азарх, В. В. Баканова, Р. И. Бурда и др.; под. ред. Е. Н. Кондратюка]. – К.: Наук. думка, 1988. – 528 с.
12. Козак Л. А. Декоративные формы можжевельников для садово-парковых композиций / Л. А. Козак // Интродукция и акклиматизация растений. – 1994. – Вып. 19. – С. 64–65.
13. Комаров И. А. К методике учета сроков корнеобразования у летних черенков / И. А. Комаров // Бюл. Гл. ботан. сада АН СССР. – 1968. – Вып. 70. – С. 79–81.
14. Кузнецов С. И. Таксономическая, количественная и возрастная структура хвойных городских насаждений Лесостепи УССР / С. И. Кузнецов, В. В. Пушкарь // Интродукция и акклиматизация растений. – 1988. – Вып. 9. – С. 46–50.
15. Кузнецов С. І. Використання та інтродукційний потенціал хвойних для гірських садово-паркових ландшафтів в умовах Полісся та Лісостепу України / С. І. Кузнецов, Н. А. Козанська, Р. В. Богданьок // Інтродукція рослин. – 1999. – № 2. – С. 118–122.
16. Маринич І. С. Розмноження хвойних дерев та кущів / І. С. Маринич, В. К. Балабушка, Л. В. Ібрагім. – К.: Дім, сад, город, 2005. – 29 с.
17. Миронова Г. А. Хвойные в парковых культурфитоценозах Лесостепи Украины в связи с их реконструкцией: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Г. А. Миронова. – К., 1991. – 16 с.
18. Мороз Е. К. Фазы морфогенеза корней при укоренении интродуцированных сортов роз / Е. К. Мороз // Рекомендации. Онтогенез интродуцированных растений в ботанических садах Советского Союза. – К.: Б.и., 1991. – С. 108–109.
19. Олейник Н. А. Приемы ускоренной репродукции хвойных / Н. А. Олейник // Лесн. хоз-во. – 1991. – № 1. – С. 36–37.
20. Поляков А. К. Хвойные на юго-востоке Украины / А. К. Поляков, Е. П. Сусллова; под ред. А. З. Глухова. – Донецк: Норд-Пресс, 2004. – 197 с.

21. Шкутко Н. В. Ускоренное размножение деревьев и кустарников / Н. В. Шкутко, Е. Д. Антонюк. – Минск: Наука и техника, 1988. – 64 с.

22. Шпакова О. Г. Особенности ризогенеза хвойных растений при вегетативном размножении / О. Г. Шпакова // Бюл. Гос. Никит. ботан. сада. – Вып. 81. – С. 178–181.

23. Шпакова О. Г. Регенераційна здатність видів і декоративних форм хвойних / О. Г. Шпакова // Вісник Луганського нац. пед. ун-ту ім. Т. Шевченка. – 2005. – № 3 (83). – С. 143–148.

24. Шпакова О. Г. Эндогенный ризогенез у хвойных при искусственном размножении / О. Г. Шпакова // Вивчення онтогенезу рослин природних та культурних флор у ботанічних закладах Євразії: міжнар. наук. конф., 10-13 окт. 1998 г.: тези доп. – Умань, 1998. – С. 192.

Глухов О. З., Усольцева О. Г. Особливості розвитку придаткових коренів на стеблових живцях хвойних рослин при їх окоріненні. – Наведено дані щодо особливостей вегетативного розмноження (живцювання) 6 культиварів 3 видів хвойних рослин в умовах південного сходу України. Досліджено особливості морфогенезу придаткових коренів цих видів і культиварів.

Ключові слова: хвойні рослини, вегетативне розмноження, морфогенез придаткових коренів.

Glukhov A. Z., Usoltseva O. G. Specific features of development of adventitious roots on stamen cuttings of conifers during their rooting. – Data about specific features of vegetative propagation (cutting) of 6 cultivars 3 species of conifers in the conditions of south-east of Ukraine are presented. Peculiar features of morphogenesis of adventitious roots of this species and cultivars are studied.

Key words: conifer plants, vegetative propagation, morphogenesis of adventitious roots.

УДК 635.8

© С. І. Демченко, А. Є. Дерев'янюк
**ДОСЛІДЖЕННЯ РЕАКЦІЙ ВЕГЕТАТИВНОЇ НЕСУМІСНОСТІ
МІЖ ГЕТЕРОКАРІОНАМИ *PLEUROTUS OSTREATUS* (JACQ.: FR.) KUMM.,
ЗІБРАНИХ У ПАРКОВИХ ЗОНАХ МІСТА ДОНЕЦЬКА**

Донецький національний університет; 83050, м. Донецьк, вул. Щорса, 46
e-mail: sdemch5@mail.ru

Демченко С. І., Дерев'янюк А. Є. Дослідження реакцій вегетативної несумісності між гетерокаріонами *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kumm., зібраних у паркових зонах міста Донецька. – За допомогою схрещування 22 природних ізолятів *Pleurotus ostreatus* у всіх можливих комбінаціях виявлено три типи реакцій вегетативної несумісності: S-реакція (сильна), N-реакція (помірна), W-реакція (слабка). У донецькій вибірці гриба домінувала N-реакція вегетативної несумісності з частотою розповсюдження 53%. Серед досліджених гетерокаріонів *P. ostreatus* не виявлені генетично ідентичні індивідууми.

Ключові слова: гетерокаріон, реакція вегетативної несумісності, схрещування, антагонізм.

Вступ

Pleurotus ostreatus (Jacq.: Fr.) Kumm. (глива звичайна) належить до класу вищих базидіальних грибів і характеризується наявністю тетраполярної системи статевої сумісності, під час якої для отримання фертильних нащадків необхідне злиття гаплоїдних міцеліїв, що генетично різняться за двома факторами статевої сумісності [1, 6]. Окрім статевої сумісності, у цього ксилотрофа існує генетично контрольована система вегетативної несумісності, яка фактично запобігає злиттю гіф і обміну ядер між генетично різними ізолятами. Це дозволяє підтримувати генетичну цілісність індивідуумів у природі й захищати гриби від автономно-реплікуючих цитоплазматичних елементів (вірусів, плазмід тощо) [2, 7].

Під час аналізу популяційної структури *P. ostreatus* однією з основних проблем є розмежування вегетативних клонів безстатевого походження і індивідуумів, які відтворюються статевим шляхом. Частково вирішенню цієї проблеми слугує оцінка вегетативної, або гетерогенної, несумісності. Складний мультиалельний контроль соматичних взаємодій проявляється в дикаріотичному міцелії, тому розмежувати грибні індивідууми можна під час схрещування дикаріотичних штамів у чашках Петрі. За наявності або відсутності в демаркаційній зоні щільного, нерідко пігментованого міцеліального валика можна визначити, чи є природні ізоляти генетично різними особинами або генетично ідентичними клонами, які утворилися під час вегетативного розмноження [4, 5, 7].

Метою роботи було дослідити реакції вегетативної несумісності між дикаріотичними ізолятами *P. ostreatus*.

Об'єкти та методи дослідження

У дослідженні використовували дикаріотичні міцеліальні культури *P. ostreatus*, які виділені з тканини трами свіжозібраних плодових тіл. Плодові тіла збирали з листяних порід у паркових зонах м. Донецька. Всього було виділено 22 дикаріотичних ізолята, які зберігаються на кафедрі фізіології рослин ДонНУ в стандартних умовах. Характеристики природних ізолятів наведені в табл. 1.

Аналіз реакцій вегетативної несумісності проводили за допомогою схрещування дикаріотичних ізолятів у всіх можливих комбінаціях [4], при цьому на одну чашку Петрі висаджували по 2 культури. Результати оцінювали після 14 днів інкубації грибів на глюкозо-картопляному агарі при 25°C в темряві в умовах постійного зволоження. Контролем слугували схрещування "сам на себе". Реакцію вважали несумісною, якщо в зоні контакту гіф формувався міцеліальний валик з помітною пігментацією субстратного і повітряного міцеліїв.

Частоти різних типів реакцій вегетативної несумісності (p_i) розраховували за формулою:

$$p_i = \frac{n}{N} \times 100,$$

де n – кількість схрещувань із визначеним типом реакції вегетативної несумісності; N – загальна кількість схрещувань між природними дикаріонами *P. ostreatus*.

Таблиця 1

Природні ізоляти *P. ostreatus*

Кількість ізолятів	Ізоляти	Субстрат	Сезон і рік збору
1	P-01	<i>Populus sp.</i>	осінь, 2001
5	P-203, P-205, P-210, P-211, P-212	<i>Populus sp.</i>	осінь, 2003
1	P-12,	<i>Populus sp.</i>	осінь, 2004
1	P-104	<i>Acer sp.</i>	осінь, 2004
2	I-3, I-5	<i>Salix sp.</i>	осінь, 2005
1	T-6	<i>Populus sp.</i>	осінь, 2005
3	T-12, T-15, P-207	<i>Populus sp.</i>	осінь, 2006
2	P-208, P-6v	<i>Acer sp.</i>	осінь, 2006
1	P-кл	<i>Acer sp.</i>	осінь, 2007
4	T-16, T-20, P-107, P-039	<i>Populus sp.</i>	осінь, 2007
1	T-25	<i>Populus sp.</i>	весна, 2008

Ступінь неоднорідності реакцій вегетативної несумісності в донецькій вибірці гриба *P. ostreatus* розраховували за допомогою індексу Пієлу (e) [3]:

$$e = H' / H_{\max} = H' / \ln S,$$

де H' – індекс Шеннона; S – кількість типів реакцій вегетативної несумісності.

Результати та обговорення

Під час схрещування досліджуваних дикаріонів *P. ostreatus* у всіх випадках спостерігали помітний антагонізм у демаркаційній зоні: утворювався щільний пігментований або непігментований міцеліальний валик (бараж), на поверхні якого часто виступали оранжево-коричневі краплі ексудату. Деякі автори [8] вважають, що бараж утворюють численні міцеліальні тяжі (декілька гіф, що знаходяться в спільному слизистому чохла), які на початковому етапі розвитку зони контакту нерідко об'єднуються під спільним слизистим чохлам у крупні "бляшки". Міцеліальні тяжі й "бляшки" знову покриваються повітряним, дуже розгалуженим міцелієм, із якого утворюються нові міцеліальні тяжі. Процес утворення в демаркаційній зоні міцеліальних тяжів і "бляшок" повторюється багато разів, що сприяє формуванню валику. Ця зміна морфології міцелію в зоні контакту є фенотипичним проявом реакції вегетативної несумісності [4, 5, 7].

Виразений антагонізм при контакті генетично різних дикаріонів *P. ostreatus* був неоднорідним (табл. 2; рис. 1). Нами виявлено три типи реакцій взаємодії міцеліїв: 1) гіфи контактуючих дикаріонів щільно перепліталися, утворювали досить широку, щільну зону контакту, в основному представлену численними тонкими міцеліальними тяжами, що не формували чіткий міцеліальний валик; ексудат і пігментація в демаркаційній зоні були відсутні; 2) у зоні контакту утворювався досить високий, чіткий, пігментований (від блідо-жовтого до оранжевого кольору) бараж 3-4 мм шириною; 3) у демаркаційній зоні спостерігалася утворення невисокого, щільного, нерідко гофрованого, сильно пігментованого (від оранжевого до темно-коричневого кольору) міцеліального валику більш 4-5 мм шириною; на зрілому міцеліальному валику можна було виявити область

притиснутого міцелію, яка йшла вздовж усього баража й відзначала безпосередню зону контакту гіф двох ізолятів. Відповідно до літературних джерел [5, 7] перший тип реакції взаємодії міцеліїв відповідав слабкій реакції (W – weak), другий тип – помірній реакції (N – normal) і третій тип – сильній реакції (S – strong) вегетативної несумісності. У контрольних варіантах схрещування відбувалося злиття гіф без помітних антагоністичних реакцій, що відповідає реакції повної вегетативної сумісності – C (compatibility).

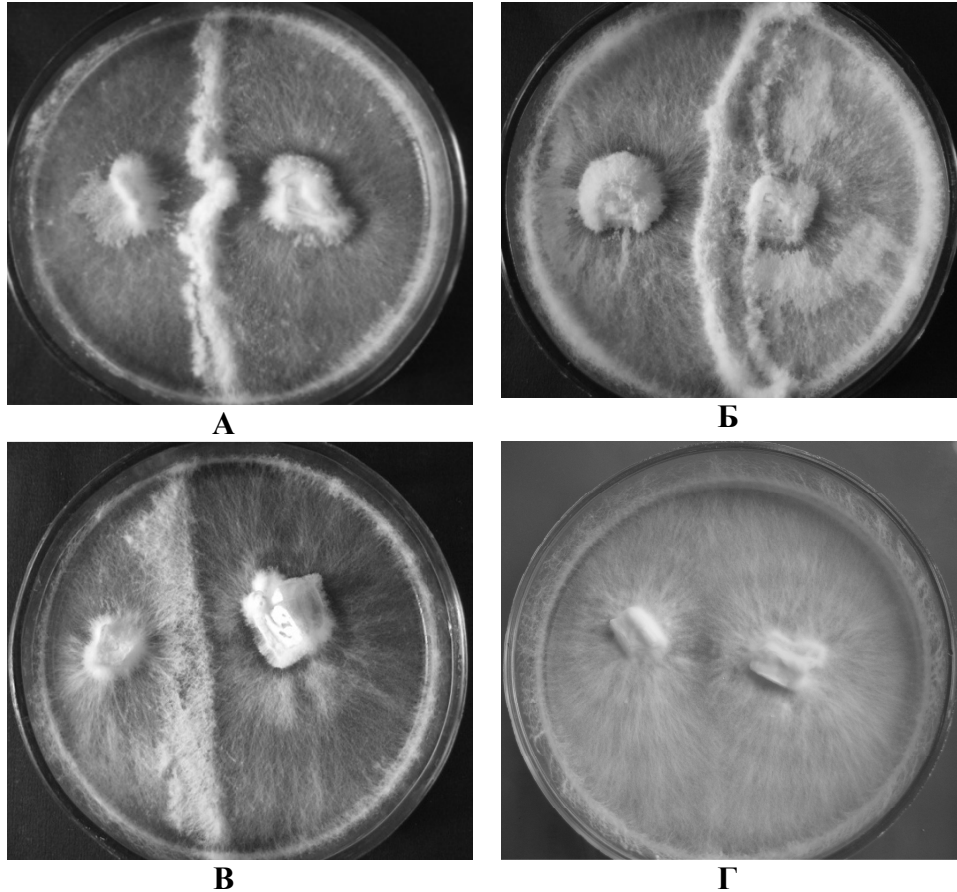


Рис. 1. Типи реакцій вегетативної несумісності: А – помірна реакція, Б – сильна, В – слабка, Г – реакція сумісності.

Ступінь антагонізму між гетерокаріонами *P. ostreatus* не залежав від субстрату (породи дерева), а також від часу збору ізолятів. Окрім того, в багатьох випадках той самий дикаріон виявив неоднаковий тип реакції вегетативної несумісності з різними ізолятами гливи. У той же час при багаторазовому зрощуванні однієї і тієї ж пари генетично різних міцеліїв дикаріонів спостерігали однаковий ступінь прояву антагонізму, що свідчить про строгий генетичний контроль процесів вегетативної несумісності в базидіоміцетів [2, 6].

Спостерігався низький рівень неоднорідності реакцій вегетативної несумісності в донецькій вибірці гриба *P. ostreatus* (індекс Пієлу дорівнював 0,92), що узгоджується з літературними джерелами [5, 7]. У досліджуваній вибірці домінувала помірна реакція вегетативної несумісності. Доля слабкої реакція вегетативної несумісності трохи поступалася N-реакціям. Сильна антагоністична реакції між природними ізолятами *P. ostreatus* спостерігалася рідко (рис. 2). Російські вчені також відмічають переважання N-реакцій у вибірках, зібраних у межах міста [5, 7]. Деякі дослідники виявили найбільшу долю S-реакцій у вибірках, зібраних на території природоохоронних зон [8].

Таблиця 2

Типи реакцій вегетативної несумісності між природними ізолятами *P. ostreatus*

	I-3	P-107	P-208	P-203	P-6v	P-207	P-039	P-210	P-кл	T-16	I-5	T-6	T-12	T-15	T-20	T-25	P-01	P-12	P-211	P-205	P-212	P-104
I-3	C	N	N	N	N	N	S	S	S	S	S	S	N	N	N	N	N	W	W	N	N	N
P-107		C	S	W	N	N	N	W	W	S	W	W	W	N	N	N	N	W	N	W	N	N
P-208			C	N	W	N	N	W	S	W	N	W	W	N	N	N	W	W	W	N	N	S
P-203				C	W	S	W	W	W	W	N	W	W	N	W	N	N	W	N	N	N	S
P-6v					C	W	W	W	W	W	W	N	W	S	W	W	W	W	W	N	N	N
P-207						C	S	S	W	W	W	N	W	N	N	N	N	N	W	S	W	N
P-039							C	N	S	S	W	N	N	S	N	N	N	S	N	N	W	N
P-210								C	W	W	W	N	W	W	N	S	W	W	W	N	W	S
P-кл									C	N	W	W	N	N	N	S	N	N	N	N	N	W
T-16										C	N	S	W	N	N	N	N	S	W	N	W	N
I-5											C	S	W	N	N	W	N	W	N	N	W	N
T-6												C	N	W	N	N	S	W	N	S	S	S
T-12													C	N	N	N	N	N	N	N	N	N
T-15														C	N	N	N	W	N	S	N	W
T-20															C	N	N	N	N	N	N	N
T-25																C	N	W	N	N	S	N
P-01																	C	N	N	N	N	N
P-12																		C	N	N	W	N
P-211																			C	N	N	S
P-205																				C	W	N
P-212																					C	W
P-104																						C

Примітка. W (weak) – слабка реакція, S (strong) – сильна реакція, N (normal) – помірна реакція вегетативної несумісності;
C (compartebility) – реакція вегетативної сумісності.

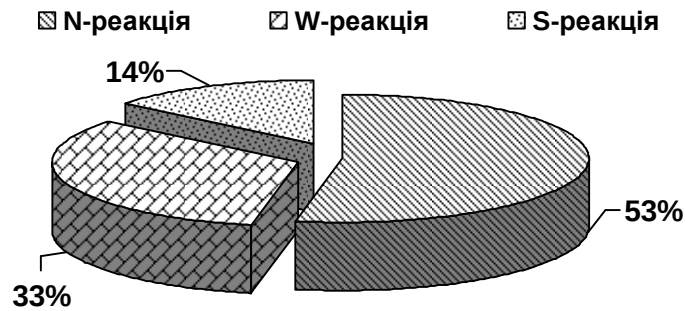


Рис. 2. Розподілення типів реакцій вегетативної несумісності в донецькій вибірці гриба *P. ostreatus*.

Таким чином, донецька вибірка *P. ostreatus* складається в основному з генетично різних грибних індивідуумів, що розмножуються переважно спорами статевого розмноження. Проте ми не заперечуємо наявності вегетативного розмноження гливи звичайної в паркових зонах міста Донецька, тому що декілька дослідників [5, 7] у природних популяціях цього гриба виявили вегетативно сумісні клони, які були виділені з плодових тіл, що зростали на пнях листяних порід, розташованих на відстані не більше 0,5-1 м. Однак, на нашу думку, поодинокі випадки вегетативного розмноження не будуть істотно впливати на формування популяційної структури виду *P. ostreatus*.

Висновки

1. У донецькій вибірці нами не виявлені генетично ідентичні індивідууми *P. ostreatus*, що свідчить про те, що статеве розмноження гриба за допомогою базидіоспор є більш ефективним та розповсюдженим.

2. Виявлені різні типи реакцій вегетативної несумісності між природними дикаріонами *P. ostreatus*: W-реакція (слабка), N-реакція (помірна) і S-реакція (сильна). Прояв цих реакцій не залежав від субстрату (породи дерева), штамової специфічності, а також від часу збору ізолятів. У донецькій вибірці гриба домінувала N-реакція вегетативної несумісності.

Подяки

Автори висловлюють щирі вдячність доценту кафедри фізіології рослин, к.б.н. О. В. Федотову за збір колекції природних ізолятів *P. ostreatus* та одержання дикаріотичних міцеліальних культур.

Список літератури

1. Бисько Н. А. Биология и культивирование съедобных грибов рода вешенка / Н. А. Бисько, И. А. Дудка. – К.: Наук. думка, 1987. – 148 с.
2. Дьяков Ю. Т. Введение в генетику грибов: Учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений / Ю. Т. Дьяков, А. В. Шнырева, А. Ю. Сергеев. – М.: Издательский центр "Академия", 2005. – 304 с.
3. Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и способы его измерения: Пер. с англ. / Э. Мэгарран. – М.: Мир, 1992. – 184 с.
4. Портенко Л. Г. Методы изучения вегетативной несовместимости у мицелиальных грибов / Л. Г. Портенко // Микология и фитопатология. – 1992. – Т. 26, вып. 1. – С. 60–66.
5. Сравнительный анализ природных изолятов вида *Pleurotus ostreatus* / О. В. Штаер, Ю. С. Белокоп, М. М. Белокоп [и др.] // Микробиология. – 2005. – Т. 74, № 2. – С. 231–238.
6. Сухомлин М. М. Статеве розмноження вищих базидіоміцетів / М. М. Сухомлин. – Донецьк: ДонНУ, 2001. – 173 с.

7. Шнырёва А. В. Генетическая структура комплекса *Pleurotus ostreatus* sensu lato на территории Московской области / А. В. Шнырёва, И. С. Дружинина, Ю. Т. Дьяков // Генетика. – 1998. – Т. 34, № 12. – С. 1610–1618.

8. Штаер О. В. Структура мицелия в зоне антагонизма генетически различных индивидуумов *Pleurotus pulmonarius* / О. В. Штаер, А. В. Шнырева // Микология и фитопатология. – 2008. – Т. 42, № 5. – С. 481–490.

Демченко С. И., Деревянко А. Е. Исследование реакций вегетативной несовместимости между гетерокарионами *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kumm., собранных в парковых зонах г. Донецка. – С помощью скрещивания 22 природных изолятов *Pleurotus ostreatus* во всех возможных комбинациях обнаружены три типа реакций вегетативной несовместимости: S-реакция (сильная), N-реакция (умеренная), W-реакция (слабая). В донецкой выборке гриба доминировала N-реакция вегетативной несовместимости с частотой встречаемости 53%. Среди исследуемых гетерокарионов *P. ostreatus* не обнаружены генетически идентичные индивидуумы.

Ключевые слова: гетерокарион, реакция вегетативной несовместимости, скрещивание, антагонизм.

Demchenko S. I., Derevjanko A. E. The investigation of vegetative incompatibility reactions between heterokaryons of *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kumm., collected in Donetsk parklands. – In total, 22 natural isolates of *Pleurotus ostreatus* were paired on nutrient agar in all possible combinations. As the result, three types of vegetative incompatibility reactions between paired individuals were discovered: S – strong antagonistic response, N – a normal antagonistic reaction, W – a weak somatic antagonism. In Donetsk population of *Pleurotus ostreatus* the N-type of vegetative incompatibility reaction dominated with distribution frequency of 53%. The genetically identical somatic individuals were not found among investigated *Pleurotus ostreatus* heterokaryons.

Key words: heterokaryon, vegetative incompatibility reaction, crossing, antagonism.

УДК 663.1

© Н. В. Дорошкевич¹, П. А. Сичов¹, В. М. Шевкопляс²
**ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ НОВИХ КУЛЬТУР ГЛИВИ
ЗВИЧАЙНОЇ В УМОВАХ ІНТЕНСИВНОГО КУЛЬТИВУВАННЯ**

¹Донецький національний університет; 83050, м. Донецьк, вул. Щорса, 46
e-mail: nelya_dor@mail.ru

²Інститут фізико-органічної хімії і вуглехімії ім. Л. М. Литвиненка НАН України
83114, м. Донецьк, вул. Р. Люксембург, 70

Дорошкевич Н. В., Сичов П. А., Шевкопляс В. М. Економічна ефективність вирощування нових культур гливи звичайної в умовах інтенсивного культивування. – У роботі зроблено оцінку економічної ефективності від вирощування нових культур їстівного гриба *P. ostreatus* у промисловому масштабі. Було підтверджено, що для промислового культивування за інтенсивною технологією слід брати найбільш продуктивні культури цього гриба, щоб досягти високого економічного ефекту. Культивування гриба *P. ostreatus* є економічно доцільним, тому що це дозволяє одержувати якісну, екологічно чисту харчову продукцію і водночас утилізувати відходи рослинної біомаси.

Ключові слова: економічна ефективність, інтенсивне культивування, штами гриба, врожайність, промислове грибівництво, якісна харчова продукція.

Вступ

На сучасному етапі розвитку овочівництва України основним напрямком є збільшення виробництва повноцінної, екологічно чистої овочевої продукції, збагаченої на поживні речовини, вітаміни, мінеральні солі та інше [1]. Для рішення поставлених завдань є перспективним промислове культивування їстівних базидіоміцетів, зокрема гриба *Pleurotus ostreatus* (Jacq.:Fr.) Kummer, добре відомого під назвою глива звичайна. Цей гриб має високу життєздатність та відносно просту технологію вирощування [2, 3]. На сьогодні промислове культивування цього гриба складає 16,3% від загального світового виробництва, а грибівництво відокремилось у самостійну галузь сільського господарства [4, 5]. Останнім часом ведеться активний пошук нових високопродуктивних штамів гливи звичайної. Економічна ефективність інтенсивного культивування нових штамів гриба *P. ostreatus* визначається, насамперед, врожайністю культури, реалізаційною ціною продукції, вартістю субстратів та витратами на культивування. Виробничі витрати при вирощуванні їстівних базидіоміцетів варіюють у незначному інтервалі. Проте внаслідок різної врожайності і, відповідно, вартості реалізованої продукції чистий дохід та рівень рентабельності їх виробництва можуть змінюватися в більш широкому діапазоні [6]. У зв'язку з цим метою роботи була оцінка економічної ефективності вирощування нових штамів гливи звичайної.

Матеріали та методи дослідження

Об'єктами дослідження було взято штами гливи звичайної НК-35 і 420 з колекції кафедри фізіології рослин ДонНУ та ізоляти В-99, К-99, ВК-2000, Р-01, Р-15, які виділено з плодових тіл, знайдених у різних географічних районах. В якості контролю був штам НК-35, який останнім часом широко використовується в промисловому грибівництві. Інтенсивне культивування штамів та ізолятів *P. ostreatus* проводили в пакетах за стандартною методикою І. А. Дудки та Н. А. Бісько [2, 7]. Загальну врожайність плодових тіл гриба *P. ostreatus* оцінювали за двома хвилями плодоношення. Врожайність гливи розраховували по відношенню маси свіжих плодових тіл до маси вологого субстрату (г/кг). Досліди було проведено в триразовій повторності. Математичну обробку отриманих експериментальних даних проведено за допомогою дисперсійного аналізу та множинного порівняння середніх величин критерієм Дункана [8].

Для розрахунку економічної ефективності вирощування нових штамів гливи звичайної за реалізаційними цінами 2009 р. використовували методику, яка включала підрахунок виробничих витрат, собівартість, чистого доходу та рівень рентабельності для одержання продукції з 1 м² посівної площі, на якій можна розмістити чотири грибних блоки масою 10

кг, що сприятиме збільшенню величини загального врожаю з цієї площі. Виробничі витрати (М) визначали за формулою: $M=G+X+Y+Z+N+A+B+C$, де G – вартість посівного міцелію, кількість якого складала 5% від загальної ваги субстрату культивування; X – вартість субстрату для інтенсивного культивування (лушпиння соняшника); Y – транспортні витрати; Z – енерговитрати; N – опалення; A – споживання води; B – оренда приміщення; C – вартість пакувального матеріалу. Собівартість 1 кг плодівих тіл (N) розраховувалась за формулою: $N=(M+D+E)/\text{врожайність}$, де M – виробничі витрати, D – робоча сила; E – непередбачувані витрати. Чистий прибуток підраховувався за різницею між вартістю реалізованої продукції і собівартістю готової продукції. Рівень рентабельності виробництва (%) визначався по співвідношенню чистого прибутку до витрат на виробництво продукції з 1 м² посівної площі [6].

Результати дослідження

Як свідчать дані табл. 1, показники економічної ефективності при культивуванні гливи звичайної залежали від використовуваного штаму. Врожайність була найвищою в порівнянні з контролем НК-35 у культур В-99 і К-99 – 262,67 і 216,30 г/кг вологого субстрату, відповідно, що стало підставою досягнення високого економічного ефекту при максимальному використанні посівної площі з розміщенням чотирьох грибних блоків на 1 м².

Таблиця 1

Економічна ефективність вирощування різних штамів гливи звичайної

Штам (ізолят)	Врожайність		Вартість реалізованої продукції, грн/1 м ²	Чистий прибуток, грн/1 м ²	Собівар- тість, грн/кг	Рівень рентабель- ності, %
	г/кг волового субстрату	кг/1 м ² посівної площі				
НК-35*	157,42	47,23	472,26	226,03	9,95	91,80
420	124,70	37,31	374,10	127,87	12,43	51,93
В-99	262,67	78,80	788,01	541,78	6,16	220,03
К-99	216,30	64,89	648,90	402,67	7,38	163,53
Р-01	160,00	48,00	480,00	233,77	9,80	94,94
Р-15	146,33	43,90	438,99	192,76	10,66	78,28
ВК-2000	159,50	47,85	478,50	232,27	9,83	94,32

Примітка. * – контроль.

Культури відрізнялись одна від одної за величиною загального врожаю з 1 м² посівної площі. Найпродуктивнішими були В-99 і К-99, які перевищували контрольний штам НК-35 за величиною загального врожаю в 1,4-1,7 рази. Це зумовило відмінності у вартості реалізованої продукції з одиниці посівної площі. Вона складала від 374,1 грн до 788,0 грн з 1 м² посівної площі. Найбільшу вартість реалізованої продукції із 1 м² посівної площі відмічено у штамів, які характеризувалися найбільшою врожайністю В-99 – 788,0 грн/1 м² та К-99 – 648,9 грн/1 м², що, відповідно, на 315,8 і 176,6 грн/1 м² більше, ніж на контролі.

Виробничі витрати (М) при культивуванні різних штамів гливи звичайної були однаковими і складала 246,23 грн для виробництва продукції з 1 м² посівної площі.

Собівартість (N) продукції різних культур визначалася, головним чином, величиною врожаю, оскільки виробничі затрати (М) при культивуванні гриба змінювалися у вузькому інтервалі. Витрати на робочу силу (D) також не мали значного впливу на собівартість продукції з 1 м², тому що заробітна плата є фіксованою і складає 100-150 грн/день і виплачується незалежно від кількості роботи. Непередбачувані витрати (E), які є теж складовою собівартості, були постійними і загальноприйнято складала 5% від вартості реалізованої продукції з 1 м². Собівартість 1 кг гливи звичайної, за нашими даними, становила 6,2-12,43 грн. Найменшою вона була при використанні найбільш врожайних

штамів В-99 – 6,2 грн/1 м² та К-99 – 7,38 грн/1 м², що на 3,8 і 2,6 грн менше, ніж у контрольних показників.

Чистий прибуток при культивуванні грибів визначався лише вартістю реалізованої продукції, а отже, врожайністю, оскільки виробничі затрати на виробництво продукції з 1 м² були однаковими для всіх штамів гливи звичайної. Чистий прибуток з 1 м² посівної площі, за нашими даними, складав 127,9-541,8 грн з 1 м² залежно від використовуваного штамів. Найбільшим він був у штамів В-99 та К-99 – 541,8 і 402,7 грн з 1 м², відповідно.

Рівень рентабельності при вирощуванні різних штамів гливи звичайної коливався в значному інтервалі 51,9-220,0%. Найбільш врожайні штами характеризувались низькою собівартістю продукції і високим рівнем чистого прибутку. Це зумовлювало зростання рівня рентабельності при їх вирощуванні. Найбільшим він виявився при культивуванні штамів В-99 – 220,0% та К-99 – 163,5%, що перевищувало контроль на 128,2 і 71,73%, відповідно.

У ході дослідження також було підраховано, що основним фактором, який значною мірою впливає на собівартість продукції, є орендна плата, частка якої складає понад 50%. Тому орендна плата є стримуючим чинником, і при її зниженні собівартість готової продукції може бути знижена в 1,5-2,0 рази. Збільшення посівних площ також сприятиме отриманню більш великого прибутку за умов помірної орендної плати за 1 м². Витрати на електроенергію посідають друге місце за вартістю і складають до 25% всіх виробничих витрат. Більш економне її споживання та застосування нових енергозберігаючих технологій також сприятимуть зниженню собівартості вирощування гливи звичайної.

Вегетаційний період культивування гливи звичайної, за який можна отримати основну кількість продукції (до 90%) з двох хвиль плодоношення, триває приблизно 2 місяці. За рік можна провести 6 циклів вирощування гливи звичайної. З табл. 2 видно, що максимальний чистий прибуток за рік при використанні найбільш врожайних штамів К-99 та В-99 може складати до 2416,0-3250,7 грн з 1 м² посівної площі за умов стабільних цін на складові собівартості. Виробничі витрати в цьому випадку за рік будуть становити 1477,57 грн на 1 м² посівної площі. Тому для того, щоб розпочати свій приватний бізнес, необхідно мати капітал приблизно 200 тис. грн на рік і посівну площу 100 м².

Таблиця 2

Економічна ефективність вирощування різних штамів гливи звичайної протягом року

Штам (ізолят)	Врожайність, кг/1 м ² посівної площі	Вартість реалізованої продукції, грн/1 м ²	Чистий прибуток, грн/1 м ²	Рівень рентабельності, %
НК-35*	283,36	2833,56	1356,18	550,80
420	224,46	2244,60	767,22	311,58
В-99	472,81	4728,06	3250,68	1320,18
К-99	389,34	3893,40	2416,02	981,18
Р-01	288,00	2880,00	1402,62	569,64
Р-15	263,39	2633,94	1156,56	469,68
ВК-2000	287,10	2871,00	1393,62	565,92

Примітка. * – контроль.

Таким чином, нами встановлено, що штамона належність впливає на показники економічної ефективності вирощування гливи звичайної. Високоврожайні штами забезпечували низьку собівартість грибів, високий чистий прибуток і рівень рентабельності. Найкращі показники економічної ефективності отримані при культивуванні нових штамів В-99 та К-99. Рівень рентабельності при їх використанні складав 163,5 і 220,0%, відповідно. Економічний розрахунок культивування гливи звичайної вказує на те, що на 1 грн витрат від впровадження високоврожайних штамів гливи звичайної (В-99 і К-99) чистий прибуток складав 1,6-2,2 грн прибутку.

Висновки

Отримані результати підтверджують, що вирощування їстівного гриба гливи звичайної в промисловому масштабі за інтенсивною технологією є економічно доцільним. Для інтенсифікації промислового культивування необхідно використовувати найбільш продуктивні культури цього гриба, що забезпечить високий рівень рентабельності виробництва. Крім цього, економічна доцільність культивування гриба *P. ostreatus* складається не тільки за рахунок одержання якісної, екологічно чистої харчової продукції, але й тому, що дозволяє утилізувати відходи рослинної біомаси. Біотрансформований субстрат після культивування гливи звичайної можна широко використовувати у сільському господарстві як органічне добриво або кормову добавку.

Список літератури

1. Барабаш О. Ю. Біологічні основи овочівництва: Навчальний посібник / О. Ю. Барабаш, Л. К. Тараненко, З. Д. Сич. – К.: Арістей, 2005. – 348 с.
2. Бисько Н. А. Биология и культивирование грибов рода вешенка / Н. А. Бисько, И. А. Дудка – К.: Наук. думка, 1987. – 148 с.
3. Технологія виробництва овочів і плодів: Підручник / [О. Ю. Барабаш, А. П. Учаскін, О. М. Цизь та ін.]; за ред. О. Ю. Барабаша. – К.: Вища шк., 2004. – 431 с.
4. Дудка И. А. Культивирование съедобных грибов / И. А. Дудка, Н. А. Бисько, В. Т. Билай. – К.: Урожай, 1992. – 160 с.
5. Velazquez-Ceden M. A. Waste-reducing cultivation of *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus pulmonarius* on coffee pulp: changes in the production of some lignocellulolytic enzymes / M. A. Velazquez-Ceden, G. Mata, J.-M. Savoie // World Journal of Microbiology & Biotechnology. – 2002. – N 18. – P. 201–207.
6. Цизь О. М. Підбір високопродуктивних штамів і субстратів для вирощування печериці двоспорової (*Agaricus bisporus* /J. LGE/Imbach) в умовах України: автореф. дис. на здобуття наук. ступ. канд. сільськогосп. наук: спец. 06.01.06 "Овочівництво" / О. М. Цизь. – К., 1999. – 20 с.
7. Дудка И. А. Грибы: Справочник миколога и грибника / И. А. Дудка, С. П. Вассер. – К.: Наук. думка. – 536 с.
8. Приседський Ю. Г. Статистична обробка результатів біологічних експериментів / Ю. Г. Приседський. – Донецьк: Кассіопея, 1999. – 210 с.

Дорошкевич Н. В., Сычев П. А., Шевкопляс В. Н. Экономическая эффективность выращивания новых культур вешенки обыкновенной в условиях интенсивного культивирования. – В работе была сделана оценка экономического эффекта от выращивания новых культур съедобного гриба *P. ostreatus* в промышленном масштабе. Было показано, что для промышленного культивирования по интенсивной технологии нужно брать наиболее продуктивные культуры этого гриба, чтобы достичь высокого экономического эффекта. Культивирование гриба *P. ostreatus* является экономически выгодным, потому что позволяет получать качественную, экологически чистую пищевую продукцию и одновременно утилизировать отходы растительной биомассы.

Ключевые слова: экономическая эффективность, интенсивное культивирование, штаммы гриба, урожайность, промышленное грибоводство, качественная пищевая продукция

Doroshkevich N. V., Sychov P. A., Shevkoplyas V. N. The economic effect of cultivation of oyster mushroom new cultures in the intensive conditions. – In this work the estimation of economic effect of cultivation of new cultures of fungus *P. ostreatus* in industrial scale was made. Was it shown proved that for industrial cultivation using intensive technology necessary to take more productive cultures of this fungus so as to reach high economic effect. Cultivation of fungus *P. ostreatus* is economically profitable because allows to receive qualitative and ecologically pure food production, and simultaneously to utilized wastes of vegetate biomass.

Key words: economic effect, intensive cultivation, strains of fungus, fruiting, industrial cultivation, qualitative food production

УДК 581.1:635.96:581.522.4 (477.60)

© Е. И. Ковалёва

**ЗАСУХО- И ЖАРОУСТОЙЧИВОСТЬ ВИДОВ, СОРТОВ, ФОРМ
РОДА *ASTER TOURN. EX L.* ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В ДОНБАССЕ**

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

Ковалёва Е. И. Засухо- и жароустойчивость видов, сортов, форм рода *Aster Tourn. ex L.* при интродукции в Донбассе. – Исследованы засухо- и жароустойчивость 5 видов (*A. dumosus* L., *A. novi – belgii* L., *A. novae – angliae* L., *A. greatai* Parish, *A. cordifolius* L.), 19 сортов, 5 форм рода *Aster Tourn. ex L.* при интродукции в Донбассе. На основе полученных данных выделены группы интродуцентов с показателями высокой, средней, низкой засухо- и жароустойчивости.

Ключевые слова: *Aster Tourn. ex L.*, засухоустойчивость, жароустойчивость, интродукция, Донбасс.

Введение

Природно-климатические условия юго-востока Украины характеризуются недостаточным количеством влаги и повышенными температурами воздуха в летний период, поэтому для подбора ассортимента цветочно-декоративных культур большое значение приобретает определение их биоэкологических характеристик. Изучение способности растений переносить длительные периоды высокой температуры при отсутствии или малом количестве осадков необходимо для прогнозирования успешности их интродукции в Донбасс.

При исследовании устойчивости растений к абиотическим факторам среды необходимо оценить их способность противостоять обезвоживанию, так как отсутствие осадков, иссушение почвы являются очевидными причинами снижения декоративного эффекта растений. Однако повышенная температура воздуха начинает нарушать водообмен у растений независимо от обезвоживающего действия иссушенной почвы и воздуха, и последствие только усиливает поражение [1, 8].

Под устойчивостью растений принимаем способность переносить обезвоживание и действие высоких температур воздуха (перегрев) [1-5], поэтому актуально изучение засухо- и жароустойчивости не только для неорошаемых, но и для орошаемых культур.

Цель работы – выявление наиболее засухо- и жаростойких видов, сортов, форм рода *Aster* (*Tournton ex Linnaeus*, 1735) при интродукции в Донецком ботаническом саду НАН Украины (ДБС).

Материал и методы исследования

Объекты исследований: *Aster dumosus* (Linnaeus, 1735), 2 формы и 10 сортов; *Aster novi – belgii* (Linnaeus, 1686), 5 сортов; *Aster novae – angliae* (Linnaeus, 1700), 3 формы и 4 сорта; *Aster greatai* (Parish, 1735); *Aster cordifolius* (Linnaeus, 1635).

Климатические условия в годы исследования (2005-2009 гг.) были типичными для юго-востока Украины. Средняя температура воздуха в наиболее засушливый период вегетации (июль – август) составила 32,5-38,6° С, осадков выпало 17,8-103,6 мм.

Засухоустойчивость определяли двумя методами оценки: полевым и лабораторно-полевым. В полевых условиях визуально учитывали степень повреждений по пятибалльной шкале Г. Н. Шестаченко, Т. В. Фальковой [9], но полевой метод не позволил в полной мере оценить степень повреждения растений. Для более полного изучения использовали лабораторно-полевой метод "завядания листьев" М. Д. Кушниренко [6], основным критерием которого служат показатели водного режима. Определяли следующие параметры: общую оводненность тканей листьев и степень ее снижения, относительный тургор и степень его снижения, водный дефицит, водоудерживающую способность листьев (потеря воды от исходной сырой массы) в процессе завядания (2, 4, 6, 8 часов). Под водоудерживающей способностью (%) принимаем потерю воды от исходной сырой массы в течение 8 часов завядания; тургоровосстановительная способность – это % неповрежденной листовой

поверхности от общей площади листа после глубокого завядания (8-10 часов); общая вода приводится в граммах и в % к сырой массе до завядания; водный дефицит – это дефицит воды в граммах и % от ее общего содержания в состоянии полного насыщения; относительный тургор – содержание воды в % после 8 часов завядания от ее содержания при полном насыщении; снижение тургора – это разность между относительным тургором до завядания (контроль) и после 8 часов завядания.

Оценку жаростойкости проводили прямым лабораторным методом [7]. В опыте использовали восемь температур воздействия – от 25°C до 60°C с интервалом в 5°C. Эффект температурного воздействия учитывали от появления редких отдельных пятен до сплошного побурения всей поверхности листовой пластинки. Жароустойчивость определяли по пороговому значению температуры воздействия. Принимали следующие температурные показатели: порог повреждения – это повреждение 1-15% поверхности листовой пластинки, критическая температура – повреждение более 50% ткани листовой пластинки, летальная температура – 100%-ное повреждение тканей листовой пластинки.

Статистическую обработку результатов проводили по общепринятым методикам с помощью прикладных программ на ПЭВМ.

Полученные данные, выраженные в процентах, являются критерием степени устойчивости растений к дефициту почвенной и атмосферной влаги и высоким температурам воздуха [1, 3, 6, 7].

Результаты и обсуждение

Результаты, полученные в ходе полевой оценки засухоустойчивости видов, сортов, форм рода *Aster* по визуальной пятибалльной шкале [9], позволяют отнести их к засухоустойчивым растениям (оценка 1 балл). Выделен сорт *A. dumosus* 'Niobe' (0 баллов) как наиболее засухоустойчивый, в то время как у остальных наблюдаются слабые повреждения в виде потери тургора, скручивания и пожелтения листьев в нижней части стебля, и они требуют дополнительного полива в период длительных летних засух. Визуальные наблюдения не дают полной сравнительной характеристики растений, поэтому нами был применен лабораторно-полевой метод оценки засухоустойчивости с использованием физиологических показателей [6].

При лабораторных исследованиях установлено заметное различие водоудерживающей способности листьев разных видов, сортов, форм рода *Aster* в течение восьми часов непрерывного завядания при потере воды от 28 до 67% (табл. 1). Наиболее устойчивыми к потере влаги оказались листья представителей *A. novi – belgii* ('Red Sun Set' – 28%, 'Alba' – 32,9%); *A. dumosus* ('Blue Bouquet' – 34,9%, 'Alba' – 36,5%, 'Goluboy Issykkul' – 34,7%); *A. novae – anglicae* f. *rosea* – 36,5%. Наибольшая тургорвосстановительная способность листовых пластинок таксонов многолетней астры в результате завядания отмечена у *A. novi – belgii* ('Red Sun Set' – 89%, 'Alba' – 81%, 'Plenty' – 71%); *A. novae – anglicae* f. *rosea* – 70,2%.

Обобщая физиологические показатели (табл. 1, 2), можно сделать вывод о степени засухоустойчивости изучаемых растений и объединить их в три группы с соответствующими значениями (табл. 3). Анализируя результаты опытов, растения с показателями высокой засухоустойчивости – водоудерживающая способность 25-40%, тургорвосстановительная способность 65-90%, общая вода 70-85%, водный дефицит 0-20%, относительный тургор 50-65%, снижение тургора 15-25%, мы отнесли к I группе. Нами выделены как высокосухоустойчивые (I группа) 7 сортов *A. dumosus* ('Blue Bouquet', 'Alba', 'Niobe', 'Yablonevy Zvet', 'Prof. Anton Kippenberg', 'Goluboy Issykkul', 'Amarant'); 3 сорта *A. novi – belgii* ('Alba', 'Red Sun Set', 'Plenty'); *A. novae – anglicae* f. *rosea*. Во II группу с показателями средней засухоустойчивости – водоудерживающая способность 40-55%, тургорвосстановительная способность 40-65%, общая вода 60-70%, водный дефицит 20-40%, относительный тургор 35-50%, снижение тургора 25-35%, отнесены: форма и 3 сорта *A. dumosus* (f. *nana alba*, 'Lilac Time', 'Praecox Nanus', 'Wolfii'); 2 сорта *A. novi – belgii* 'Nancy Ballard', 'Erica'); 2 формы, 2 сорта *A. novae – anglicae* (f. *blue*, f. *violet*, 'Cascad', 'Violacea'); *A. greatai*; *A. cordifolius*.

Таблиця 1

**Водоудерживающая и тургорвосстановительная способность листьев таксонов рода
Aster Tourn. ex L.**

Форма, сорт	Водоудерживающая способность, %				Тургорвосста- новительная способность, %
	2 ч	4 ч	6 ч	8 ч	
Aster dumosus L.					
f. nana alba	15	31,8	42	51	46,5
f. nana caerulea	16,9	33,1	46,4	57,1	28
Lilac Time	15	32	40,3	52,5	44
Blue Bouquet	7,5	15,3	21,7	34,9	53,3
Alba	7,8	14,6	21,3	36,5	58,3
Praecox Nanus	12,2	25,3	35,3	51,6	41
Niobe	10,3	19	27	40	50
Yablonevy Zvet	10,3	20,9	29	40	50
Prof. Anton Kippenberg	10,1	17,9	26,4	40	42
Amarant	13,4	25	31,5	36,7	59,5
Goluboy Issykkul	13,1	22,9	28	34,7	65
Wolfii	12,8	29	40,3	48,7	49
Aster novi – belgii L.					
Nancy Ballard	15,8	26,7	34,8	43,2	57
Alba	13,4	21,9	28,7	32,9	81
Red Sun Set	9,6	16,1	22	28	89
Erica	21,1	32,7	49,4	61	42
Plenty	14,1	24,1	35,8	38,7	71
Aster novae – anglicae L.					
f. rosea	9,6	18,8	28,6	36,5	70,2
f. blue	14,1	24,7	35,1	46,4	55,8
f. violet	13,8	26,6	38,1	46,2	60
Cyclamen Purpurea	18,6	35,2	50,3	62,3	20
Cascad	13	25,5	36,6	45,3	64
Rubin	18,3	35	52,7	66,7	20
Violacea	16,7	31,5	46,1	55	47
A. greatai	13,1	27,6	40,7	50,6	59
A. cordifolius	15,9	24,6	35,9	50,5	51

Таблиця 2

Физиологические показатели засухоустойчивости таксонов рода *Aster* Tourn. ex L.

Форма, сорт	Общая вода		Водный дефицит		Относи- тельный тургор, %	Снижение тургора, %
	г, М ± m	%	г, М ± m	%		
Aster dumosus L.						
f. nana alba	0,18 ± 0,02	84,5	0,08 ± 0,01	29,6	35,8	34,7
f. nana caerulea	0,19 ± 0,01	84,1	0,03 ± 0,01	13,3	37,4	49,2
Lilac Time	0,21 ± 0,04	79,6	0,05 ± 0,01	19,4	39,6	41,4
Blue Bouquet	0,24 ± 0,07	76,8	0,06 ± 0,02	19,6	54,1	26
Alba	0,22 ± 0,09	79,3	0,06 ± 0,02	21,5	54,9	24,4
Praecox Nanus	0,17 ± 0,05	69,1	0,02 ± 0,01	15,8	43,7	44,5
Niobe	0,21 ± 0,05	75,1	0,06 ± 0,03	20	50	29,6
Yablonevy Zvet	0,31 ± 0,06	82,3	0,05 ± 0,02	14,2	50,6	35
Prof. Anton Kippenberg	0,20 ± 0,06	71,7	0,04 ± 0,03	14,9	52,4	31,1
Amarant	0,48 ± 0,05	82,1	0,04 ± 0,01	7,1	58,1	34,8
Goluboy Issykkul	0,24 ± 0,02	74,4	0,05 ± 0,02	16,9	57	25
Wolfii	0,25 ± 0,01	68,5	0,08 ± 0,01	24	39	37
Aster novi – belgii L.						
Nancy Ballard	0,15 ± 0,04	73	0,04 ± 0,01	20,6	48,5	31,5
Alba	0,24 ± 0,01	76,8	0,07 ± 0,02	22,9	58,4	18,6
Red Sun Set	0,20 ± 0,09	60	0,05 ± 0,01	21,4	63,5	17,3
Erica	0,21 ± 0,04	75,6	0,06 ± 0,02	23	35	43
Plenty	0,37 ± 0,03	62	0,19 ± 0,09	32,8	50	17,3
Aster novae – angliae L.						
f. rosea	0,28 ± 0,03	81	0,16 ± 0,04	36,9	39,5	23,4
f. blue	0,19 ± 0,03	72,5	0,14 ± 0,02	43	36	21
f. violet	0,16 ± 0,02	62,5	0,18 ± 0,04	53,2	31,3	15,3
Cyclamen Purpurea	0,16 ± 0,01	62,1	0,14 ± 0,07	45,5	24	29
Cascad	0,56 ± 0,11	69	0,13 ± 0,09	18,6	46,4	35,8
Rubin	0,19 ± 0,01	64	0,15 ± 0,02	44,1	23	33
Violacea	0,17 ± 0,01	63	0,20 ± 0,02	53,6	23,7	22,7
A. greatai	0,18 ± 0,01	63	0,07 ± 0,01	28,9	39	32
A. cordifolius	0,17 ± 0,02	63,5	0,07 ± 0,03	28,4	39,4	31,8

Таблица 3

Группы таксонов рода *Aster* по засухоустойчивости *

Физиологические параметры	Группы по засухоустойчивости		
	I – с показателями высокой засухоустойчивости	II – показателями средней засухоустойчивости	III – с показателями низкой засухоустойчивости
Водоудерживающая способность, %	25-40	40-55	55-70
Тургорвосстановительная способность, %	65-90	40-65	20-40
Общая вода, %	70-85	60-70	50-60
Водный дефицит, %	0-20	20-40	40-60
Относительный тургор, %	50-65	35-50	20-35
Снижение тургора, %	15-25	25-35	35-50

Примечание. * – в таблице приведены пределы колебаний показателя.

К III группе отнесены растения с показателями низкой засухоустойчивости – водоудерживающая способность 55-70%, тургорвосстановительная способность 20-40%, общая вода 50-60%, водный дефицит 40-60%, относительный тургор 20-35%, снижение тургора 35-50%, – это *A. dumosus* f. *nana caerulea*; 2 сорта *A. novae* – *angliae* ('Rubin', 'Cyclamen Purpurea').

Реакция таксонов многолетней астры на воздействие высоких температур также неодинакова. Для представителей *A. dumosus* самый высокий порог повреждения отмечен у 4 сортов: 'Lilac Time', 'Amarant', 'Goluboy Issykkul' и 'Wolfii' – 40°C. Среди сортов *A. novi* – *belgii* выделен 'Nancy Ballard', у которого при 50°C повреждение поверхности листовой пластинки составляет 15% от общей площади. Сорта и формы *A. novae* – *angliae* характеризуются как высоким порогом повреждения, так и большой критической температурой. Следует выделить формы *A. novae* – *angliae*: f. *rosea*, f. *blue*, для которых 50°C не является критической температурой. Среди изученных видов, сортов, форм рода *Aster* как наименее устойчивые к воздействию высоких температур выделены 3 сорта: *A. dumosus* 'Blue Bouquet', *A. dumosus* 'Alba', *A. novi* – *belgii* 'Plenty'. Влияние температуры 25-30°C вызывало повреждение 25% поверхности листовой пластинки у *A. dumosus* 'Blue Bouquet', *A. novi* – *belgii* 'Plenty'. Критическая температура, вызывающая поражение более 50% ткани листа у выделенных сортов, – 40°C.

Изученные виды, сорта, формы рода *Aster* были объединены в три группы по степени устойчивости к воздействию повышенных температур (табл. 4).

Таблица 4

Группы представителей рода *Aster* по жароустойчивости *

Параметр	Группы по жароустойчивости		
	1 – с высокими показателями жароустойчивости	2 – со средними показателями жароустойчивости	3 – с низкими показателями жароустойчивости
Порог повреждения, °C	50-60	35-45	25-30
Критическая температура, °C	50-60	45	30-40
Летальная температура, °C	60	55	50

Примечание. * – в таблице приведены пределы колебаний показателя.

Растения с высокими показателями жароустойчивости – порог повреждения – 50-60°C, критическая температура – 50-60°C, летальная температура – 60°C – отнесены к 1 группе. В нее вошли *A. dumosus* f. *nana alba* и 4 сорта этого вида: 'Lilac Time', 'Amarant', 'Goluboy Issykkul', 'Wolfii'; 3 сорта *A. novi – belgii*: 'Nancy Ballard', 'Red Sun Set', 'Erica'; 2 формы *A. novae – angliae*: f. *rosea*, f. *blue*. Ко 2 группе отнесены форма и 4 сорта *A. dumosus*: f. *nana caerulea*, 'Praecox Nanus', 'Niobe', 'Yablonevy Zvet', 'Prof. Anton Kippenberg'; *A. novi – belgii* 'Alba'; форма и 4 сорта *A. novae – angliae*: f. *violet*, 'Rubin', 'Cyclamen Purpurea', 'Cascad', 'Violacea'; *A. greatai*, *A. cordifolius*. Показатели жароустойчивости у вышеперечисленных таксонов являются средними: порог повреждения – 35-45°C, критическая температура – 45°C, летальная температура – 55°C. Вторая группа включает большинство изученных интродуцентов. К 3 группе с низкими показателями жароустойчивости (порог повреждения – 25-30°C, критическая температура – 30-40°C, летальная температура – 50°C) отнесены – 2 сорта *A. dumosus*: 'Blue Bouquet', 'Alba' и *A. novi – belgii* 'Plenty'.

По данным анализа результатов проведенных исследований, изучаемые растения подразделены на группы с соответствующими значениями физиологических показателей и степени поражения листьев при температурном воздействии. Это позволило дифференцированно подойти к определению устойчивости представителей рода *Aster*. Изученные интродуценты, при одновременном учете степени засухо- и жароустойчивости, распределены в 6 групп: А – с высокой засухо- и жароустойчивостью, Б – с высокой засухо- и средней жароустойчивостью, В – со средней засухо- и высокой жароустойчивостью, Г – со средней засухо- и жароустойчивостью, Д – с высокой засухо- и низкой жароустойчивостью, Е – с низкой засухо- и средней жароустойчивостью. Как наиболее устойчивые к климатическим условиям региона выделены следующие группы: А, Б, В, Г (высоко-, среднезасухоустойчивые и высоко-, среднежароустойчивые).

В группу А выделены 4 интродуцента – два сорта *A. dumosus*: 'Amarant', 'Goluboy Issykkul'; сорт *A. novi – belgii* 'Red Sun Set' и *A. novae – angliae* f. *rosea*.

К группе Б отнесены также 4 образца – три сорта *A. dumosus*: 'Niobe', 'Yablonevy Zvet', 'Prof. Anton Kippenberg' и сорт *A. novi – belgii* 'Alba'.

Группа В включает 6 представителей – *A. dumosus* f. *nana alba*, два сорта этого вида: 'Lilac Time', 'Wolfii'; два сорта *A. novi – belgii*: 'Nancy Ballard', 'Erica' и *A. novae – angliae* f. *blue*.

В группу Г вошли также 6 интродуцентов – *A. dumosus* 'Praecox Nanus', *A. novae – angliae* f. *violet* и два сорта этого вида: 'Cascad', 'Violacea', *A. greatai*, *A. cordifolius*.

Три таксона выделены в группу Д – два сорта *A. dumosus*: 'Blue Bouquet', 'Alba' и *A. novi – belgii* 'Plenty'.

Также три образца отнесены к группе Е – форма *A. dumosus* f. *nana caerulea* и два сорта *A. novae – angliae*: 'Rubin', 'Cyclamen Purpurea'.

6 интродуцентов, выделенные в группы Д и Е, показали высокую степень засухоустойчивости с низкой жароустойчивостью и низкую засухоустойчивость со средней жароустойчивостью, соответственно. Следовательно, это не позволяет рекомендовать их для использования в озеленении без соответствующего орошения.

Выводы

Таким образом, проведенные исследования позволили выделить наиболее устойчивые к главным абиотическим факторам среды – условия недостаточного орошения и воздействия высоких температур воздуха интродуценты – 5 видов, 14 сортов, 4 формы рода *Aster*, которые заслуживают широкого применения в садово-парковой архитектуре региона. Это *A. greatai*, *A. cordifolius*, одна форма и 8 сортов *A. dumosus*, 4 сорта *A. novi – belgii*, три формы и два сорта *A. novae – angliae*, а именно: *A. dumosus* f. *nana alba*, *A. dumosus* 'Lilac Time', *A. dumosus* 'Praecox Nanus', *A. dumosus* 'Niobe', *A. dumosus* 'Yablonevy Zvet', *A. dumosus* 'Prof. Anton Kippenberg', *A. dumosus* 'Amarant', *A. dumosus* 'Goluboy Issykkul', *A. dumosus* 'Wolfii', *A. novi – belgii* 'Nancy Ballard', *A. novi – belgii* 'Alba', *A. novi – belgii* 'Red Sun Set', *A. novi –*

belgii 'Erica', *A. novae – anglicae* f. *rosea*, *A. novae – anglicae* f. *blue*, *A. novae – anglicae* f. *violet*, *A. novae – anglicae* 'Cascad', *A. novae – anglicae* 'Violacea'.

Вместе с тем отмечены одна форма и 5 сортов рода *Aster* (форма и два сорта *A. dumosus*, один сорт *A. novi – belgii*, два сорта *A. novae – anglicae*): *A. dumosus* f. *nana caerulea*, *A. dumosus* 'Blue Bouquet', *A. dumosus* 'Alba', *A. novi – belgii* 'Plenty', *A. novae – anglicae* 'Rubin', *A. novae – anglicae* 'Cyclamen Purpurea', для сохранения декоративного эффекта которых в условиях Донбасса требуется дополнительный полив.

Список литературы

1. Альтергот В. Ф. Принципы оценки засухо- и жароустойчивости растений / В. Ф. Альтергот, С. С. Мордкович, Л. А. Игнатьев // Методы оценки устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды. – Л.: Колос, 1976. – С. 6–17.
2. Генкель П. А. Основные пути изучения физиологии засухоустойчивости растений / П. А. Генкель // Физиология засухоустойчивости растений. – М.: Наука, 1971. – С. 5–27.
3. Генкель П. А. Физиология жаро- и засухоустойчивости растений / П. А. Генкель. – М.: Наука, 1982. – 280 с.
4. Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям. Методическое руководство / [Под ред. Г. В. Удовенко]. – Л., 1988. – 228 с.
5. Интродукция многолетних и однолетних цветочных растений / [сост. М. В. Бессчетнова, Б. К. Исаева, Е. И. Уварова и др.; отв. ред. М. А. Проскуряков]. – Алма-Ата: Наука, 1989. – С. 17–18.
6. Кушниренко М. Д. Методы сравнительного определения засухоустойчивости плодовых растений / М. Д. Кушниренко, Э. А. Гончарова, Г. П. Курчатова // Методы оценки устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды. – Л.: Колос, 1976. – С. 87–97.
7. Мацков Ф. Ф. Распознавание живых, мертвых и поврежденных хлорофиллоносных тканей растений по реакции образования феофитина при оценке устойчивости к экстремальным воздействиям / Ф. Ф. Мацков // Методы оценки устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды. – Л.: Колос, 1976. – С. 54–60.
8. Сатарова Н. А. Некоторые регуляторные механизмы адаптации растений к засухе и высоким температурам / Н. А. Сатарова // Физиология засухоустойчивости растений. – М.: Наука, 1971. – С. 28–29.
9. Шестаченко Г. Н. Методические рекомендации по оценке засухоустойчивости растений, применяемых для скальных садов в субаридных условиях / Г. Н. Шестаченко, Т. В. Фалькова. – Ялта: Б. и., 1974. – 20 с.

Ковальова Є. І. Посухо- та жаростійкість видів, сортів, форм роду *Aster* Tourn. ex L. при інтродукції у Донбасі. – Досліджено посухо- та жаростійкість 5 видів (*A. dumosus* L., *A. novi – belgii* L., *A. novae – anglicae* L., *A. greatai* Parish, *A. cordifolius* L.), 19 сортів, 5 форм роду *Aster* Tourn. ex L. при інтродукції у Донбасі. На основі отриманих даних виділено групи інтродуцентів з показниками високої, середньої, низької посухо- та жаростійкості.

Ключові слова: *Aster* Tourn. ex L., посухостійкість, жаростійкість, інтродукція, Донбас.

Kovaleva E. I. Drought-resistance and heat-tolerance assessment of the species, sorts and forms of *Aster* Tourn. ex L., genus under the introduction in Donbass. – Drought-resistance and heat-tolerance of 5 (*A. dumosus* L., *A. novi – belgii* L., *A. novae – anglicae* L., *A. greatai* Parish, *A. cordifolius* L.) species, 19 sorts, 5 forms of *Aster* Tourn. ex L. genus under the introduction in Donbass have been researched. On the basis of the data obtained groups with the high, average and low level of drought-resistance and heat-tolerance have been singled out.

Key words: *Aster* Tourn. ex L., drought-resistance, heat-tolerance, introduction, Donbass.

УДК 556.55

© А. В. Маркевич, Е. В. Ветрова
**СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА И ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ
ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОДЫ
ВЕРХНЕ-КАЛЬМИУССКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА**

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

Маркевич А. В., Ветрова Е. В. Сезонная динамика и пространственное распределение химических показателей воды Верхне-Кальмиусского водохранилища. – Изучены сезонные колебания азотсодержащих веществ, железа, фосфора и кислорода по горизонтам. Содержание общего железа превышает нормы. Наибольшее содержание фосфора наблюдалось в августе, минимальное – в июне. Максимальные концентрации растворенного в воде кислорода наблюдались весной, его минимальные концентрации и дефицит – осенью.

Ключевые слова: ионы аммония, нитраты, нитриты, фосфаты, железо, растворенный кислород.

Введение

Основным источником централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения Донбасса является гидротехнический комплекс: река Северский Донец – канал "Северский Донец – Донбасс" и 4 непосредственно связанные с каналом питьевые водохранилища (Артёмовское, Горловское, Макеевское, Верхнее-Кальмиусское), а также Волынцевское (резервное), Старо-Крымское, Ольховское, Грабовское питьевые водохранилища. Качество воды в них определяется в основном условиями формирования речного стока. Здесь выделяют естественный (поверхностный и подземный) сток рек, величина которого зависит от количества ежегодно выпадающих атмосферных осадков, а также запасов подземных вод, и бытовой, который приводит к загрязнению водных ресурсов [1].

В настоящее время поверхностные и подземные воды в Донбассе по качеству не соответствуют питьевым водам, что связано не только с природными условиями их формирования, но и с антропогенным загрязнением, и потому нуждаются в очистке [2-5].

Ухудшилось качество воды поверхностных водоисточников: в водоемах области стало выделяться больше тяжелых металлов и поверхностно-активных веществ. Только по санитарно-химическим и бактериологическим показателям воды отклонения от нормативных достигли в 2007 г. почти 14%, а в 2006 г. они были на уровне 9,7% [6].

Верхне-Кальмиусское водохранилище является резервным водохранилищем системы канала Северский Донец-Донбасс. Это конечное звено сооружений канала, и оно предназначено для снабжения технической и питьевой водой Донецкого, Макеевского, Ясиноватского и Авдеевского промышленных районов в периоды ремонта канала. Водохранилище наливное, расположено в верховье р. Кальмиус, вблизи станции Ясиноватая в 15 км от г. Донецка, введено в эксплуатацию в 1965 г. [7].

Верхне-Кальмиусское водохранилище характеризуется следующими морфометрическими и водохозяйственными параметрами: площадь водосбора – 8,9 км², объем водохранилища (проектный) – 15,6 млн. м³, длина водохранилища – 1,5 км, ширина водохранилища средняя – 0,91 км, средняя глубина водохранилища 10,9 м, максимальная – 29,0 м; полезный объем – 14,55 млн.м³; проектная водоотдача водохранилища в маловодный год 95% обеспеченности – 14,6 млн. м³. У водозаборной башни три горизонта, пропускная способность донника 8 м³/с. Уровень воды в водохранилище значительно колеблется как в течение года, так и в многолетнем разрезе [8].

Гидрохимические показатели водохранилища изменяются за счет повышения содержания в воде биогенных и органических веществ в случае их поступления из залитого ложа и донных отложений, интенсификации седиментационных процессов. Они играют основную роль в формировании качества воды и соответственно биологической продуктивности водоема. Происходящие в нем процессы в значительной мере определяют сезонную и межгодовую динамику основных компонентов химического состава воды, их распределение по акватории и глубине [9].

Из минеральных азотсодержащих соединений природных вод для формирования их качества наиболее существенны нитраты, нитриты и аммонийные соединения. Их влияние обусловлено как непосредственным участием в формировании биологической доброкачественности воды для теплокровных животных и человека (накопление нитратов небезопасно для теплокровных организмов; наличие нитритов способствует образованию канцерогенных соединений – п-нитрозаминов), так и опосредствованно – за счет воздействия на жизнедеятельность и функционирование гидробионтов, на процессы самоочищения.

Наряду с азотом, важную роль в формировании качества природных вод играет фосфор. Его влияние на качество воды осуществляется прямо и косвенно. Прямое действие фосфорсодержащих соединений связано с их высокой комплексообразующей способностью, что обуславливает связывание и седиментацию ряда химических элементов (железа, кальция и др.) [10]. Более существенную роль в формировании качества воды играет фосфор за счет влияния его на жизнедеятельность гидробионтов и особенно хлорофиллсодержащих организмов – важнейшего звена процессов самоочищения.

Наряду с фосфором, важную роль в формировании качества природных вод играют металлы. Их можно условно разделить на две группы: биометаллы естественного происхождения (железо, марганец, медь, цинк, молибден, ванадий и др.) и загрязнители антропогенного характера (ртуть, кадмий, хром, свинец, никель и др.) [9].

Цель работы – установить специфику сезонной динамики некоторых химических показателей воды Верхне-Кальмиусского водохранилища: ионов аммония, нитратов, нитритов, полифосфатов, железа, растворенного в воде кислорода в поверхностном, среднем и придонном горизонтах.

Материал и методы исследования

Проанализированы пробы воды Верхне-Кальмиусского водохранилища, взятые с поверхностного, среднего и придонного горизонтов, по химическим и гидробиологическим показателям с использованием стандартных методик [11].

Отбор проб водохранилища производили с мостика, сооруженного на плотине. Пробы воды поверхностного горизонта в течение 2007 г. отбирали каждый месяц согласно составленному плану отбора проб, а остальные горизонты (средний и придонный) – 1 раз в квартал (март, июнь, сентябрь, декабрь). Пробы воды по горизонтам отбирали с водозаборной башни. Температура воды измерялась ртутным термометром с ценой деления 0,1-0,5°C во время каждого отбора пробы [11].

Массовую концентрацию аммиака и ионов аммония определяли фотометрический методом с реактивом Несслера [11], массовую концентрацию нитритов – фотометрическим методом с реактивом Грисса [11], массовую концентрацию нитратов – колориметрическим методом с салициловокислым натрием [11].

Растворенный кислород определяли йодометрическим, полифосфаты – колориметрическим методами [11].

Результаты и обсуждение

Стратификация в содержании биогенных и органических веществ отмечается летом, особенно в периоды штилевой погоды, когда в поверхностных слоях воды накапливаются органические соединения, а в придонных – продукты их минерализации.

Нами установлены максимальные значения ионов аммония в начале зимы (декабрь), нитратов – в течение всего зимнего периода (рис. 1), когда они накапливаются в водоеме за счет минерализации органических веществ.

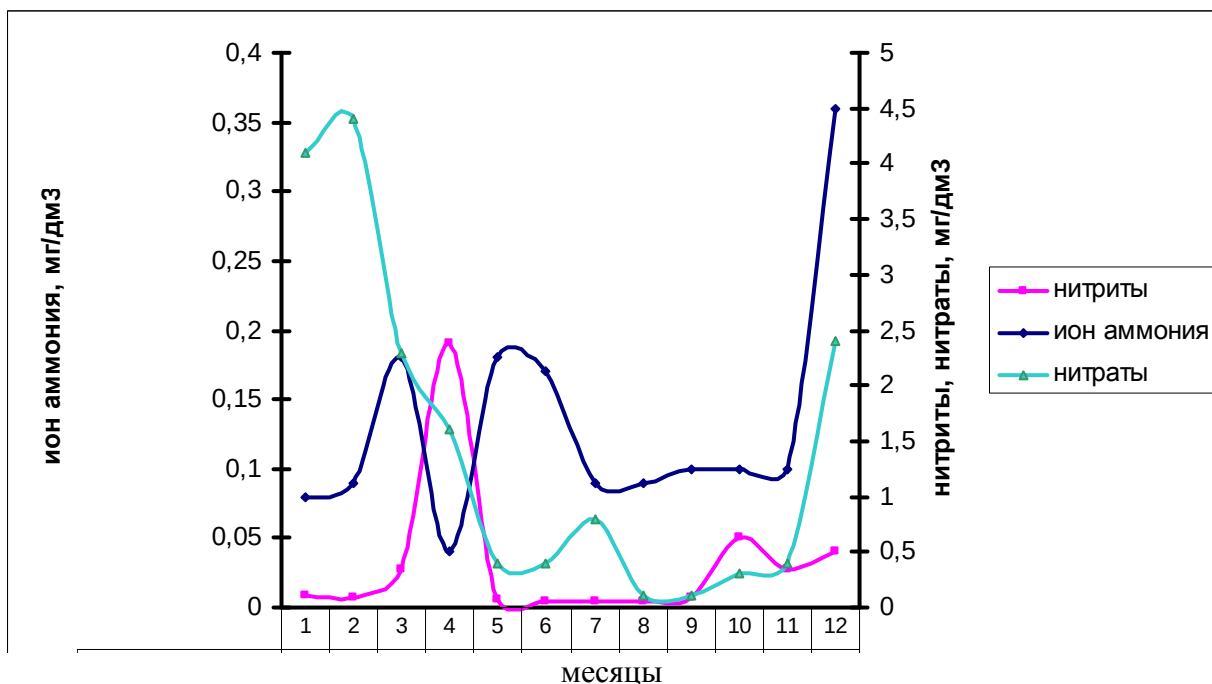


Рис. 1. Сезонная динамика азотсодержащих веществ в воде.

Содержание ионов аммония в воде превышало стандарты качества питьевой воды ($0,005-0,1 \text{ мг/дм}^3$) в марте, мае, июне и декабре [12]. Повышение содержания ионов аммония в марте связано с их поступлением с поверхностным стоком в период таяния льда. Понижение в апреле происходит в период интенсивного фотосинтеза фитопланктона. В июне при усилении процессов бактериального разложения органического вещества отмечалось повышение содержания ионов аммония в воде. Максимальные значения в декабре ($0,36 \text{ мг/дм}^3$) обусловлены продолжающейся минерализацией органического вещества в условиях слабого потребления фитопланктона.

По содержанию нитратов вода не соответствовала стандартам ($0,01-0,1 \text{ мг/дм}^3$) с декабря по апрель включительно [12]. Возрастание нитратов поздней осенью и особенно в зимний период обусловлено уменьшением потребления растениями азота нитратного, поступающего с грунтовыми водами. Весной интенсифицируются жизненные процессы растений и микроорганизмов, и увеличивается потребление ими нитратов, что приводит к уменьшению их концентрации в воде. Отсутствие нитратов летом свидетельствует об интенсивно происходящих фотосинтетических процессах. Осенью содержание нитратов начинает увеличиваться и достигает максимума зимой (в феврале – $4,5 \text{ мг/дм}^3$).

Для нитритов характерны низкие значения зимой и появление весной в начале минерализации нового органического вещества. Стандартные значения по нитритам ($0,005-0,05 \text{ мг/дм}^3$) были превышены в апреле (см. рис. 1). Летом их низкие значения обусловлены низким содержанием нитратов в воде, что характерно для чистых вод. Осенью содержание их также низкое.

Для всех форм азота характерна стратификация по вертикали, которая представлена на рис. 2-4. Концентрация аммиака в поверхностных слоях на протяжении года выше, чем в остальных слоях. Это связано с процессами биохимической деградации белковых веществ, поступающих с поверхностным стоком.

В распределении нитратов по глубине мы наблюдали лишь незначительные повышения концентрации за счет регенерации в результате минерализации поступающих сверху остатков организмов. В марте отмечается достоверное увеличение концентрации нитратов с глубиной: в поверхностном слое – $2,30 \text{ мг/дм}^3$, в среднем – $2,65$, в придонном – $3,15 \text{ мг/дм}^3$.

Относительно нитритов прослеживается некоторое их увеличение в придонном горизонте, так как они являются промежуточной стадией восстановления нитратов (см. рис. 3).

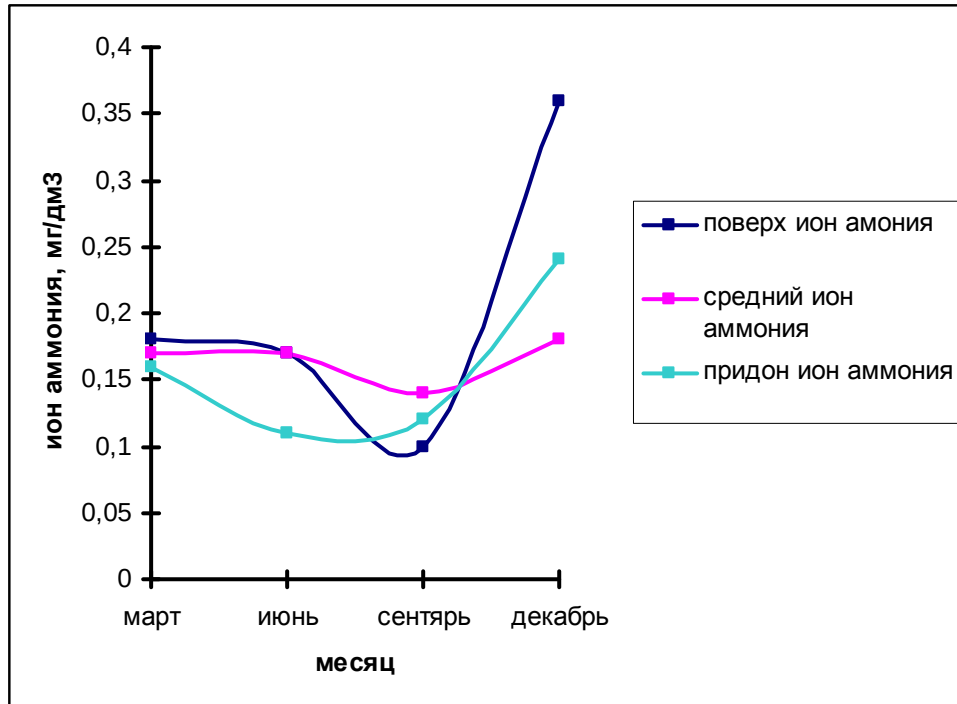


Рис. 2. Зависимость концентрации ионов аммония от глубины.

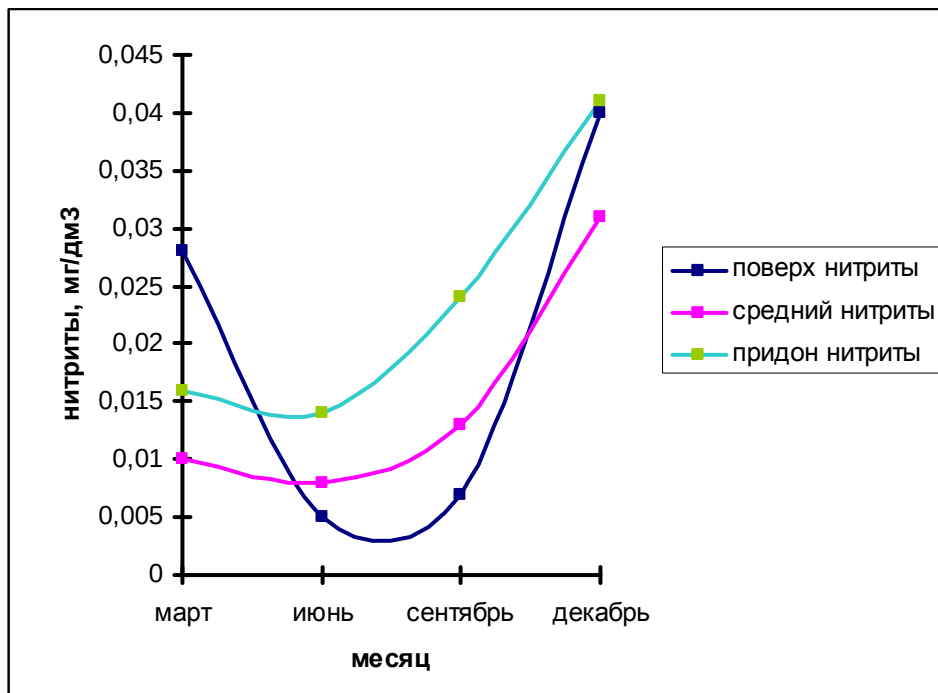


Рис. 3. Зависимость концентрации нитритов от глубины.

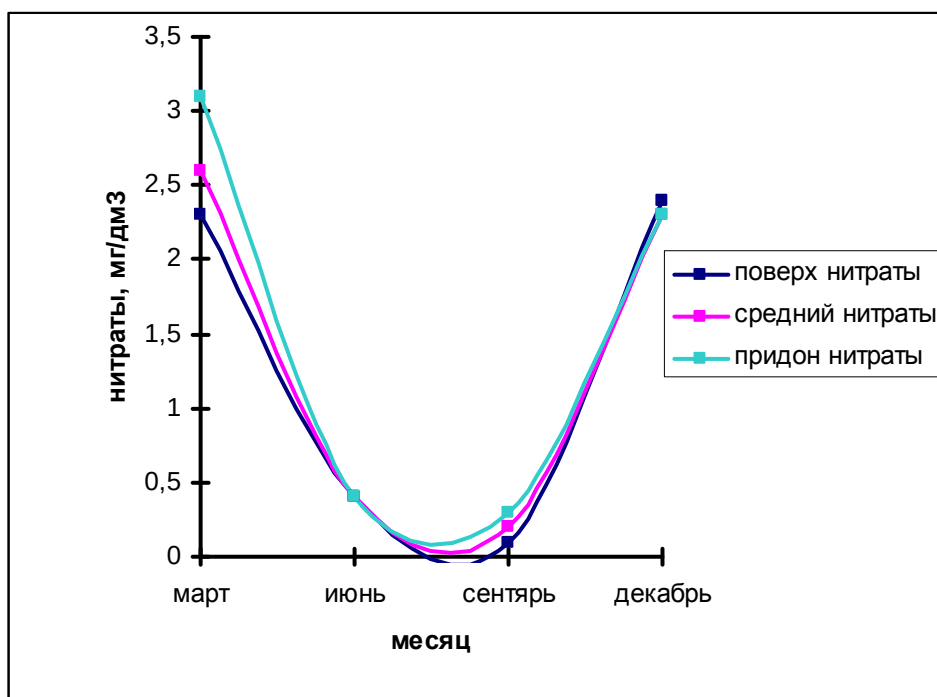


Рис. 4. Зависимость концентрации нитратов от глубины.

Для сезонной динамики фосфора (рис. 5) в водохранилище характерны небольшие его концентрации в воде во время половодья (март – апрель) при максимальных уровнях воды. Это обусловлено притоком талых вод, содержащих незначительное количество фосфора, и частично процессами циркуляции водных масс, при которых фосфор выпадает в осадок. Наименьшее его содержание отмечено в июне ($0,02 \text{ мг/дм}^3$). Затем концентрация фосфатов в воде увеличивается и к концу лета при массовом разложении фитопланктона достигает максимальных значений (в августе $0,9 \text{ мг/дм}^3$). В пятнах "цветения" с наличием разлагающегося фитопланктона содержание минерального фосфора увеличивается в 5-10 раз.

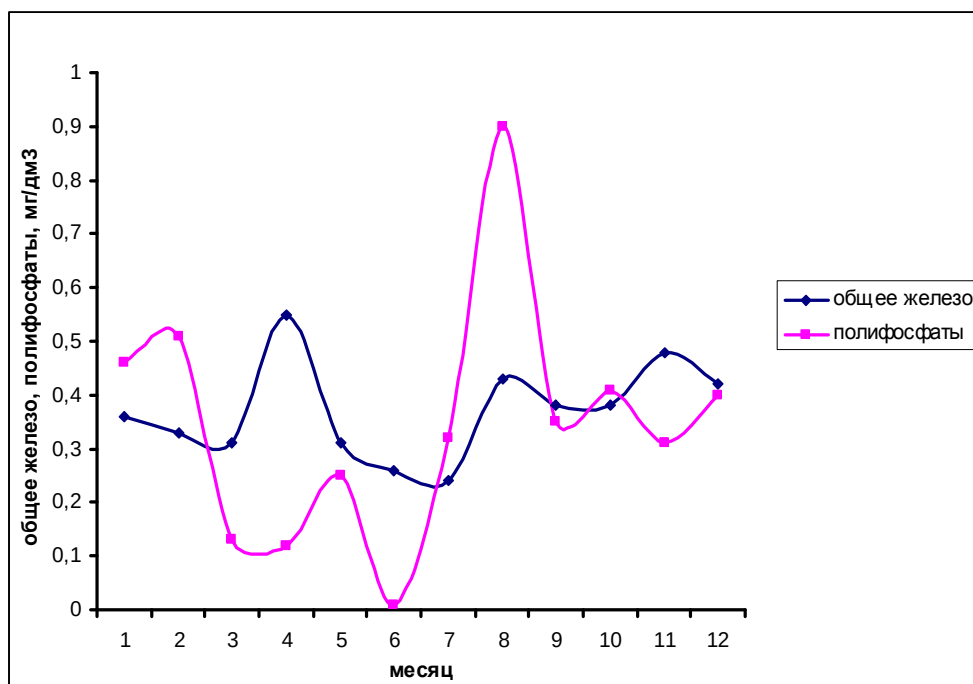


Рис. 5. Сезонная динамика полифосфатов и общего железа.

Для исследованных проб воды характерно превышение норм содержания ($0,001-0,01 \text{ мг/дм}^3$) общего железа в течение года (см. рис. 5). Распределение железа по акватории водохранилищ в один и тот же период времени достоверно неоднородно. Это, по-видимому, связано с различием окислительно-восстановительных условий, колебаниями pH, особенностями циркуляции водных масс, скоростью седиментации и потребления водными организмами, переходом в раствор при деструкции органического вещества, подкислением среды в результате выпадения "кислотных дождей", а также другими факторами, характерными для разных участков водохранилищ [6].

Содержание железа в воде водохранилища изменяется и по сезонам года. Максимальное его количество в воде в основном приходится на весенний период (особенно в апреле – $0,55 \text{ мг/дм}^3$), минимальное – на лето (июнь – июль – $0,25 \text{ мг/дм}^3$).

Под влиянием совокупного действия абиотических и биотических факторов содержание растворенного кислорода в воде водохранилищ колеблется в широких пределах, изменяется по сезонам и годам, площади водохранилища и его глубине. В связи с этим для водохранилищ содержание растворенного кислорода в воде может колебаться от 6,9 до $15,4 \text{ мг/дм}^3$ [9]. Режим растворенных газов в воде водохранилищ особенно изменчив летом, т. е. в период наиболее интенсивного протекания биологических процессов.

Максимальные концентрации растворенного в воде кислорода (вплоть до пересыщения им воды) мы наблюдали весной (особенно апрель, май) при интенсивно происходящих процессах фотосинтеза; его минимальные концентрации и дефицит отмечены осенью (сентябрь, октябрь), в период интенсивного "цветения" воды сине-зелеными водорослями. Концентрации растворенного кислорода совпадают с процентом насыщения кислородом (рис. 6).

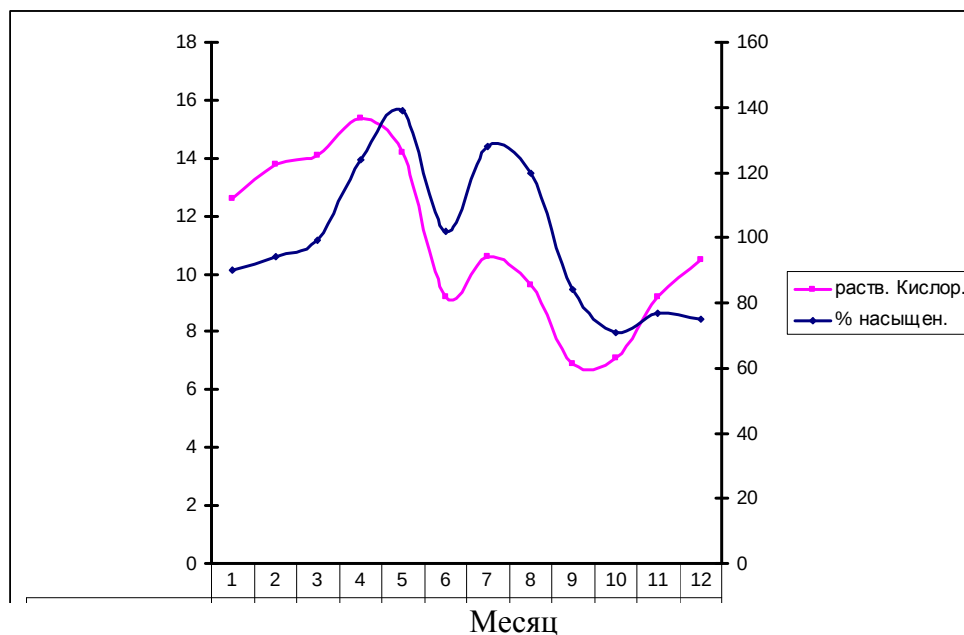


Рис. 6. Сезонная динамика растворенного кислорода и % насыщения (по оси ординат – растворенный кислород, мг/дм^3 ; по оси абсцисс – процент насыщения кислорода).

При вертикальном распределении растворенного кислорода отмечали самые низкие его концентрации в придонных слоях летом (в июне) за счет повышенной фотосинтетической деятельности в поверхностных слоях и осенью (в сентябре) (рис. 7), так как осенью в воде при разложении фитопланктона увеличивается также содержание легкоусвояемого органического вещества, что сопровождается усиленным размножением бактерий и более интенсивным их дыханием и приводит к резкому падению количества растворенного в воде кислорода. В этих условиях в придонных слоях воды, характеризующихся наличием богатых иловых отложений, наблюдается снижение кислорода.

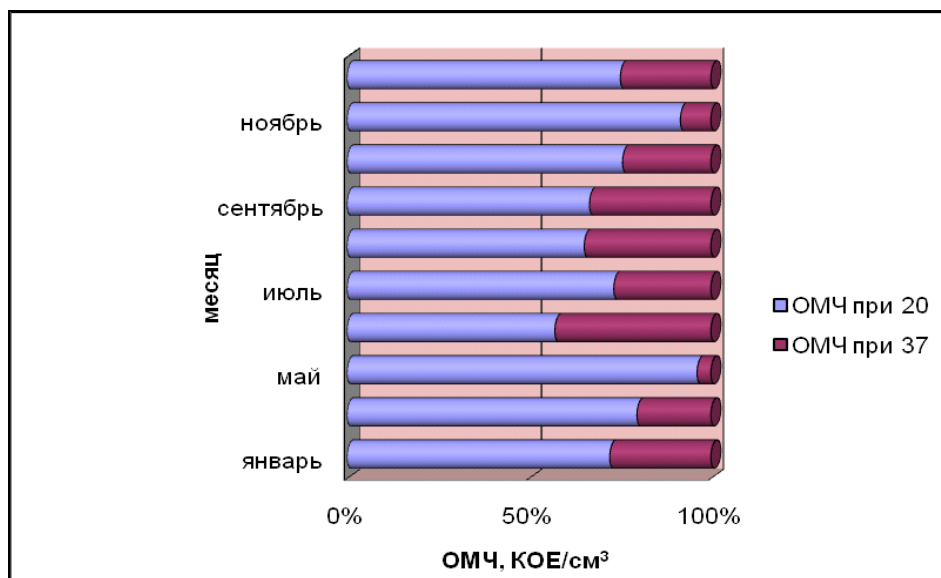


Рис. 7. Залежність концентрації розчиненого кисню від глибини (по осі ординат – розчинений кисень, мг/дм³).

Таким образом, динамика химических показателей воды в водохранилище зависит от его гидрологического и гидрохимического режимов. Содержание ингредиентов изменяется в широких пределах по сезонам, в зависимости от морфометрических характеристик водохранилища. Максимальное содержание большинства биогенных элементов характерно для водохранилища зимой, перед половодьем, а органических соединений – летом. При этом наиболее высокие концентрации первых характерны для придонного слоя воды, вторых – для поверхностного.

Выводы

1. Максимальные количества ионов аммония приходятся на начало зимы (декабрь), нитратов – на весь зимний период. Содержание ионов аммония в воде превышало стандарты качества питьевой воды (0,005-0,1 мг/дм³) в марте, мае, июне и декабре. Для нитритов характерны низкие значения, за исключением апреля.

2. Концентрация аммиака в поверхностных слоях на протяжении года выше, чем в остальных слоях. В марте отмечается достоверное увеличение концентрации нитратов с глубиной: в поверхностном слое 2,30 мг/дм³, в среднем – 2,65, в придонном – 3,15 мг/дм³. Относительно нитритов прослеживается некоторое их увеличение в придонном горизонте, так как они являются промежуточной стадией восстановления нитратов.

3. Для фосфора характерны самые высокие концентрации в воде в августе (0,9 мг/дм³), самые низкие – в июне (0,02 мг/дм³).

4. Отмечено превышение норм содержания общего железа в течение года. Максимальное количество железа в воде в основном приходится на апрель (0,55 мг/дм³), минимальное – на июнь – июль (0,25 мг/дм³).

5. Максимальные концентрации растворенного в воде кислорода (вплоть до насыщения им воды) наблюдаются весной (март – май); его минимальные концентрации и дефицит отмечены осенью (сентябрь – октябрь), в период активной вегетации водорослей.

Список литературы

1. Вода Донбасса пока в норме // Салон Донбасса. – 2001. – № 53 (723). – С. 12–14.
2. Актуальные проблемы профилактической медицины, управление качеством среды обитания и здоровья населения // Мат. науч.-практ. конф. – Череповец, 2004. – 43 с.
3. Алипов А. Н. Водообеспечение населения, промышленности и сельского хозяйства Донбасса / А. Н. Алипов, Д. Д. Мягкий // Вода и водоочистные технологии. – 2007. – № 12. – С. 17–22.
4. Гусева Т. В. В Донецкой области качество воздуха и воды ухудшается с каждым годом / Т. В. Гусева. – Выступление на коллегии рег. Госэкоинспекции. – 20.02.2007.
5. Романенко В. Д. Экологическая оценка воздействия гидро-технического строительства на водные объекты / В. Д. Романенко, О. П. Оксисюк, В. Н. Жукинский. – К.: Наук. думка, 1990. – 256 с.
6. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды: справ. мат. / Под ред. Т. В. Гусевой. – М.: Форум: ИНФРА-М, 2007. – 192 с.
7. Соляник В. В. Большая вода индустрии / В. В. Соляник, П. Г. Луценко, А. Г. Беланенко. – Донецк: Донбасс, 1980. – 26 с.
8. Орлов А. А. "Укрпромводчермет" – оберег Донбасса / А. А. Орлов, Г. Г. Трикаташ, А. И. Тимошенко. – Донецк: Удачный выбор, 2005. – 56 с.
9. Водохранилища и их воздействие на окружающую среду. – М.: Наука, 1986. – 400 с.
10. Алекин О. А. Руководство по химическому анализу вод суши / О. А. Алекин, А. Д. Семенов, Б. А. Скопинцев. – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 210 с.
11. Вода питьевая. Методы анализа. – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 124 с.
12. ГОСТ 2761-84. Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. – М., 1985. – 30 с.

Маркевич Г. В., Ветрова О. В. Сезонна динаміка та просторовий розподіл хімічних показників води Верхньо-Кальміуського водосховища. – Вивчено сезонні коливання азотвмісних речовин, заліза, фосфору та кисню за горизонтами. Вміст загального заліза перевищує норму. Найбільший вміст фосфору спостерігається у серпні, мінімальний – у червні. Максимальні концентрації розчинного у воді кисню спостерігались навесні, його мінімальні концентрації та дефіцит – восени.

Ключові слова: іони амонію, нітрати, нітрیتی, фосфати, залізо, розчинний кисень.

Markevich A. V., Vetrova E. V. Seasonal dynamics of water chemical indexes and their distribution pattern on vertical of the Verhne-Kalmiussky reservoir. – A seasonal dynamics of nitrogen-contenting substances, iron, phosphorus and oxygen to water-level were investigated. The contents of a common iron exceed of the standard. The maximum content of a phosphorus was be observed in August, minimum – in June. The maximum concentrate the soluble in water of oxygen was be observed in spring, it's minimum and deficit – in autumn.

Key words: ions of ammonium, nitrates, nitrites, phosphates, iron, soluble in water of oxygen.

УДК 01.06–04В3.149

© Л. М. Осипова, А. Н. Сумская

**ХАРАКТЕР ВЛИЯНИЯ АТМОСФЕРНЫХ ТОКСИКАНТОВ
НА СОДЕРЖАНИЕ РАЗНЫХ ФОРМ ВОДЫ И ИНТЕНСИВНОСТЬ
ТРАНСПИРАЦИИ ЛИСТЬЕВ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ**

*Донецкий национальный университет; 83050, г. Донецк, ул. Щорса, 46
e-mail: botany@dongu.donetsk.ua*

Осипова Л. М., Сумская А. Н. Характер влияния атмосферных токсикантов на содержание разных форм воды и интенсивность транспирации листьев древесных растений. – Получены экспериментальные данные в процессе исследований физиологических особенностей древесных растений, произрастающих в условиях автомагистрали, проходящей вдоль проспекта им. Павших Коммунаров. Сравнительный анализ данных опытных и контрольных растений позволил установить наличие адаптационного процесса у *Populus nigra* L.

Ключевые слова: адаптация, водный баланс, водный дефицит, транспирация.

Введение

В последние десятилетия в связи с быстрым развитием автомобильного транспорта существенно обострились проблемы воздействия его на окружающую среду. Автотранспорт относится к основным источникам загрязнения окружающей среды в большинстве крупных городов, при этом на 90% воздействия на атмосферу связано с работой автотранспортных средств на магистралях, остальной вклад вносят стационарные источники: цехи, участки, станции технического обслуживания, стоянки и т. д. [1].

Выбросы автотранспорта можно рассматривать как один из антропогенных факторов, приводящих к загрязнению биосферы. Несомненно, наибольшей остроты эти проблемы достигли в загрязнении атмосферного воздуха выхлопными газами автомобилей. В последние десятилетия во всем мире необычайно расширились научные и практические исследования по борьбе с загрязнением атмосферного воздуха. Эти исследования направлены, с одной стороны, на максимальное сокращение поступления транспортно-промышленных отходов в атмосферу, а с другой – на сокращение наносимого ими ущерба живым объектам. Роль естественного фильтра наиболее эффективно выполняет растительность, поэтому в настоящее время особенно остро стоит вопрос создания в условиях загрязненной атмосферы устойчивых зеленых насаждений, обладающих по возможности большими газопоглотительными и пылесаждающими способностями [1].

Непрерывный рост интенсивности движения автотранспорта вызывает необходимость проведения подробных специальных исследований, направленных на выяснение состояния этого вопроса на сегодняшний день и составление возможных прогнозов на будущее.

В связи с этим в задачу нашего исследования входило изучение физиологических особенностей древесных растений, произрастающих вдоль автомагистрали проспекта им. Павших Коммунаров.

Материал и методы исследования

В качестве опытных растений нами исследовались наиболее встречаемые виды древесных растений: *Tilia cordata* Mill., *Acer platanoides* L., *Populus nigra* L. Контрольные растения произрастали на территории парка им. Ленинского комсомола.

Для определения водного дефицита использовали 1 г высечек из листьев опытных и контрольных растений, которые помещали в абсолютно сухие бюксы закрытые крышками и немедленно взвешивали. Затем эти диски помещают в заполненные водой чашки Петри и оставляют до насыщения водой в течение двух часов. Тургесцентные высечки из листьев просушивают и через 30 минут взвешивают, затем определяют вес абсолютно сухой ткани. После этого бюкс с навеской ставят на 5 часов в сушильный шкаф ($t^{\circ}=105^{\circ}\text{C}$), затем охлаждают в эксикаторе и взвешивают закрытый бюкс [2].

Для изучения интенсивности транспирации срезанный лист дважды взвешивают с интервалом 5 минут. Уменьшение массы листьев соответствует количеству испаряемой воды [7]. Интенсивность транспирации вычисляем по формуле:

$$I_T = \frac{n \cdot 10000 \cdot 60}{S \cdot t},$$

где n – количество испарившейся воды, г; t – экспозиция, мин.; S – площадь, см; 10000 – коэффициент перевода см в м.

Результаты и обсуждение

Водный баланс опытных и контрольных растений, степень оводненности – важнейший показатель водного режима растений, отношение его к почвенной и атмосферной засухе [7]. Определение содержания воды в листьях дает возможность выяснить эколого-физиологические особенности растений, узнать механизм их адаптации к условиям среды. В связи с этим нами было определено содержание общей воды в листьях опытных и контрольных растений. Величины данных параметров статистически обработаны и приведены в табл. 1.

Таблица 1

Содержание общей воды в листьях исследуемых растений (%)

№	Вид растения	Опыт, М ± m	Контроль, М ± m	t
1	<i>Populus nigra</i> L.	72,50 ± 0,69	75,08 ± 0,26	3,49
2	<i>Tilia cordata</i> Mill.	75,72 ± 0,38	77,64 ± 0,06	4,99
3	<i>Acer platanoides</i> L.	63,70 ± 0,88	62,62 ± 0,28	1,17

Примечание. n = 30, t_{st} = 2,00.

Из полученных экспериментальных данных видно, что у опытных растений тополя черного и липы сердцелистной содержание общей воды в листьях достоверно снижено. Тополь черный: опыт – 72,50 ± 0,69%, контроль – 75,08 ± 0,26%; липа сердцевидная: опыт – 75,72 ± 0,38%, контроль – 77,64 ± 0,06% (t=4,99). У опытных же растений клена остролистого величина данного параметра остается на уровне контроля – опыт: 63,70 ± 0,88%, контроль: 62,62 ± 0,28% (t=1,17).

Исходя из литературных данных известно, что у большинства засухоустойчивых растений во время засухи резко снижается количество общей воды в листьях [6]. Однако, только по содержанию общей воды нельзя судить об устойчивости растений. В связи с этим параллельно с определением содержания общей воды нами были проведены экспериментальные исследования по изучению содержания одной из форм воды – свободной. Экспериментальные данные приведены в табл. 2.

Таблица 2

Содержание свободной воды в листьях исследуемых растений (%)

№	Вид растения	Опыт, М ± m	Контроль, М ± m	t
1	<i>Populus nigra</i> L.	47,72 ± 0,82	37,32 ± 0,01	3,49
2	<i>Tilia cordata</i> Mill.	37,21 ± 0,98	32,16 ± 0,48	4,99
3	<i>Acer platanoides</i> L.	46,88 ± 0,04	45,03 ± 0,65	1,17

Как видно из данных табл. 2, у опытных растений тополя черного и липы сердцелистной величина данного параметра достоверно увеличивается сравнительно с контролем, что, соответственно, составляет – тополь черный: опыт – 47,72 ± 0,82%, контроль – 37,32 ± 0,01% (t=3,49); липа сердцевидная: опыт – 37,21 ± 0,98%, контроль – 32,16 ± 0,48%

($t=4,99$). У опытных растений клена остролистого содержание свободной воды остается на уровне контроля: опыт – $46,88 \pm 0,04\%$, контроль – $45,03 \pm 0,65\%$ ($t=1,17$). По литературным данным, содержание свободной воды определяет интенсивность физиологических процессов [5]. Исходя из этого можно предположить, что развитие в данных экологических условиях приводит к ускорению физиологических процессов у тополя черного и липы сердцелистной.

С целью более объективного изучения процесса адаптации к загрязнению атмосферного воздуха выхлопными газами нами также было изучено содержание связанной воды в листьях опытных и контрольных растений. Данные приведены в табл. 3.

Таблица 3

Содержание связанной воды в листьях опытных и контрольных растений (%)

№	Вид растения	Опыт, $M \pm m$	Контроль, $M \pm m$	t
1	<i>Populus nigra</i> L.	$15,59 \pm 0,04$	$13,97 \pm 0,05$	2,51
2	<i>Tilia cordata</i> Mill.	$20,09 \pm 0,08$	$18,04 \pm 0,01$	2,47
3	<i>Acer platanoides</i> L.	$26,62 \pm 0,45$	$27,01 \pm 0,38$	2,21

Исходя из полученных экспериментальных данных, приведенных в табл. 3, видно, что содержание связанной воды в листьях опытных растений тополя черного и липы сердцелистной существенно увеличено (тополь черный: опыт – $15,59 \pm 0,04\%$, контроль – $13,97 \pm 0,05\%$ ($t=2,51$); липа сердцевидная: опыт – $20,09 \pm 0,08\%$, контроль – $18,04 \pm 0,01\%$ ($t=2,47$)). У опытных же растений клена остролистого величина данного показателя остается на уровне контроля (опыт – $26,62 \pm 0,45\%$, контроль – $27,01 \pm 0,38\%$ ($t=2,21$)).

Из литературных данных известно, что при неблагоприятных условиях существования содержание связанной воды в листьях растений повышается, что приводит к замедлению роста растений, к снижению интенсивности обменных процессов. Чем больше у растений сохраняется связанной воды, тем выше их устойчивость к этим факторам [8]. Содержание связанной воды в значительной степени зависит от влажности почвы. Почвенная засуха ведет к уменьшению свободной воды и возрастанию связанной [3, 5].

Недостаток влаги в почве нарушает водообмен у растений. Снижение оводненности тканей изменяет состояние биокolloидов клетки, что приводит к повреждению тонкой структуры протопласта, существенным сдвигам в состоянии и деятельности всех ферментативных систем и, как следствие, к нарушению обмена веществ у растений. Уменьшение содержания воды в растениях вызывает резкое падение интенсивности фотосинтеза, возрастание дыхания, нарушение сопряженности окисления и фосфорилирования, что ведет к сильному снижению энергетической эффективности дыхания [7].

В качестве показателей напряженности водного режима растений используют водный дефицит. В связи с этим целью нашей работы являлось определение величины водного дефицита, который испытывают опытные растения. Полученные результаты статистически обработаны и приведены в табл. 4.

Таблица 4

Величина водного дефицита исследуемых растений полного общего содержания воды в клетках при полном насыщении ткани

№	Вид растения	Опыт, $M \pm m$	Контроль, $M \pm m$	t
1	<i>Populus nigra</i> L.	$10,65 \pm 0,21$	$16,98 \pm 0,99$	6,13
2	<i>Tilia cordata</i> Mill.	$15,38 \pm 1,05$	$30,67 \pm 0,89$	11,13
3	<i>Acer platanoides</i> L.	$15,15 \pm 0,83$	$35,76 \pm 0,54$	21,76

Как видно из данных табл. 4, наибольший дефицит испытывают липа сердцевидная: опыт – $15,38 \pm 1,05\%$, контроль – $30,67 \pm 0,89\%$ ($t=11,13$) и клен остролистный: опыт – $15,15 \pm 0,83\%$, контроль – $35,76 \pm 0,54\%$ ($t=21,76$); наименьший водный дефицит испытывает тополь черный: опыт – $10,65 \pm 0,21\%$, контроль – $16,98 \pm 0,99\%$ ($t=6,13$).

Некоторые засухоустойчивые виды древесных растений одновременно являются и газоустойчивыми. Эти виды обладают повышенной водоудерживающей способностью или способностью к активной регуляции температуры листьев. Это говорит о приспособительном характере водообмена к действию фитотоксикантов. Уменьшение интенсивности транспирации приводит к нарушению температурного режима, способствует аккумуляции токсикантов в растении, а это в свою очередь способствует увеличению водоудерживающей способности ткани, что снижает количество воды, расходуемой растением на транспирацию, и приводит к перегреву листьев [4].

В связи с этим в задачу наших исследований входило определение интенсивности транспирации опытных растений относительно контроля. Полученные данные приведены в табл. 5.

Таблица 5

Интенсивность транспирации в исследуемых растениях ($\text{г/м}^2 \cdot \text{ч}$)

№	Вид растения	Интенсивность транспирации		t
		Опыт, $M \pm m$	Контроль, $M \pm m$	
1	<i>Populus nigra</i> L.	$101,52 \pm 1,21$	$119,00 \pm 1,04$	4,56
2	<i>Tilia cordata</i> Mill.	$46,33 \pm 0,87$	$53,06 \pm 0,57$	4,01
3	<i>Acer platanoides</i> L.	$26,57 \pm 0,33$	$37,60 \pm 0,73$	3,45

Загрязнение атмосферного воздуха выхлопными газами автотранспортного предприятия достоверно снижает интенсивность транспирации у всех опытных растений. У тополя черного этот показатель в опыте составляет $101,52 \pm 1,21\%$, в контроле – $119,00 \pm 1,04\%$; у липы сердцелистной – $46,33 \pm 0,87\%$, контроль – $53,06 \pm 0,57\%$; у клена остролистного – $26,57 \pm 0,33$ и $37,60 \pm 0,73\%$, соответственно.

Интенсивность транспирационных потерь снижается с усилением уровня загрязнения атмосферного воздуха поллютантами, что имеет адаптивный характер, так как способствует ограничению поступления токсических газов внутрь листовой пластинки.

Анализ полученных экспериментальных данных позволяет предположить, что процесс адаптации к условиям данной среды в большей мере характерен для тополя черного.

Выводы

1. Проспект им. Павших Коммунаров – максимально загруженная автомагистраль г. Донецка с высокой интенсивностью движения автотранспорта, что ведет к значительному загрязнению воздуха отработанными газами автомобилей, а именно: окисью углерода.

2. Определение степени оводненности опытных и контрольных растений с целью изучения процесса адаптации их к загрязнению атмосферного воздуха выхлопными газами автомобильного транспорта показало достоверное снижение содержания общей воды у опытных растений тополя черного и липы сердцелистной относительно контроля, а также достоверное увеличение содержания связанной воды у этих же видов опытных древесных растений относительно контроля.

3. Исследование водного дефицита опытных и контрольных растений как показателя напряженности водного режима растений позволило установить, что наибольший дефицит испытывают липа сердцелистная и клен остролистный, наименьший водный дефицит испытывает тополь черный.

4. Экспериментальные исследования интенсивности транспирации древесных растений, произрастающих в условиях автомагистрали проспекта им. Павших Коммунаров, относительно контроля показали достоверное снижение данных показателей у всех опытных растений.

Список литературы

1. Кулагин Ю. З. Древесные растения и промышленная среда / Ю. З. Кулагин. – М.: Наука, 1974. – 124 с.
2. Бессонова В. П. Практикум з фізіології рослин / В. П. Бессонова. – Дніпропетровськ: РВВДДАУ, 2006. – 316 с.
3. Гусев Н. А. Состояние воды в растении / Н. А. Гусев. – М., 1974. – 130 с.
4. Илькун Г. М. Загрязнение атмосферы и растения / Г. М. Илькун. – К.: Наук. думка, 1975. – 247 с.
5. Мусиенко М. М. Физиология растений: Підручник / М. М. Мусиенко. – К.: Фітосоціоцентр, 2001. – 392 с.
6. Полевой В. В. Физиология растений / В. В. Полевой. – М.: Высш. шк., 1989. – С. 65–85.
7. Слейгер Г. Водный режим растений / Г. Слейгер. – М.: Мир, 1970. – 206 с.
8. Тарабрин В. П. Фитотоксичность органических и неорганических загрязнителей / В. П. Тарабрин, Е. Н. Кондратюк, В. Г. Башкатов. – К.: Наук. думка, 1986. – 216 с.
9. Тарабрин В. П. Исследование по физиологии устойчивости растений в Донбассе / В. П. Тарабрин, А. А. Игнатенко, И. И. Коршиков и др. // Интродукция и акклиматизация растений. – 1990. – Вып. 14. – С. 58–59.

Осипова Л. М., Сумська А. М. Характер впливу атмосферних токсикантів на вміст різних форм води й інтенсивність транспірації листя деревних рослин. – Отримано експериментальні результати в процесі досліджень фізіологічних особливостей деревних рослин, які функціонують в умовах автомагістралі, що проходить уздовж проспекту на ім'я Павших Комунарів. Порівняний аналіз експериментальних і контрольних рослин дозволяють встановити наявність адаптивного процесу в *Populus nigra* L.

Ключові слова: адаптація, водяний баланс, водяний дефіцит, транспірація.

Osipova L. M., Sumskaja A. N. Character of influence atmospheric toxicants on a contents of the different forms of water and intensity of transpiration of pages of wood plants. – Experimental information is got in the process of researches of physiological features of arboreal plants, sprouting in the conditions of motorway, passing along boulevard of the name "Pavshih Kommunarov". The comparative analysis of these experimental and control plants allowed to set the presence of adaptation process at *Populus nigra* L.

Key words: adaptation, water balance, water deficit, evaporation.

УДК 581.142:631.53.02:637.967

© О. Ю. Третьякова

ВПЛИВ ІНДОЛІЛ-3-ОЦТОВОЇ КИСЛОТИ НА РІСТ І РОЗВИТОК *HIBISCUS MANIHOT* L. В УМОВАХ ІНТРОДУКЦІЇ НА ПІВДЕННОМУ СХОДІ УКРАЇНИ

Донецький ботанічний сад НАН України; 83059, м. Донецьк, пр. Ілліча, 110

e-mail: helen_tretyakova@ukr.net

Третьякова О. Ю. Вплив індоліл-3-оцтової кислоти на ріст і розвиток *Hibiscus manihot* L. в умовах інтродукції на південному сході України. – У результаті досліджень визначена оптимальна концентрація індоліл-3-оцтової кислоти (ІОК) – 10 мг/л для передпосівної обробки насіння *H. manihot* за двохгодинної експозиції. Установлено, що передпосівна обробка насіння *H. manihot* розчином ІОК оптимальної концентрації сприяє прискоренню проростання насіння, росту і розвитку рослин.

Ключові слова: вегетація, айбіка, інтродукція, оптимальна концентрація, індоліл-3-оцтова кислота, обробка.

Вступ

Продовольча проблема постійно передбачає збагачення асортименту харчових рослин та підвищення їхньої продуктивності, адаптаційної здатності. До таких малопоширених рослин, що заслуговують широкого введення в практику на південному сході України, відноситься *Hibiscus manihot* (L., 1737).

H. manihot, або айбіка, сонячний гібіскус, – багаторічна (у культурі однорічна) трав'яниста рослина з родини Malvaceae є культурою, що комплексно використовується в Єгипті, країнах тропічної Азії. В їжу використовують листя, що містять високий рівень білка, кальцію, заліза, магнію, калію, а також бутони, незрілі зелені 3-5-денні зав'язі завдовжки 2-3 см. У народній медицині підігрітим соком коріння рослини лікують вивихи і розтягання, а соком квіток – хронічний бронхіт і зубний біль. Окрім того, великі лимонно-жовті квіти айбіки до 10 см в діаметрі є дуже декоративними. Айбіка характеризується тривалим вегетативним періодом, при посіві насіння у відкритий ґрунт в кінці квітня – на початку травня сходи з'являються на 35 день, цвітіння настає через 75 днів після посіву, тривалість вегетації 150 днів [1]. Оскільки *H. manihot* характеризуються тривалим вегетативним періодом розвитку, виникає необхідність прискорення проростання насіння і розвитку рослин за допомогою біологічно активних речовин.

Таким чином, виникає потреба прискорення проростання насіння, росту та розвитку рослин у зв'язку з тривалою вегетацією *H. manihot* за допомогою біологічно активних речовин. Установлено, що ауксини є критичними фітогормонами в процесах розвитку кореня, стимулюють процеси коренеутворення [2, 3].

Метою нашої роботи було виявлення особливостей схожості, росту і розвитку *H. manihot* під впливом передпосівної обробки насіння індоліл-3-оцтовою кислотою (ІОК), визначення оптимальної концентрації ІОК для передпосівної обробки насіння айбіки.

Матеріал і методи дослідження

Проведені лабораторні і польові дослідження впливу розчинів індоліл-3-оцтової кислоти різних концентрацій на схожість насіння, морфометричні показники рослин *H. manihot* упродовж онтогенезу.

При проведенні лабораторних досліджень вивчення впливу передпосівної обробки насіння айбіки розчинами різних концентрацій ІОК на посівні якості насіння (схожість, енергію проростання) використані загальноприйняті методи В. С. Косинського, А. М. Рубанова [4] і А. Б. Беляєва [5]. Для цього брали насіння *H. manihot*, вибірки насіння айбіки (по 50 шт.) замочували протягом 2-х годин у розчинах ІОК різної концентрації: 500, 100, 10, 1, 0,1, 0,01, 0,001 мг/л. Контрольний варіант досліду замочували в дистильованій воді протягом 2-х годин у цей же час. Потім переносили в чашку Петрі із зволженим фільтрувальним папером для подальшого проростання. Середня температура приміщення складала 20°C, щодня перевіряли ступінь зволоженості для підтримання його на необхідному

рівні [4]. Енергію проростання визначали на добу, в котру проросло 50% насінин від загальної кількості насіння [6], схожість насіння визначали на 14-й день. При дослідженні ростових процесів у контрольних і дослідних зразках кожного дня штангенциркулем ШТЦ-125 вимірювали довжину кореня. При проведенні польових досліджень були використані загальноприйняті методи [4, 5]. Статистична обробка результатів проводилася за стандартними біометричними методиками [7]. Вірогідність відмінностей визначали методом однофакторного дисперсійного аналізу [8].

Результати дослідження

У результаті дослідження впливу передпосівної обробки насіння *H. manihot* ІОК (табл. 1) встановили, що на сьому добу в варіанті обробки 10 мг/л проросло 55% насіння від загальної кількості пророщуваного насіння, що в 2,8 рази перевищувало кількість пророслого насіння в контролі. На восьму добу в варіанті обробки 1 мг/л проросло 53% від загальної кількості пророщуваного насіння. Найвища енергія проростання була у варіанті обробки насіння 10 мг/л.

При обробці насіння *H. manihot* розчинами з більш високими концентраціями ІОК (100 мг/л) і більш низькими концентраціями (1, 0,1, 0,01 мг/л) спостерігався менший ефект стимуляції енергії проростання, схожості насіння. Дослідження показали, що розчин ІОК з концентрацією 0,001 мг/л не впливав на енергію проростання і схожість насіння. При обробці розчином ІОК з концентрацією 500 мг/л відбувалось зниження енергії проростання, схожості насіння в порівнянні з контролем.

Отже, для *H. manihot* оптимальною концентрацією була 10 мг/л, за якої енергія проростання та схожість насіння збільшувалась у 2,8 та 3,5 рази відповідно у порівнянні з контролем. Під впливом розчину ІОК оптимальної концентрації 10 мг/л відбувалось збільшення довжини кореня, швидкості росту кореня в 2,5 рази в порівнянні з контролем (див. табл. 1, рис. 1, 2).

Таблиця 1

Вплив індоліл-3-оцтової кислоти на енергію проростання, схожість насіння та ріст *Hibiscus manihot* L.

Облік пророслого насіння, день	Концентрація ІОК, мг/л							
	500	100	10	1	0,1	0,01	0,001	контроль
	енергія проростання, схожість насіння, %							
на 3-й	0%	5%	10%	8%	5%	4%	3%	3%
на 4-й	0%	15%	17%	10%	8%	7%	7%	7%
на 5-й	0%	17%	30%	20%	15%	12%	11%	10%
на 6-й	1%	27%	45%	35%	29%	27%	17%	15%
на 7-й	3%	35%	55%	45%	38%	35%	21%	20%
на 8-й	5%	38%	62%	53%	40%	38%	25%	22%
на 9-й	8%	44%	71%	63%	47%	44%	26%	24%
на 10-й	10%	47%	77%	68%	49%	47%	27%	25%
на 11-й	11%	51%	80%	70%	53%	51%	27%	25%
на 12-й	11%	57%	82%	73%	58%	57%	28%	25%
на 13-й	11%	60%	85%	74%	63%	57%	28%	25%
на 14-й	11%	65%	87%	75%	67%	58%	28%	25%
Середня швидкість росту кореня, мм/доба	1,16 ± 0,20	2,42 ± 0,20	3,75 ± 0,20	2,98 ± 0,20	2,54 ± 0,20	1,52 ± 0,20	2,44 ± 0,20	1,57 ± 0,10
Довжина кореня, мм, на 14-й день	11,6 ± 0,9	24,2 ± 0,9	37,5 ± 0,7	29,8 ± 0,5	25,4 ± 0,6	25,2 ± 0,8	24,4 ± 0,8	15,67 ± 0,70

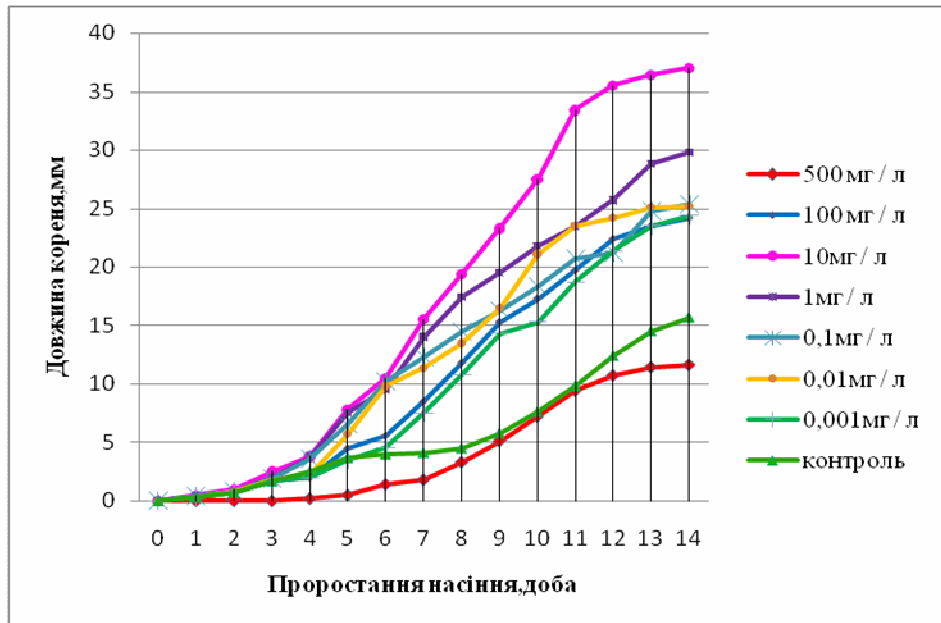
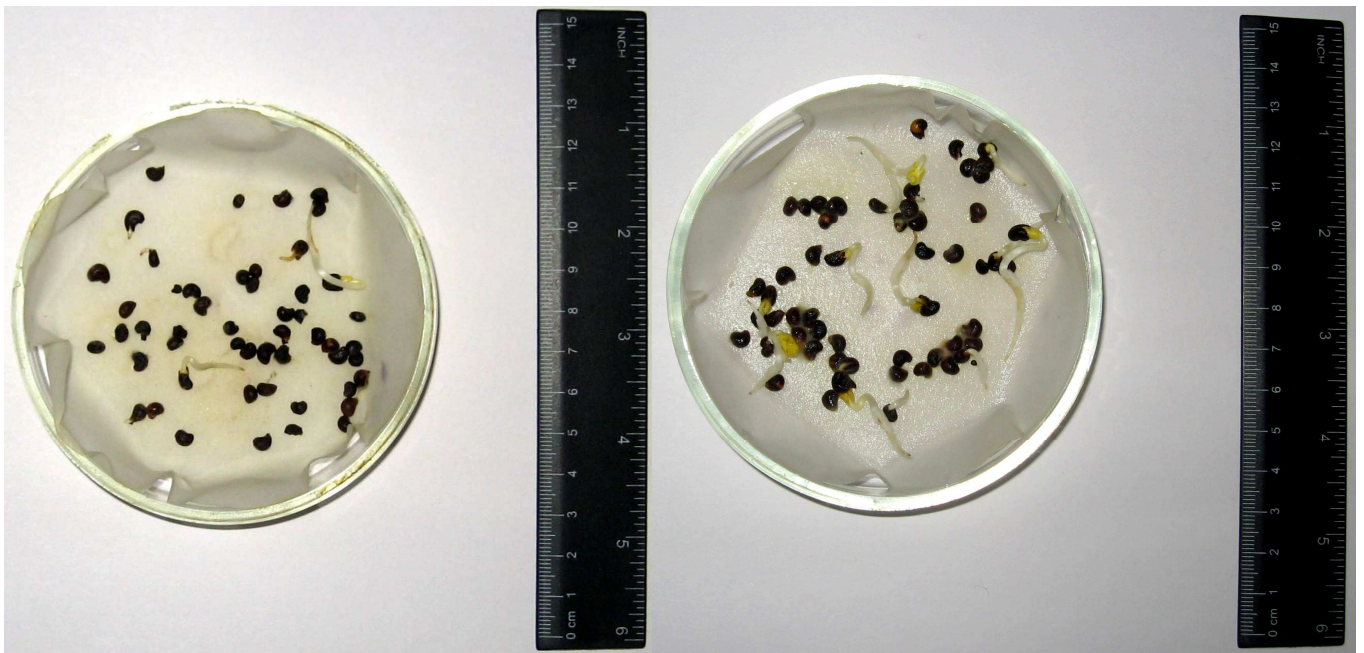


Рис. 1. Динаміка зміни довжини кореня *Hibiscus manihot* L. під впливом ІОК різної концентрації.



Контроль

10 мг/л ІОК

Рис. 2. Вплив оптимальної концентрації 10 мг/л ІОК на проростання насіння *Hibiscus manihot* L. (7-й день).

Отримані дані з впливу ІОК на енергію проростання і схожість насіння в лабораторних дослідках взяті за основу для проведення польових досліджень.

Польові дослідження проводили з травня до жовтня 2008 р. Насіння айбіки було висіяне 23.05.2008. Загальна площа дослідної ділянки 9×1,7 м. Посів проводили рядковим методом із міжряддями 50 см [6, 7]. На кожний рядок висівали по 40 насінин айбіки. Повторність дослідів 4-кратна.

Для вивчення впливу ІОК на *H. manihot* були такі варіанти дослідів: К – контроль, І – 10 мг/л ІОК, ІІ – 100 мг/л ІОК.

Польову схожість насіння айбіки визначали відсотком насіння, яке зійшло на 10-й, 20-й, 30-й та 40-й день, до загальної кількості висіяного насіння. У результаті проведених досліджень встановлено підвищення польової схожості у варіанті обробки 10 мг/л ІОК у порівнянні з контролем. Так, на 10-й день у варіанті обробки 10 мг/л ІОК польова схожість збільшувалась на 33,6%, на 20-й день – на 37%, на 30-й день – на 48%, на 40-й день – на 48,3% у порівнянні з контролем. У варіанті обробки 100 мг/л ІОК польова схожість зменшувалась, відбувалось пригнічення проростання насіння в порівнянні з контролем (табл. 3).

Таблиця 3

Польова схожість насіння *Hibiscus manihot* L.

Варіант досліджу	Відсоток пророслих насінин, % (M ± m)			
	10-й день	20-й день	30-й день	40-й день
контроль	5,2 ± 0,5	14,3 ± 0,8	22,5 ± 1,0	27,5 ± 1,0
10 мг/л ІОК	38,8 ± 1,0	51,3 ± 1,0	70,5 ± 1,0	75,8 ± 1,0
100 мг/л ІОК	15,5 ± 2,0	18,4 ± 2,0	19,5 ± 2,0	20,3 ± 2,0

У результаті проведених досліджень встановлено, що під впливом передпосівної обробки насіння *H. manihot* (10 мг/л ІОК) відбувалось підвищення відсотка рослин іматурного вікового стану (фаза 4-5-ти справжніх листків). Так, на 40-й день росту *H. manihot* у цьому варіанті зменшувалась кількість проростків, ювенільних рослин (фаза 2-3 справжніх листків), збільшувалась кількість іматурних. У варіанті обробки 10 мг/л ІОК кількість проростків зменшувалась на 14,5%, ювенільних рослин зменшувалась на 26,5%, кількість іматурних рослин збільшувалась на 41,0% у порівнянні з контролем (табл. 4).

Таблиця 4

Процентне співвідношення рослин *Hibiscus manihot* L. різних вікових станів (на 40-й день)

Віковий стан, фаза	Варіант досліджу	
	контроль	10 мг/л ІОК
Проросток	16,0%	1,5%
Ювенільни, 2-3-х листків	67,5%	41,0%
Іматурний, 4-5-ти листків	16,5%	57,5 %

Під впливом передпосівної обробки насіння *H. manihot* відбувалось збільшення морфометричних показників рослин упродовж онтогенезу: висоти рослини, діаметру стебла, довжини кореня, числа бічних коренів у варіанті обробки 10 мг/л ІОК порівняно з контролем.

У ювенільних рослин, одержаних з насіння обробленого 10 мг/л ІОК, відбувалось збільшення висоти рослини (в 1,3 рази), діаметру стебла (в 1,5 рази), довжини кореня (в 1,3 рази), числа бічних коренів (в 1,6 рази) у порівнянні з контролем (табл. 5).

В іматурних рослин у варіанті обробки 10 мг/л ІОК відбувалось збільшення висоти рослини (в 1,5 рази), діаметру стебла (в 1,5 рази), довжини кореня (в 1,4 рази), числа бічних коренів (в 1,6 рази) у порівнянні з рослинами контрольного варіанту (див. табл. 5, рис. 3 а).

Молоді генеративні рослини у фазі бутонізації в цьому варіанті досліджу характеризувались збільшенням висоти рослини (в 1,85 рази), діаметру стебла (в 1,5 рази), довжини кореня (в 1,7 рази), числа бічних коренів (в 1,5 рази) у порівнянні з контрольним варіантом (див. табл. 5). У молодих генеративних рослин у фазі початку цвітіння, плодоношення в дослідному варіанті відбувалось збільшення висоти рослини (в 2 рази), діаметру стебла (в 1,8 рази), довжини кореня (в 1,9 рази), числа бічних коренів (в 1,5 рази) у порівнянні з контролем (див. табл. 5, рис. 3 б).

Для середньогенеративних рослин варіанту обробки 10 мг/л ІОК характерним є збільшення висоти рослини (в 1,5 рази), діаметру стебла (в 1,4 рази), довжини кореня (в 1,5 рази), числа бічних коренів (в 1,7 рази) у порівнянні з контролем (див. табл. 5, рис. 4).

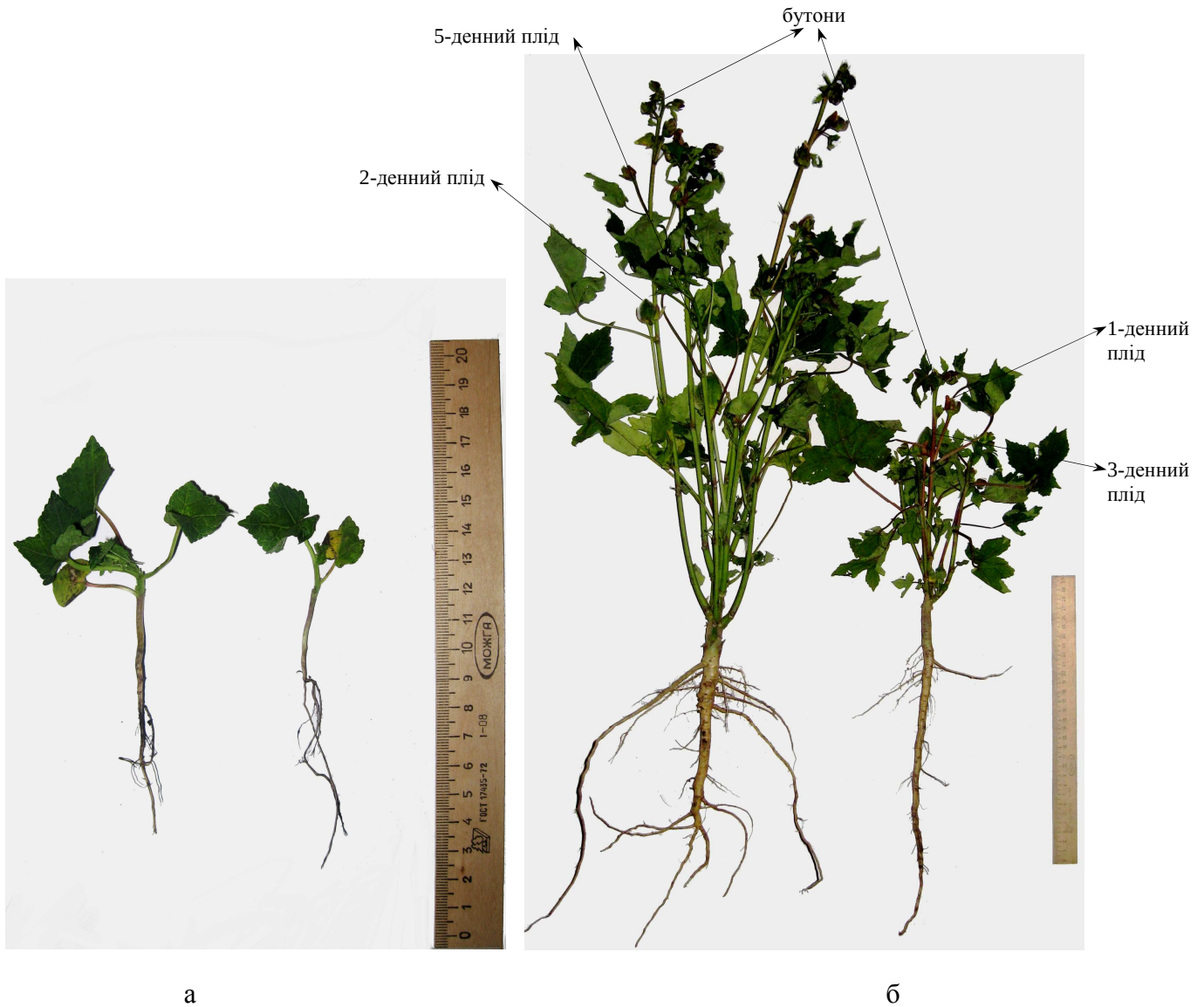


Рис. 3. *Hibiscus manihot* L.: імітурні рослини (а), молоді генеративні рослини, початок цвітіння, плодоношення (б), праворуч – контроль, ліворуч – 10 мг/л ІОК.

Таблиця 5

Зміна морфометричних показників *Hibiscus manihot* L. під впливом передпосівної обробки індоліл-3-оцтовою кислотою

Період, віковий стан, фаза розвитку	Морфометричний показник	Варіант досліду	
		контроль	10 мг/л ІОК
		М ± m	
<i>Віргинільний період</i> ювенільний	висота рослини, см	4,5 ± 0,1	5,7 ± 0,1
	діаметр стебла, см	0,2 ± 0,01	0,3 ± 0,01
	довжина кореня, см	5,8 ± 0,2	7,5 ± 0,2
	кількість бічних коренів, шт.	3,5 ± 0,5	5,5 ± 0,5
іматурний	висота рослини, см	5,3 ± 0,1	7,8 ± 0,1
	діаметр стебла, см	0,3 ± 0,01	0,4 ± 0,01
	довжина кореня, см	7,7 ± 0,2	10,5 ± 0,2
	кількість бічних коренів, шт.	5,3 ± 0,5	8,7 ± 0,5
<i>Генеративний період</i> молодий генеративний, початок бутонізації	висота рослини, см	10,1 ± 0,2	18,5 ± 0,2
	діаметр стебла, см	0,5 ± 0,01	0,7 ± 0,01
	довжина кореня, см	16,5 ± 0,2	25,7 ± 0,2
	кількість бічних коренів, шт.	7,5 ± 0,2	10,7 ± 0,2
молодий генеративний, початок цвітіння, плодоношення	висота рослини, см	28,5 ± 0,5	57,3 ± 0,5
	діаметр стебла, см	0,8 ± 0,01	1,5 ± 0,01
	довжина кореня, см	35,5 ± 0,5	65,4 ± 0,5
	кількість бічних коренів, шт.	17,5 ± 0,3	25,2 ± 0,3
середній генеративний, початок дозрівання, насіння	висота рослини, см	53,5 ± 0,5	79,7 ± 0,5
	діаметр стебла, см	1,2 ± 0,01	1,7 ± 0,01
	довжина кореня, см	60,8 ± 0,5	85,5 ± 0,5
	кількість бічних коренів, шт.	20,5 ± 0,5	35,3 ± 0,5



а

б

Рис. 4. *Hibiscus manihot* L.: рослини середнього генеративного стану:
а – контроль, б – 10 мг/л ІОК.

Висновки

У результаті проведених досліджень була визначена оптимальна концентрація індоліл-3-оцтової кислоти (10 мг/л) для передпосівної обробки насіння *H. manihot* за двохгодинної експозиції.

Установлено, що передпосівна обробка насіння айбіки ІОК у концентрації 10 мг/л сприяє збільшенню морфометричних показників (висоти рослин, діаметру стебла, довжини кореня, числа бічних коренів) у порівнянні з контролем.

Отже, як показали дослідження, передпосівна обробка насіння *H. manihot* розчином індоліл-3-оцтової кислоти оптимальної концентрації сприяє прискоренню проростання насіння, росту і розвитку рослин, що є перспективним для інтродукції на південному сході України.

Список літератури

1. Muthappa B. N. Collar and root rot of Aibika (*Abelmoschus manihot*) / B. N. Muthappa, P. B. Bull // Papua New Guinea Journal Of Agriculture Forestry And Fisheries. – 1986. – V. 34, № 1. – P. 55–58.
2. Жук О. І. Модифікація ростової реакції озимої пшениці екзогенними ауксинами при високотемпературному стресі / О. І. Жук, Л. В. Роїк, І. П. Григорюк // Фізіологія і біохімія культурних рослин. – 2003. – Т. 35, № 3. – С. 200–204.

3. Жук О. І. Кінетика ростових процесів пшениці і кукурудзи в умовах водного та високотемпературного стресів: автореф. дис. ... докт. біол. наук: 03.00.12 / О. І. Жук. – Ін-т фізіології і генетики НАН України. – К., 2004. – 46 с.

4. Косинський В. С. Основи землеробства і рослинництва / В. С. Косинський, А. М. Рубанов. – М. : Агропромиздат, 1990. – 480 с.

5. Беляев А. Б. Методические указания по общему земледелию (для студентов III курса почвенного отделения дневного обучения) / А. Б. Беляев. – Воронеж, 2000. – 43 с.

6. Методические указания по семеноведению интродуцентов. – М.: Наука, 1980. – 64 с.

7. Зайцев Г. Н. Математический анализ биологических данных / Г. Н. Зайцев. – М.: Наука, 1991. – 184 с.

8. Фильчаков Л. П. Методические указания к применению дисперсионного анализа / Л. П. Фильчаков. – Донецк: ДонГУ, 1992. – 70 с.

Третьякова Е. Ю. Влияние индолил-3-уксусной кислоты на рост и развитие *Hibiscus manihot* L. в условиях интродукции на юго-востоке Украины. – В результате исследований была определена оптимальная концентрация индолил-3-уксусной кислоты (ИУК) – 10 мг/л для предпосевной обработки семян *H. manihot* при двухчасовой экспозиции. Установлено, что предпосевная обработка семян *H. manihot* раствором ИУК оптимальной концентрации способствует ускорению прорастания семян, роста и развития растений.

Ключевые слова: вегетация, айбика, интродукция, оптимальная концентрация, индолил-3-уксусная кислота, обработка.

Tretyakova E. Yu. Influence of indolyl-3-acetic acid on growth and development of *Hibiscus manihot* L. in the conditions of introduction on the southeast of Ukraine. – As a result of researches, optimum concentration was certain indolyl-3-acetic acid (IAA) – 10 mg/l for preseed treatment of seed of *H. manihot* at 2th of sentinel display. It was set that preseed treatment of seed of *H. manihot* by solution of IAA optimum concentration is instrumental in acceleration of germination of seed, growth and development of plants.

Key words: vegetation, aibika, introduction, optimum concentration, indolyl-3-acetic acid, treatment.

УДК 582.284 : 58.084.1

© А. В. Тюфкій

**ВПЛИВ ДЖЕРЕЛ ВУГЛЕЦЕВОГО ЖИВЛЕННЯ НА РІСТ ПРИРОДНИХ ІЗОЛЯТІВ
LEPISTA PERSONATA (FR. : FR.) COOKE**

*Донецький національний університет; 83050, м. Донецьк, вул. Щорса, 46
e-mail: andreys-80@mail.ru*

Тюфкій А. В. Вплив джерел вуглецевого живлення на ріст природних ізолятів *Lepista personata* (Fr.: Fr.) Cooke. – Досліджено ріст природних ізолятів *L. personata* на живильних середовищах із різними вуглецевмісними сполуками з метою оптимізації складу живильного середовища для культивування цього гриба в лабораторних умовах. Визначено вуглецевмісні сполуки, які забезпечують найбільше накопичення біомаси міцелію природних ізолятів *L. personata*.

Ключові слова: *Lepista personata*, живильне середовище, вуглецевмісні сполуки.

Вступ

Дослідження базидіальних грибів є перспективним напрямом біотехнології, оскільки останнім часом дуже гостро стоїть питання нестачі якісних продуктів харчування, погіршення здоров'я людей, а також частими є випадки отруєння людей навіть їстівними видами дикорослих грибів унаслідок техногенного забруднення довкілля. Необхідність і реальність розвитку культивування їстівних та лікарських грибів зумовлені низкою чинників, а саме: потенційно високою продуктивністю грибів, оскільки вони є найвроджайнішою сільськогосподарською культурою; гриби слугують джерелом високоякісного, високопоживного білка, вітамінів, мікроелементів, ферментів, антибіотиків, органічних кислот тощо; для культивування їстівних і лікувальних грибів використовують різноманітні відходи сільського, лісового господарства, переробної промисловості, які конвертуються грибами у поживну та лікарську сировину; технологію вирощування грибів можна зробити екологічно безпечною, до того ж її можна повністю механізувати; вирощування грибів – безвідхідне виробництво, оскільки субстрати після повного збору грибів використовують як білкову вітамінізовану домішку для корму тварин, або як органічно-мінеральні добрива [1, 2, 4, 9, 12-14].

Таким чином, завдяки розвитку грибівницької галузі одночасно вирішується проблема виробництва продуктів харчування та лікарських речовин, а також екологічна проблема утилізації відходів.

На теперішній час добре відпрацьовані технології проведення досліджень і культивування їстівних грибів – печериці, гливи та багатьох інших видів, які впроваджені у промислове виробництво [3, 6, 11]. Тому з метою збільшення кількості культивованих видів грибів перспективним є дослідження грибу *L. personata*, який широко розповсюджений у природному середовищі і відповідає багатьом вимогам, що пред'являють до видів при впровадженні у промислове виробництво, а також має антиоксидантні, протипухлинні, протимікробні та імуномодулюючі властивості [15-18].

У живих клітинах рослин і грибів завжди підтримується відповідне співвідношення води, солей і органічних речовин, яке регулюється обміном речовин із навколишнім середовищем. У клітинах грибів напівпроникними мембранами є клітинна оболонка та мембрана протопласта. Надходження живильних речовин у клітини грибів здійснюється за законами дифузії та осмосу і певною мірою зумовлене їхніми хімічними властивостями. Відомо, що чим більше речовина має гідроксильних груп, тим повільніше вона проникає в цитоплазму клітини. Наприклад, етиленгліколь проникає повільніше, ніж етиловий спирт, ще повільніше – гліцерин і найгірше – маніт [8].

Таким чином, хімічна природа речовин та їх концентрація в ґрунті суттєво впливають на поглинальну здатність рослин і грибів, і відповідно, на ростові процеси цих організмів. У зв'язку з цим метою нашої роботи було встановлення впливу різних джерел вуглецевого живлення на ріст та фізіологію ізолятів *L. personata* в умовах лабораторного культивування на рідких живильних середовищах.

Об'єкт та методи дослідження

Об'єктом дослідження були чотири природні ізоляти гриба *L. personata*, виділені з плодових тіл, що росли біля дерев клену та тополі в селі Старомлинівка Великоновосілківського району Донецької області (Р-3; Р-4) та серед злакових степових трав, що зростали на лузі біля с. Кремінець у Мар'їнському районі Донецької області (Р-1; Р-2).

Вихідні культури вирощували в термостатах при 22°C на агаризованому глюкозо-пшеничному середовищі. Дослідження впливу різних джерел вуглецевого живлення проводили на рідкому глюкозо-пшеничному середовищі (100 г пшениці відварювали 30 хв, відвар проціджували, додавали 10 г глюкози або еквіваленту кількості за вуглецем інших вуглецевмісних сполук, об'єм розчину доводили до 1 літру, рН розчину складала 5,5-6). Ізоляти *L. personata* культивували в термостатах при температурі 22°C у колбах Ерленмейера об'ємом 100 мл з 30 мл живильного середовища протягом 30 діб. Кожні п'ять діб визначали вміст білків у культуральному фільтраті за допомогою спектрофотометра СФ-26 [7] і накопичення біомаси ваговим методом [5].

Повторність усіх дослідів була трьохкратною. Статистичну обробку проводили за методами дисперсійного аналізу та множинних порівнянь середніх арифметичних величин за критерієм Дункана [10]. У таблицях наведені середні арифметичні величини, які характеризують швидкість накопичення біомаси природними ізолятами гриба *L. personata* та кількість білка в культуральному фільтраті.

Результати та обговорення

Динаміка накопичення біомаси природними ізолятами *L. personata* при культивуванні на різних джерелах вуглецевого живлення представлена в табл. 1.

Таблиця 1

Накопичення біомаси ізолятами гриба *L. personata* на живильних середовищах із різними джерелами вуглецю

Джерела вуглецю	Час культивування, діб					
	5	10	15	20	25	30
Накопичення біомаси ізолятом Р-1, г/л						
Глюкоза	0,04 ± 0,02	0,22 ± 0,04	0,37 ± 0,15	1,25 ± 0,13	0,18 ± 0,15	1,97 ± 0,12
Фруктоза	0,58 ± 0,44	0,57 ± 0,14	1,09 ± 0,06	2,78 ± 0,77	1,96 ± 0,29	1,77 ± 0,15
Лактоза	0,71 ± 0,09	0,44 ± 0,09	1,18 ± 0,27	1,06 ± 0,24	2,64 ± 0,07	2,24 ± 0,33
Дульцит	0,60 ± 0,11	0,79 ± 0,20	2,39 ± 0,17	2,24 ± 0,13	2,77 ± 0,37	2,65 ± 0,13
Сорбіт	0,59 ± 0,13	0,48 ± 0,11	0,81 ± 0,19	0,60 ± 0,12	0,45 ± 0,07	0,96 ± 0,16
Накопичення біомаси ізолятом Р-2, г/л						
Глюкоза	0,25 ± 0,11	0,68 ± 0,23	0,48 ± 0,25	0,62 ± 0,21	0,88 ± 0,29	1,56 ± 0,67
Фруктоза	0,47 ± 0,10	2,06 ± 0,29	2,25 ± 0,40	2,53 ± 1,54	3,07 ± 0,09	3,20 ± 0,10
Лактоза	0,73 ± 0,09	0,87 ± 0,31	1,45 ± 0,25	1,51 ± 0,68	2,77 ± 0,24	2,19 ± 0,27
Дульцит	0,63 ± 0,11	1,68 ± 0,07	1,65 ± 0,08	1,79 ± 0,40	1,81 ± 0,37	2,32 ± 0,27
Сорбіт	0,63 ± 0,14	0,87 ± 0,39	2,49 ± 0,31	3,63 ± 0,40	3,95 ± 0,32	4,57 ± 0,52
Накопичення біомаси ізолятом Р-3, г/л						
Глюкоза	0,70 ± 0,19	0,68 ± 0,09	0,60 ± 0,23	0,87 ± 0,20	1,11 ± 0,29	1,10 ± 0,19
Фруктоза	0,16 ± 0,03	1,11 ± 0,16	1,11 ± 0,18	1,57 ± 0,13	1,58 ± 0,16	1,66 ± 0,17
Лактоза	2,90 ± 0,17	2,72 ± 0,29	2,54 ± 0,23	2,69 ± 0,18	3,12 ± 0,12	2,35 ± 0,09
Дульцит	2,46 ± 0,15	2,89 ± 0,19	3,00 ± 0,16	2,83 ± 0,10	3,12 ± 0,26	3,12 ± 0,10
Сорбіт	2,99 ± 0,19	3,41 ± 0,46	3,58 ± 0,34	3,06 ± 0,09	3,09 ± 0,35	3,13 ± 0,21
Накопичення біомаси ізолятом Р-4, г/л						
Глюкоза	1,23 ± 0,30	1,16 ± 0,15	2,04 ± 0,08	2,10 ± 0,48	2,45 ± 0,87	2,04 ± 0,65
Фруктоза	0,38 ± 0,41	1,87 ± 0,39	1,41 ± 0,09	1,60 ± 0,09	2,12 ± 0,04	1,93 ± 0,23
Лактоза	1,18 ± 0,12	1,08 ± 0,16	1,06 ± 0,06	1,06 ± 0,13	1,15 ± 0,12	0,96 ± 0,10
Дульцит	1,20 ± 0,06	1,82 ± 0,54	2,04 ± 0,35	1,59 ± 0,13	1,86 ± 0,08	2,67 ± 0,12
Сорбіт	1,17 ± 0,15	1,19 ± 0,18	1,62 ± 0,38	1,92 ± 0,33	2,26 ± 0,16	2,26 ± 0,24

В ізоляту P-1 *L. personata* на 5-ту та 10-ту добу накопичення біомаси достовірно не відрізнялося на різних джерелах вуглецевого живлення, окрім глюкози, на якій було найменше накопичення біомаси. На 15-ту добу найбільше накопичення біомаси спостерігалось на живильному середовищі з дульцитом (у 2 рази більше, ніж на інших), а найменше – на живильному середовищі з глюкозою. На 20-у добу найбільше накопичення біомаси відбувалось на живильному середовищі з фруктозою та дульцитом, що в 2 рази перевищувало накопичення біомаси на інших джерелах вуглецевого живлення. На 25-у добу кількість біомаси на живильному середовищі з фруктозою була достовірно меншою, ніж на 20-у добу. Також кількість біомаси гриба зменшилась на живильному середовищі з глюкозою і сорбітом до рівня 10-ї доби. Утворення біомаси на живильному середовищі з дульцитом залишалось незмінним з 15-ї до 30-ї доби. На 30-ту добу вага біомаси на живильному середовищі з глюкозою достовірно не відрізнялася від ваги біомаси на живильних середовищах з фруктозою та лактозою. Достовірно найбільша кількість біомаси утворилась на живильному середовищі з дульцитом. Біомаса міцелію ізоляту P-1 *L. personata* на живильному середовищі з сорбітом була у 2-2,5 рази нижчою, ніж на інших живильних середовищах.

В ізоляту P-2 *L. personata* на 5-ту добу накопичення біомаси достовірно не відрізнялось на всіх живильних середовищах. На 10-у добу росту гриба найбільше накопичення біомаси спостерігалось на живильних середовищах із фруктозою та дульцитом. На інших живильних середовищах цей показник був вдвічі меншим. На 15-у добу накопичення біомаси ізолятом P-2 *L. personata* на живильному середовищі з глюкозою, фруктозою та дульцитом достовірно не відрізнялося від 10-ї доби. Проте на живильному середовищі з сорбітом відбулося збільшення біомаси в 1,7 рази. На 20-у добу культивування кількість біомаси на всіх живильних середовищах достовірно не відрізнялася від 15-ї доби, крім живильного середовища з сорбітом, де біомаса міцелію збільшилася в 1,4 рази. На 25-у добу росту гриба його біомаса на живильних середовищах із глюкозою, фруктозою, дульцитом і сорбітом достовірно не відрізнялася від 20-ї доби. На живильному середовищі з лактозою біомаса зросла в 1,8 рази. На 30 добу накопичення біомаси на живильних середовищах із глюкозою, фруктозою, дульцитом і сорбітом достовірно не відрізнялося від 25-ї доби. На живильному середовищі з лактозою кількість біомаси знизилася в 1,4 рази.

Ізолят P-3 *L. personata* на 5-у добу найбільше накопичував біомасу на живильних середовищах із лактозою, дульцитом і сорбітом. На 10-у добу збільшилась біомаса на живильному середовищі з фруктозою і сорбітом. Із 15-ї до 30-ї доби на більшості живильних середовищ біомаса не змінювалася, окрім живильних середовищ із глюкозою та фруктозою, на яких біомаса поступово зростала.

На 5-у добу культивування ізоляту P-4 *L. personata* на живильних середовищах з глюкозою, лактозою, дульцитом і сорбітом відбувалось достовірно більше утворення біомаси міцелія, ніж на живильному середовищі з фруктозою. На 10-у добу найбільше накопичення біомаси відмічалось на живильних середовищах із фруктозою та дульцитом. На інших живильних середовищах біомаса залишалася незмінною. На 15-у добу збільшилось накопичення біомаси на живильному середовищі з глюкозою, а біомаса на живильних середовищах із фруктозою, лактозою і дульцитом залишалась незмінною. З 10-ї до 25-ї доби відбувалось поступове зростання біомаси на живильному середовищі з сорбітом. На 30-у добу достовірно зросла біомаса на живильному середовищі з дульцитом, а біомаса на інших живильних середовищах залишалась незмінною.

Таким чином, максимальне накопичення біомаси для ізоляту P-1 *L. personata* відмічалось на 15-у добу культивування на живильному середовищі з дульцитом, на 20-у добу – на живильному середовищі з фруктозою, на 25-у добу – на живильному середовищі з лактозою і на 30-у добу – на живильному середовищі з глюкозою.

В ізоляту P-2 *L. personata* максимальне накопичення сухої біомаси відмічено на 10-у добу культивування на живильному середовищі з дульцитом, на 20-у добу – на живильному

середовищі з фруктозою і сорбітом, на 25-у добу – на живильному середовищі з лактозою і 30-у добу – на живильному середовищі з глюкозою.

Максимальне накопичення сухої речовини в ізоляту Р-3 *L. personata* спостерігалось на 5-у добу зростання на живильних середовищах із лактозою, дульцитом і сорбітом; на 20-у добу – на живильному середовищі з фруктозою і на 25-у добу – на живильному середовищі з глюкозою.

В ізоляту Р-4 *L. personata* найбільше утворилось біомаси на 5-у добу культивування на живильних середовищах із лактозою, на 10-у добу – на живильних середовищах із фруктозою і дульцитом, на 15-у добу – на живильному середовищі з глюкозою, на 20-у добу – на живильному середовищі з сорбітом і на 30-у добу – на живильному середовищі з дульцитом.

Динаміка зміни вмісту білка в культуральних фільтратах (КФ) природних ізолятів *L. personata* при культивуванні на різних джерелах вуглецевого живлення представлена в табл. 2.

Таблиця 2

Вміст білка в культуральному фільтраті ізолятів *L. personata* при культивуванні на живильних середовищах із різними джерелами вуглецю

Джерела вуглецю	Час культивування, діб					
	5	10	15	20	25	30
Вміст білка в КФ ізоляту Р-1, мг/мл						
Глюкоза	1,14 ± 0,03	1,47 ± 0,03	1,60 ± 0,11	1,44 ± 0,11	1,81 ± 0,50	1,34 ± 0,06
Фруктоза	3,18 ± 0,10	2,45 ± 0,07	2,71 ± 0,11	6,19 ± 0,96	2,62 ± 0,22	2,46 ± 0,34
Лактоза	1,86 ± 0,03	2,32 ± 0,11	1,23 ± 0,13	1,23 ± 0,06	1,59 ± 0,11	1,62 ± 0,03
Дульцит	1,49 ± 0,06	1,70 ± 0,26	1,65 ± 0,36	2,07 ± 0,11	1,40 ± 0,06	2,93 ± 0,23
Сорбіт	2,23 ± 0,23	2,70 ± 0,11	1,49 ± 0,07	2,61 ± 0,13	2,92 ± 0,44	1,71 ± 0,13
Вміст білка в КФ ізоляту Р-2, мг/мл						
Глюкоза	1,49 ± 0,17	2,52 ± 0,74	2,55 ± 0,97	2,60 ± 1,04	2,13 ± 0,80	2,87 ± 0,92
Фруктоза	3,36 ± 0,18	2,33 ± 0,13	2,81 ± 0,06	5,10 ± 0,11	1,71 ± 0,17	3,40 ± 0,23
Лактоза	2,07 ± 0,01	2,50 ± 0,13	1,44 ± 0,11	1,65 ± 0,26	1,54 ± 0,06	1,83 ± 0,06
Дульцит	1,38 ± 0,13	1,80 ± 0,07	1,54 ± 0,07	1,17 ± 0,17	0,65 ± 0,11	2,34 ± 0,07
Сорбіт	2,23 ± 0,11	1,71 ± 0,13	0,09 ± 0,04	2,34 ± 0,07	2,87 ± 0,11	1,82 ± 0,07
Вміст білка в КФ ізоляту Р-3, мг/мл						
Глюкоза	1,09 ± 0,13	1,16 ± 0,09	1,22 ± 0,81	1,59 ± 0,22	4,45 ± 0,39	1,91 ± 1,09
Фруктоза	2,93 ± 0,34	3,64 ± 0,20	3,91 ± 0,17	6,03 ± 0,01	5,56 ± 0,86	6,05 ± 0,39
Лактоза	4,18 ± 0,13	2,44 ± 0,13	2,87 ± 1,38	2,17 ± 0,24	3,13 ± 0,53	2,71 ± 0,30
Дульцит	1,69 ± 0,07	2,96 ± 0,36	5,41 ± 0,45	6,53 ± 0,51	6,60 ± 0,13	8,28 ± 0,22
Сорбіт	3,44 ± 0,17	4,51 ± 0,40	6,29 ± 0,56	8,01 ± 0,95	7,91 ± 0,29	9,44 ± 1,06
Вміст білка в КФ ізоляту Р-4, мг/мл						
Глюкоза	1,67 ± 0,30	1,13 ± 0,16	1,12 ± 0,22	1,86 ± 0,32	2,28 ± 0,06	1,22 ± 0,72
Фруктоза	1,13 ± 0,13	0,95 ± 0,11	0,90 ± 0,28	1,80 ± 0,23	0,48 ± 0,01	0,85 ± 0,13
Лактоза	1,14 ± 0,03	1,32 ± 0,07	0,47 ± 0,01	0,69 ± 0,07	0,79 ± 0,11	0,98 ± 0,14
Дульцит	0,69 ± 0,13	1,59 ± 0,30	1,22 ± 0,33	0,80 ± 0,11	0,12 ± 0,06	2,33 ± 0,24
Сорбіт	1,37 ± 0,06	0,43 ± 0,13	0,54 ± 0,17	1,75 ± 0,11	2,11 ± 0,26	0,90 ± 0,71

Із табл. 2 видно, що на живильному середовищі з глюкозою максимальний вміст білка в культуральному фільтраті був у ізоляту Р-1 *L. personata* – на 10-у і 15-у добу; ізоляту Р-2 – на 10-у і 30-у добу; ізоляту Р-3 – на 25-у добу; ізоляту Р-4 – на 25-у добу зростання.

На живильному середовищі з фруктозою найвищий вміст білка в культуральному фільтраті в ізоляту Р-1 *L. personata* відмічався на 20-у добу; ізоляту Р-2 – на 20-у добу; ізоляту Р-3 – на 20-у і 30-у добу; ізоляту Р-4 – на 20-у добу культивування.

У процесі культивування ізолятів *L. personata* на живильному середовищі з лактозою максимальний вміст білка в культуральному фільтраті в ізоляту Р-1 *L. personata* відмічено на

10-у добу; ізоляту Р-2 – на 10-у добу; ізоляту Р-3 – на 5-у добу; ізоляту Р-4 – на 10-у добу зростання.

На живильному середовищі з дульцитом найвищий вміст білка в культуральних фільтратах у ізолятів Р-1, Р-2, Р-3 та Р-4 *L. personata* встановлено на 30-у добу їх культивування.

Максимальний вміст білка в культуральному фільтраті в ізоляту Р-1 *L. personata* спостерігали на 10-у добу, ізоляту Р-2 – на 25-у добу; ізоляту Р-3 – на 30-у добу та ізоляту Р-4 – на 20-у і 25-у добу культивування їх на живильному середовищі з сорбітом.

Таким чином, одержані результати свідчать про те, що найвищий вміст білка в культуральному фільтраті ізолятів Р-1 та Р-2 *L. personata* відмічено на живильному середовищі з фруктозою на 20-у добу, в ізоляту Р-3 – на живильному середовищі з сорбітом на 30-у добу, в ізоляту Р-4 – на живильному середовищі з дульцитом на 30-у добу і на живильному середовищі з глюкозою на 25-у добу культивування.

Висновки

Досліджені ізоляти *L. personata* по-різному споживають різні джерела вуглецевого живлення, що відбивається на утворенні ними сухої біомаси. Характер накопичення біомаси ізолятами *L. personata* на живильних середовищах із дослідженими вуглецьвмісними сполуками відбувається в такій послідовності від більшої до меншої маси: дульцит, фруктоза, лактоза, глюкоза і сорбіт для ізоляту Р-1; фруктоза, дульцит, сорбіт, лактоза і глюкоза для ізоляту Р-2; лактоза, дульцит, сорбіт, фруктоза і глюкоза для ізоляту Р-3; фруктоза, дульцит, глюкоза сорбіт і лактоза для ізоляту Р-4.

Список літератури

1. *Бабаянц О. В.* Грибівництво в Україні. Наука та практика сьогодення [Електронний ресурс] / О. В. Бабаянц, М. А. Залигіна-Киркелан // Посібник українського хлібороба. – 2009. – С. 279. – Режим доступу до журн.: http://www.nbuv.gov.ua/portal/Chem_Biol/Pukh/2009/index.htm
2. *Белова Н. В.* Перспективы использования биологически активных соединений высших базидиомицетов / Н. В. Белова // Микол. и фитопатол. – 2004. – Т. 38, вып. 2. – С. 1–6.
3. *Бисько Н. А.* Биология и культивирование съедобных грибов рода вешенка / Н. А. Бисько, И. А. Дудка. – К.: Наук. думка, 1987. – 148 с.
4. *Бухало А. С.* Базидіальні макроміцети з лікарськими властивостями / А. С. Бухало, Е. Ф. Соломко, Н. Ю. Митропольская // Укр. ботан. журн. – 1996. – 53, № 3. – С. 192–201.
5. *Дудка И. А.* Методы экспериментальной микологии. Справочник / И. А. Дудка, С. П. Вассер, И. А. Элланская. – К.: Наук. думка, 1982. – 550 с.
6. *Дудка И. А.* Культивирование съедобных грибов / И. А. Дудка, Н. А. Бисько, В. Г. Билай. – К.: Урожай, 1992. – 160 с.
7. *Кочетов Г. А.* Практическое руководство по энзимологии: Учеб. пособие для студ. биол. спец. ун-тов. – 2-е изд., перераб. и доп. / Г. А. Кочетов. – М.: Высш. шк., 1980. – 272 с.
8. *Лебедев С. И.* Физиология растений / С. И. Лебедев. – К.: Высш. шк., 1978. – 440 с.
9. *Негруцкий С. Ф.* Горное грибоводство / С. Ф. Негруцкий. – Донецк: Лебедь, 1995. – 168 с.
10. *Приседський Ю. Г.* Статистична обробка результатів біологічних експериментів / Ю. Г. Приседський. – Донецьк: Кассиопея, 1999. – 210 с.
11. *Раптунович Е. С.* Искусственное выращивание съедобных грибов / Е. С. Раптунович, И. И. Федоров. – Минск: Высш. шк., 1994. – 206 с.
12. *Сухомлин М. Н.* Антибиотическая активность высших базидиомицетов / М. Н. Сухомлин // Матер. Межд. конф. "Проблемы микробиологии и биотехнологии" (г. Минск, 25-27 ноября 1998 г.). – Минск, 1998. – С. 133–134.

13. Сухомлин М. М. Вищі базидіоміцети – продуценти фібринолітичних ферментів / М. М. Сухомлин, Я. Г. Агужен // Архив клинич. и экспер. медицины. – 1999. – Т. 8, № 1. – С. 70–71.
14. Шреурс Х. Использование соломы различных видов злаков для приготовления компоста / Х. Шреурс // Школа грибоводства. – 2004. – 25, № 1. – С. 24–26.
15. Dulger B. Antimicrobial activity of the macrofungus *Lepista nuda* / B. Dulger, C. Cem Ergul, F. Gucin // Fitoterapia. – 2002. – Vol. 73 (7). – P. 695–697.
16. Moradali M. F. Immunomodulating and anticancer agents in the realm of macromycetes fungi (macrofungi) / [M. F. Moradali, H. Mostafavi, S. Ghods, G. A. Hedjaroude] // International Immunopharmacology. – 2007. – Vol. 7 (6). – P. 701–724.
17. Murcia M. A. Antioxidant activity of edible fungi (truffles and mushrooms): losses during industrial processing / [M. A. Murcia, M. Martínez-Tomé, A. M. Jiménez et al.] // Journal of food protection. – 2002. – Vol. 65 (10). – P. 1614–1622.
18. Ouzouni P. K. Nutritional value and metal content of wild edible mushrooms collected from West Macedonia and Epirus, Greece / [P. K. Ouzouni, D. Petridis, W. D. Koller, K. A. Riganakos] // Food Chemistry. – 2009. – Vol. 115 (4). – P. 1575–1580.

Тюфкий А. В. Влияние источников углеродного питания на рост природных изолятов *Lepista personata* (Fr.: Fr.) Cooke. – Исследован рост природных изолятов *L. personata* на питательных средах с различными углеродсодержащими соединениями с целью оптимизации состава питательной среды для культивирования этого гриба в лабораторных условиях. Определены углеродсодержащие соединения, которые обеспечивают наибольшее накопление биомассы мицелия природных изолятов *L. personata*.

Ключевые слова: *Lepista personata*, питательная среда, углеродсодержащие соединения.

Tiufkii A. V. Influence of carbon nutrition sources on growth of *Lepista personata* (Fr.: Fr.) Cooke natural isolates. – The growth of *L. personata* natural isolates on nutrient media with different carbonaceous compounds with the purpose of nutrient media composition optimization for the cultivation of this mushroom in laboratory terms was investigated. The carbonaceous compounds, which provide the highest biomass accumulation of *L. personata* natural isolates micelium were determined.

Key words: *Lepista personata*, nutrient medium, carbonaceous compounds.

УДК 576.8.095.3:628.35

© В. Н. Шевкопляс¹, М. И. Бойко²

**КОНВЕРСИЯ ТЯЖЕЛЫХ ФРАКЦИЙ СЫРОЙ НЕФТИ МИКРОМИЦЕТАМИ
РОДОВ *MORTIERELLA* (СОЕМ.), *PENICILLIUM* (LINK EX FR.),
ЕЁ АНАЛИЗ МЕТОДАМИ ИК- И 'Н-ЯМР-СПЕКТРОСКОПИИ**

¹Институт физико-органической химии и углехимии им. Л. М. Литвиненко НАН Украины
83114, г. Донецк, ул. Р. Люксембург, 70

²Донецкий национальный университет; 83050, м. Донецк, вул. Щорса, 46

Шевкопляс В. Н., Бойко М. И. Конверсия тяжелых фракций сырой нефти микромицетами родов *Mortierella* (Соем.), *Penicillium* (Link ex Fr.), её анализ методами ИК- и 'Н-ЯМР- спектроскопии. – Показана возможность использования микромицетов родов *Mortierella* и *Penicillium* для конверсии тяжелых фракций сырой нефти (ТФСН). Обнаружена взаимосвязь между физиологической активностью микромицетов, количеством ТФСН в питательной среде и способностью микромицетов ее утилизировать. Методом ИК-спектроскопии показано, что конверсия ТФСН микромицетами приводит к разрушению ее структуры, и это сопровождается изменениями оптической плотности (Е) полос поглощения. Методом 'Н-ЯМР-спектроскопии определено соотношение $N_{ар}/N_{ал}$ протонов в остатках ТФСН после конверсии микромицетами. Предполагается, что конверсия ТФСН идет по пути окислительной деструкции с участием экзобелков микромицетов

Ключевые слова: микромицеты родов *Mortierella* и *Penicillium*, носитель, ТФСН, физиологическая активность, конверсия, ИК- и 'Н-ЯМР-спектроскопия, механизмы.

Введение

Естественное самоочищение загрязненных участков земной поверхности и воды от нефти является очень длительным процессом, в этой связи возникает необходимость проведения направленного поиска микроорганизмов, способных деструктировать углеводороды различных классов. В работе L. Pacheco с соавторами [20] показано, что грибы *Penicillium* и *Polisporum* могут расти на питательной среде с агаром, которая содержала добавки тяжелой фракций сырой нефти (ТФСН). Установлено, что нефть и нефтепродукты могут существенно влиять на численность, биомассу и жизнеспособность почвенной микрофлоры [1]. Наиболее резистентными видами к нефтяному загрязнению оказались представители родов *Penicillium*, *Aspergillus* и *Mucor* [5-7].

Основным методом очистки от нефти и нефтепродуктов на сегодня является механический сбор с поверхности воды и суши. Эффективность очистки поверхности почвы увеличивается, если используются различные биообогащенные бактериальные субстраты [3-13]. Для очистки водной поверхности от нефти применяют различные носители [10]. Однако все используемые носители предназначены для иммобилизации на своей поверхности микроорганизмов-деструкторов, способных усваивать нефтяные фракции, выкипающие до температуры 350°C. Все фракции нефти, выкипающие свыше 350°C, являются высокомолекулярными соединениями и непригодны для конверсии микроорганизмами. Для того чтобы микроорганизмы могли эффективно деструктировать такие нефтяные фракции, необходимо использовать специальные носители [15]. Не исключено, что такой подход позволит более эффективно использовать в процессе биоконверсии как высоковязкие фракции сырой нефти, которые образуются при перегрузке танков на нефтетерминалах, так и отходы нефтеперегонных заводов. Все эти нефтеотходы не перерабатываются, а только складываются и пока не имеют практического применения.

Целью данной работы было изучить возможность использования полимерного носителя (POVDA) для улучшения конверсии высокомолекулярных фракций сырой нефти (ТФСН) микромицетами родов *Penicillium* и *Mortierella* и установить ее наличие с помощью методов ИК- и 'Н ЯМР-спектроскопии.

Материал и методы исследования

Чистые культуры микромицетов родов *Penicillium* (*Penicillium* sp. 3-98, *Penicillium* sp. 8-98) и *Mortierella* (*Mortierella* sp. 5A) выделены из угольного шлама илонакопителя

обогащительной фабрики "Трудовская" г. Донецка и использованы в экспериментах по конверсии тяжелой фракции сырой нефти (ТФСН).

Все микромицеты выращивали на жидкой питательной среде, содержащей картофельно-сахарозный углерод (КСС) [11]. Чтобы установить способность микромицетов деградировать ТФСН, к приготовленным питательным средам добавляли 2-80 г/л добавки ТФСН. Стерилизацию питательных сред проводили в автоклаве АГ-1 при давлении 1,5 атм в течение 45 мин. Инокуляцию и рост микромицетов проводили в колбах (100 мл) с питательной средой 50 мл в условиях поверхностной культуры при температуре 22°C. Продолжительность эксперимента составила 60 суток. Определение накопления биомассы грибами осуществляли весовым методом, количества экзобелка в культуральной жидкости (КЖ) методом Бредфорда [2], количества оставшегося остатка ТФСН весовым методом, pH культуральной жидкости устанавливали с помощью ионметра ЭВ-74. Полученные цифровые результаты подвергали статистической обработке [8].

В экспериментах по биоконверсии использовали ТФСН (смывочные нефтяные отходы), остающиеся в нефтяных танках после перегрузки сырой нефти, содержащие 10-18% ароматических соединений. Для повышения эффективности процесса конверсии ТФСН микромицетами использовали полимерный носитель POVDA, на который наносили ТФСН в количестве 2,0 г на 50 мл питательной среды [14]. Эти условия эксперимента обеспечивали хороший контакт ТФСН с питательной средой и таким образом позволяли повысить конверсию ТФСН микромицетами. Способность микромицетов деструктировать ТФСН определяли по остатку ТФСН (г) на носителе. Общую конверсию ТФСН рассчитывали по формуле: $Q = m_2/m_1 \times 100\%$, где m_1 – количество ТФСН, внесенной в питательную среду, г; m_2 – остаток ТФСН на носителе после эксперимента, г.

По окончании эксперимента деградированный остаток ТФСН отделяли от носителя POVDA экстракцией толуолом с последующим выпариванием его при 30°C под вакуумом, а затем анализировали физико-химическими методами. Запись ИК-спектров исходной ТФСН и деградированной ТФСН микромицетами проводили на спектрофотометре UR-20 в области полос поглощения 3800-600 см⁻¹. Идентификацию полос поглощения ИК-спектров проводили по данным [6-17]. Для количественной оценки изменений, происходящих в структуре ТФСН при ее конверсии микромицетами, использовали методику [12]. ¹H-ЯМР-спектры исходной ТФСН и после ее конверсии микромицетами записывали на спектрометре "Gemini-200" с рабочей частотой 200 МГц в растворе дейтеро-хлороформа (CDCl₃). Для этого брали 25 мг исследуемого образца и растворяли в 0,6 мл CDCl₃. В качестве внутреннего эталона использовали тетраметилсилан (ТМС). Интерпретацию химических сдвигов протонов ¹H-ЯМР-спектров в исследуемых образцах проводили по данным работы [4].

Результаты и обсуждение

В табл. 1 приведены результаты, характеризующие влияние различных добавок ТФСН на физиологическую активность микромицета *Mortierella sp. 5A* и его способность осуществлять конверсию ТФСН.

Из табл. 1 видно, что увеличение в питательной среде количества добавки ТФСН на носителе POVDA оказывает негативное влияние на накопление биомассы *Mortierella sp. 5A*. Определено, что добавка ТФСН в концентрации 2,0 г/л вызывала наибольшее накопление биомассы гриба. При внесении в среду культивирования *Mortierella sp. 5A* добавки ТФСН в количестве 24-80 г/л отмечалось минимальное накопление биомассы и появление только отдельных колоний микромицета.

Таблиця 1

Конверсія добавок ТФСН мікромицетом *Mortierella sp. 5A* при росте на КСС

Добавка		Біомаса, г/л	Кол-во екзобелка в КЖ, мг/мл	Остаток ТФСН на носитеle, г/л	Остаток ТФСН в КЖ, г/л	Конверсія ТФСН, %
Носитель POVDA, г/л	ТФСН, г/л					
20	2,0	4,90	6,1	0,3	-	85,0
40	4,0	3,80	24,3	0,8	-	79,4
40	8,0	3,20	71,4	2,0	-	75,0
40	12,0	2,40	64,3	3,9	1,6	62,5
40	16,0	1,30	17,9	5,8	2,4	55,0
80	24,0	0,30	9,3	11,2	2,8	42,5
80	32,0	0,10	7,0	18,7	4,6	27,2
120	40,0	0,08	5,4	28,6	6,0	13,5
160	50,0	0,06	3,6	41,8	7,4	7,8
200	60,0	0,03	2,9	55,2	8,0	5,2
240	80,0	0,02	1,3	78,4	9,5	2,0

Нахождение в питательной среде добавки ТФСН в количестве 4,0-12,0 г/л повышает способность *Mortierella sp. 5A* продуцировать экзобелки в КЖ по сравнению с остальными вариантами опыта (см. табл. 1). По-видимому, при этих условиях проведения эксперимента микромицет способен пройти стадию адаптации и образовать новые ферментные системы для расщепления ТФСН и обеспечения определенного роста гриба. Дальнейшее увеличение количества добавки (16,0 г/л и более) в питательной среде оказывало ингибирующее влияние на рост *Mortierella sp. 5A*, снижало его физиологическую активность (накопление биомассы, количество экзобелка в КЖ) и как следствие – уменьшалась способность гриба деградировать ТФСН. Максимальная конверсия ТФСН *Mortierella sp. 5A* достигалась при количестве добавки в питательной среде 2,0 г/л. Следовательно, можно сделать вывод, что добавки ТФСН 2,0-4,0 г/л являются наиболее приемлемыми для конверсии грибом *Mortierella sp. 5A*.

Анализ остатков ТФСН после конверсии микромицетами на КСС, содержащей 4,0 г/л добавки, методом ИК-спектроскопии показал, что они имели полосы поглощения, характеризующие наличие в их структуре алифатических, ароматических и функциональных кислородсодержащих групп. На ИК-спектре появлялись полоса слабой интенсивности при 925 см⁻¹ (замещение вокруг бензольного кольца) и полоса поглощения при 1500 см⁻¹ (колебания С-С бензольного кольца), что может указывать на другой путь конверсии ТФСН *Mortierella sp. 5A* по сравнению с *Penicillium sp. 3-98* и *Penicillium sp. 8-98*. Количественная оценка изменений в структуре ТФСН после ее конверсии микромицетами приведена в табл. 2.

Таблиця 2

Оптическая плотность (*E*) полос поглощения ИК-спектров деградированной добавки ТФСН (4,0 г/л) микромицетами на КСС

Варианты опыта	Е полос поглощения см ⁻¹							
	3350	2950	1630	1600	1450	1060	725	69
ТФСН-контроль-(исходный)	0,10	0,64	-	0,14	0,53	0,10	0,12	0,12
<i>Penicillium sp. 3-98</i>	0,21	0,52	0,13	0,17	0,42	0,10	0,10	0,15
<i>Penicillium sp. 8-98</i>	0,14	0,40	0,14	0,18	0,35	0,14	0,10	0,13
<i>Mortierella sp. 5A</i>	0,31	0,67	0,20	0,25	0,61	0,23	0,15	0,19

Как следует из данных табл. 2, наблюдается незначительное увеличение *E* полосы при 1600 см⁻¹ (С-О-связь карбонильной группы в ароматических кислотах, кетонах и ненасыщенных альдегидах). Это предполагает протекание реакций первичного окисления концевых СН₃-групп в алифатических цепях ТФСН. Увеличение *E* полос поглощения при

1300-1150 см^{-1} (С-О-связь карбоновых кислот, эфиров и фенолов) предполагает дальнейшее протекания реакций окисления ТФСН ферментными системами микромицетов. Это дает возможность предположить, что осуществляются как реакции дальнейшего окисления альдегидов до карбоновых кислот, так и непосредственное окисление алифатических цепей в структуре ТФСН.

В свою очередь это приводит к образованию дополнительного количества водородных связей (ОН-группы) между отдельными фрагментами структуры ТФСН за счет внедрения ОН-групп в межуглеродное пространство алифатических цепей. На это указывает и усиление E полосы поглощения при 3350 см^{-1} . Усиление полосы поглощения при 1600 см^{-1} может происходить за счет валентных колебаний С=С-связи ароматического кольца, а также за счет присутствия ОН-групп вокруг бензольного кольца и Н-связи в бензольном кольце. Также для всех ИК-спектров имеет место усиление E полос поглощения в области 2950-2850 см^{-1} (симметрические и асимметрические колебания С-Н-связи алифатических CH_2 - и CH_3 -групп), что предполагает некоторое разрушение структуры ТФСН ферментными системами микромицетов. Некоторое снижение E полос поглощения при 1450-1380 см^{-1} для ИК-спектров остатков ТФСН после конверсии *Penicillium sp.* 3-98 и *Penicillium sp.* 8-98 предполагает разрыв С-С-связи алифатических цепей и отрыв концевых CH_3 -групп. Из табл. 2 также видно, что имеет место изменение в ароматической части добавки ТФСН. Так, несколько увеличивается E полос поглощения в области 870-725 см^{-1} (С-Н-связь ароматического кольца) и при 690-660 см^{-1} (замещение в ароматическом кольце). Исходя из полученных результатов, можно предположить, что конверсия ТФСН микромицетами может идти по пути окислительной деструкции.

Для оценки изменений, которые происходили в структуре ТФСН после ее конверсии грибом *Mortierella sp.* 5А на питательной среде, содержащей глюкозу, проанализированы ИК-спектры остатков ТФСН (2,0-16,0 г/л). Обнаружено, что ИК-спектр остатка ТФСН (2,0 г/л) имеет новую полосу поглощения при 1550 см^{-1} (карбоксильные группы) и при 1270 см^{-1} (ароматические эфиры, главным образом С-О-связь в гидроксильных и фенольных группах) и 1120 см^{-1} (С-О-связь фенольных гидроксидов). На ИК-спектре остатка ТФСН (4,0 г/л) обнаружены новые полосы поглощения при 1220-1100 см^{-1} (область поглощения связи С-О-фенольных гидроксильных групп) и полосы поглощения при 1650 см^{-1} (связь С=О хинонов, соединенных водородными мостиками) [9]. По-видимому, способность *Mortierella sp.* 5А окислять добавку ТФСН будет максимальной тогда, когда ТФСН в питательной среде будет находиться в концентрации 2,0-4,0 г/л. Количественные изменения, происходящие в структуре ТФСН после её конверсии грибом *Mortierella sp.* 5А, представлены в табл. 3.

Таблица 3

Оптическая плотность (E) полос поглощения ИК-спектров деградированной ТФСН грибом *Mortierella sp.* 5А на КСС

ТФСН, г/л	E полос поглощения, см^{-1}								
	3350	2950	1700	1660	1450	1150	1060	725	690
ТФСН-контроль	0,10	0,64	0,12	-	0,42	0,11	0,10	0,12	0,12
2,0	0,22	0,48	0,14	0,24	0,36	0,16	0,19	0,23	0,19
4,0	0,31	0,67	0,20	0,20	0,50	0,20	0,21	0,15	0,19
8,0	0,16	0,73	0,17	0,18	0,53	0,18	0,16	0,13	0,17
12,0	0,10	0,79	0,15	0,16	0,55	0,15	0,10	0,10	0,13
16,0	0,10	0,86	0,14	0,14	0,57	0,15	0,10	0,10	0,12
24,0	0,10	0,90	0,12	0,11	0,60	0,15	0,10	0,10	0,11

Из табл. 3 видно, что способность *Mortierella sp. 5A* деградировать ТФСН зависит от её количества в питательной среде. Подсчитано, что наибольшее усиление E полос поглощения ИК-спектров в области функциональных кислородсодержащих групп характерно для 2,0-8,0 г/л ТФСН и имеет тенденцию к снижению с увеличением количества добавки в питательной среде. Увеличение количества добавки в питательной среде до 12,0-16,0 г/л практически не оказывает влияния на изменение E полос поглощения ИК-спектров при 3350 см^{-1} , 1700 см^{-1} , $1310\text{--}1150\text{ см}^{-1}$ и $1060\text{--}1030\text{ см}^{-1}$, что, возможно, связано с подавлением физиологической активности *Mortierella sp. 5A* и выражается в уменьшении количества деградированной ТФСН. Также наблюдается увеличение E полос поглощения ИК-спектра, характеризующих алифатическую часть ТФСН. Увеличение E полос поглощения ИК-спектра при $2950\text{--}2850\text{ см}^{-1}$ и $1450\text{--}1380\text{ см}^{-1}$ предполагает усиление деформационных колебаний в алифатической части ТФСН и последующий их разрыв по С-С-связи. Наибольшие изменения E полос поглощения в ароматической части ТФСН ($870\text{--}725\text{ см}^{-1}$ и $690\text{--}660\text{ см}^{-1}$) наблюдались тогда, когда ТФСН в питательной среде составляли 2,0-4,0 г/л. Данные табл. 3 показывают, что добавка ТФСН в питательной среде в количестве от 2,0 до 8,0 г/л является наиболее оптимальной для ее конверсии грибом *Mortierella sp. 5A*.

При проведении экспериментов по конверсии ТФСН обнаружено, что в культуральной жидкости в период роста *Mortierella sp. 5A* накапливалось большое количество мелкодисперсных, смолистых включений, которые являются продуктами конверсии ТФСН. Продукты конверсии ТФСН были отделены от КЖ растворением в толуоле с последующим отделением их от самого толуола и обозначены как фракция А – 12,0-24,0 г/л и фракция В – 32,0-80,0 г/л, соответственно, а затем проанализированы методом ИК-спектроскопии. Анализ фракций А и В показал, что они имеют интенсивную полосу поглощения при 1650 см^{-1} (С-О-связь карбоксиллов). Интенсивность полосы поглощения при 1650 см^{-1} также может увеличиваться, если образуется водородная связь между кислотным гидроксидом и хиноном [21] и/или арил-кетон [19]. Наличие полосы поглощения при 1650 см^{-1} на ИК-спектрах остатков ТФСН (2,0-4,0 г/л) после роста *Mortierella sp. 5A* предполагает, что конверсия ТФСН идет за счет окислительных реакций, в результате чего в культуральной жидкости накапливаются окисленные остатки нефти.

В табл. 4 приведены результаты ИК-спектроскопии продуктов конверсии ТФСН (фракции А и В), которые были экстрагированы с носителя POVDA в КЖ после роста *Mortierella sp. 5A*. Видно, что фракции А и В имеют полосы поглощения при 3350 , 1700 и 1600 см^{-1} , $1310\text{--}1150\text{ см}^{-1}$, $1060\text{--}1030\text{ см}^{-1}$, интенсивность которых в 2-3 раза выше, чем для исходной ТФСН. Это предполагает, что продукты конверсии ТФСН являются более окисленными, а также имеют много функциональных кислородсодержащих групп. Увеличение E полос поглощения при $2950\text{--}2850\text{ см}^{-1}$ и $1450\text{--}1380\text{ см}^{-1}$ указывает, что конверсия нефти идет по пути разрушения алифатических цепей в ее структуре. При рассмотрении E полос поглощения, характеризующих ароматическую часть фракций А и В, можно отметить, что интенсивность полос поглощения при $870\text{--}725\text{ см}^{-1}$ и $690\text{--}660\text{ см}^{-1}$ увеличивается незначительно, а интенсивность полосы поглощения при $3030\text{--}3010\text{ см}^{-1}$ (С-Н-связи ароматического кольца) остается без изменения по сравнению с исходной ТФСН. Исходя из полученных результатов можно предположить, что продукты конверсии ТФСН (фракция А и В) в большей степени характеризуют структурные изменения в алифатической составляющей ТФСН, чем в ароматической.

Методом ^1H -ЯМР-спектроскопии обнаружено, что все исследуемые образцы добавок ТФСН после их конверсии микромицетами имеют сигналы химических сдвигов алифатических ($\delta = 0,5\text{--}3,0$ м.д.) и ароматических ($\delta = 6,0\text{--}8,5$ м.д.) протонов, а также протоны гидроксильных фенольных групп ($\delta = 6,0\text{--}5,0$ м.д.).

Таблица 4

Оптическая плотность (E) полос поглощения ИК-спектров деструктированной ТФСН, собранной из КЖ (фракция А – 12,0-24,0 г/л и фракция В – 32,0-80,0 г/л), микромицетом *Mortierella sp. 5A* на КСС

Варианты опыта	Е полос поглощения, см ⁻¹								
	3350	2950	1700	1660	1600	1450	1270	1060	690
ТФСН-контроль	0,10	0,64	0,12	-	0,14	0,42	-	0,10	0,12
Фракция А	0,39	0,45	0,30	0,38	0,34	0,45	0,22	0,36	-
Фракция В	0,32	0,42	0,30	0,30	0,30	0,41	0,21	0,27	-

На основании данных литературы [4] и анализа ¹H-ЯМР-спектров остатков ТФСН после их конверсии, можно принять следующую интерпретацию химических сдвигов: 1) сигнал протонов метильной группы в алифатических фрагментах C_{ал}-CH₃; 2) наиболее интенсивный и разрешенный мультиплет протонов метиленовой группы -CH₂-CH₂-; 3) интенсивный широкий сигнал с несколькими максимумами, которые можно отнести к протонам метильных и метиновых групп, присоединенных к ароматическим, олефиновым и кислородсодержащим углеводородам; 4) интенсивный широкий сигнал с несколькими максимумами можно отнести к протонам замещенных и незамещенных ароматических углеводородов.

Сравнивая ¹H-ЯМР-спектры исходной ТФСН и деградированной ТФСН после роста гриба *Mortierella sp. 5A*, можно заключить, что происходит снижение интенсивности сигналов химических сдвигов протонов в области 0,5-3,0 м.д. Также обнаружено, что интенсивность сигналов в области химических сдвигов при 1,65-3,0 м.д. имеет тенденцию к снижению.

По результатам анализа ¹H-ЯМР-спектроскопии проведено количественное определение доли ароматических и алифатических протонов в исследуемых образцах ТФСН после их конверсии. Определение доли алифатических и ароматических протонов проводили путем соизмерения интегральных интенсивностей сигналов ¹H-ЯМР-спектров в области алифатических и ароматических протонов (табл. 5).

Таблица 5

Соотношение $H_{ар}/H_{ал}$ протонов в остатках ТФСН после конверсии *Mortierella sp. 5A* на КСС по данным ¹H-ЯМР-спектроскопии

Варианты опыта	Содержание протонов, %		Соотношение $H_{ар}/H_{ал}$
	$H_{ар}$	$H_{ал}$	
ТФСН - контроль	11,7	88,2	0,13
Деградированный остаток ТФСН (4,0 г/л)	15,5	84,5	0,18
Фракция А	14,5	85,5	0,17

Из табл. 5 видно, что деградированная грибом ТФСН имела больше ароматических структур (15,5%), а соотношение $H_{ар}/H_{ал}$ протонов увеличивается до 0,18 по сравнению с исходной ТФСН. Также подсчитано, что соотношение $H_{ар}/H_{ал}$ у добавки ТФСН (4,0 г/л) после ее конверсии и у собранной из КЖ фракции А практически одинаково.

В настоящее время существует точка зрения, согласно которой биоконверсия углеродного субстрата микроорганизмами может идти по трем основным направлениям: действие энзимов, основных метаболитов и микробиологических хелаторов [16], в результате чего имеет место разрыв различных связей в углеродной структуре. Результаты, приведенные в этой статье, предполагают, что деградация ТФСН идет по пути окислительной деструкции. Данные табл. 2 иллюстрируют, что после роста микромицетов на питательной среде с добавкой ТФСН (4,0 г/л) наблюдаются изменения интенсивности полос поглощения ИК-спектров. Материалы табл. 3 демонстрируют взаимосвязь между

количеством добавки ТФСН в питательной среде и E полос поглощения ИК-спектров после деградации нефти *Mortierella sp. 5A*. Из табл. 1 и 3 видно, что интенсивность полос поглощения ИК-спектров остатков ТФСН зависит от количества добавки ТФСН в питательной среде и от способности *Mortierella sp. 5A* продуцировать экзоферменты в КЖ. Можно сделать вывод о том, что вышеуказанная взаимосвязь свидетельствует о способности микромицетов продуцировать специальные ферментные системы в питательную среду для окисления и последующей конверсии углеродного субстрата ТФСН. По данным работы [18], в состав ферментных систем, продуцируемых микромицетами в КЖ, входят оксидазы и пероксидазы, содержащие активный кислород и способные переносить его на поверхность углеродного субстрата.

Для выяснения предполагаемого механизма конверсии ТФСН грибами проанализированы ИК-спектры экзоферментов микромицета *Mortierella sp. 5A*, произрастающего на питательной среде Чапека с глюкозой (20,0 г/л – контроль) и на среде с ТФСН (16,0 г/л). Обнаружено, что ИК-спектры экзоферментов имели хорошо разрешенные полосы поглощения при 3400, 2920-2850, 1630, 1100, 870, 610 и 540 см^{-1} . Однако ИК-спектр экзоферментов (добавка ТФСН) характеризовался большей интенсивностью полосы поглощения при 1100 см^{-1} (колебания С-О-связи в ангидридах, лактонах, эфирах, фенолах, эпоксидах и карбонил-карбонатах), и как следствие увеличивалась интенсивность полос поглощения при 3400 и 1630 см^{-1} (образование водородной связи между фенол-фенольным и фенол-карбоксылным гидроксиллом). При уменьшении интенсивности полосы поглощения при 1380 см^{-1} и её смещении до 1400 см^{-1} (наличие высокого замещения в ароматическом кольце) также имеет место. В ИК-спектре экзоферментов с добавкой ТФСН появлялись новые полосы поглощения при 1000 см^{-1} (С-О-связь кетонов и деформационные колебания ОН-связи спиртов) и при 930 и 820 см^{-1} (С-Н-связь ароматического кольца). По-видимому, полосы поглощения при 1100 см^{-1} и при 3400 и 1630 см^{-1} могут характеризовать наличие активного кислорода в структуре экзоферментов, который проявлял высокие окислительные свойства. Анализ ИК-спектра показал, что питательная среда Чапека, содержащая добавку ТФСН, способна влиять на физиологическую активность *Mortierella sp. 5A*. Очевидно, микромицет продуцировал ферментные системы, содержащие большое количество активного кислорода для конверсии ТФСН. Сравнительная количественная оценка интенсивности полос поглощения ИК-спектров экзоферментов, полученных при росте гриба *Mortierella sp. 5A* на питательной среде Чапека с глюкозой (20,0 г/л – контроль) и на среде Чапека, содержащей добавку ТФСН (16,0 г/л), приведена в табл. 6. Видно, что E полоса поглощения при 1100 см^{-1} увеличивалась в 1,6 раза, а полосы поглощения при 3400 и 1630 см^{-1} – в 1,8-1,3 раза по сравнению с полосами ИК-спектра экзоферментов без добавки ТФСН (контроль).

Таблица 6

Оптическая плотность (E) полос ИК-спектров экзоферментов гриба *Mortierella sp. 5A*, произрастающего на питательной среде Чапека, содержащей глюкозу (20 г/л)

Варианты опыта	E полосы поглощения, см^{-1}								
	3400	2920	1630	1400	1380	1100	1000-930	870	610
Экзофермент гриба без ТФСН	0,32	0,10	0,20	-	0,28	0,58	-	0,13	0,15
ТФСН, 16,0 г/л	0,46	0,10	0,26	0,18	-	0,91	0,35	0,14	0,21

Выводы

Использование носителя POVDA позволяет удерживать добавку нефти на своей поверхности, и это увеличивает площадь контакта ТФСН с питательной средой, что позволяет эффективно её деградировать микромицетам. Наибольшая конверсия ТФСН *Mortierella sp. 5A* наблюдается, когда её количество в картофельно-сахарозной среде (КСС) составляет 2,0-8,0 г/л. Анализ ИК- и ^1H -ЯМР-спектроскопии остатков ТФСН после конверсии микромицетами показал, что разрушение ТФСН идет по пути окислительной деструкции.

Список литературы

1. Головченко А. В. Влияние нефти на численность биомассы и жизнестойкость грибов в верхних торфяниках / А. Головченко, Л. Полянская // Микробиология. – 2001. – Т. 70, № 1. – С. 111-117.
2. Дарбе А. Практическая химия белка / А. Дарбе. – М.: Мир, 1989. – 623 с.
3. Емцев В. Т. Микробная биоремедиация нефтезагрязненных почв / В. Т. Емцев, О. В. Селицкая, Д. С. Станкевич // Тр. Междунар. конф. "Проблемы микробиологии и биотехнологии". – Минск: Беларусь, 1998. – С. 167-168.
4. Жунке А. Ядерный магнитный резонанс в органической химии / А. Жунке. – М.: Мир, 1974. – 176 с.
5. Иванов В. Н. Активность некоторых эколого-трофических групп микроорганизмов при загрязнении чернозема обыкновенного углеводородами нефти / В. Н. Иванов, А. Н. Дульгеров, Е. В. Стабникова // Микробиол. журн. – 1994. – Т. 56, № 6. – С. 58-65.
6. Кинделл Д. Прикладная инфракрасная спектроскопия / Д. Кинделл. – М.: Мир, 1970. – 376 с.
7. Киреева Н. А. Микромицеты почв, загрязненных нефтью и фитотоксичность / Н. А. Киреева, Н. Ф. Галямзянова, А. М. Мифтахова // Микология и фитопатология. – 2000. – Т. 34, № 1. – С. 36-41.
8. Лакин Г. Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин. – М.: Высш. шк., 1980. – 291 с.
9. Ларина И. К. Физические и физико-химические методы исследования молекулярного строения углей / И. К. Ларина, В. И. Касаточкин // Химия твердого топлива. – 1969. – № 4. – С. 49-56.
10. Использование микробов-деструкторов в очистке сточных вод от нефтепродуктов / Н. И. Павленко, В. В. Изжуева, Л. М. Ханкина, Т. Н. Карпова, Л. В. Головкин // Микробиол. журн. – 1998. – Т. 60, № 2. – С. 85-90.
11. Семенов С. М. Лабораторные среды для актиномицетов и грибов. Справочник / С. М. Семенов. – М.: Агропромиздат, 1990. – 240 с.
12. Смит А. Прикладная инфракрасная спектроскопия / А. Смит. – М.: Мир, 1982. – 327 с.
13. Стабникова Е. В. Скрининг носителя для бактерий, очищающих почву от нефтяных загрязнений / Е. В. Стабникова // Микробиол. журн. – 1998. – Т. 60, № 2. – С. 85-90.
14. Шевкопляс В. Н. Использование носителя нефтяной добавки POVDA для повышения метаболизующей способности микромицетов / В. Н. Шевкопляс, М. И. Бойко // Проблемы экологии та охорони природи техногенного регіону. – Донецьк: ДонНУ, 2005. – Вип. 5. – С. 158-164.
15. Шевкопляс В. Н. Состояние и перспективы применения биологического способа утилизации отходов нефтехимии и углехимии / В. Н. Шевкопляс, В. И. Саранчук // Сб. науч. тр. Междун. конф. "Экологические проблемы городов и рекреационных зон". – Одесса, 1999. – С. 151-159.
16. Characterization of liquefaction / solubilization mechanisms of Spanish coals newly isolated microorganisms / F. Laborda, M. F. Redondo, N. Luna, I. F. Menisteral // Proceedings of 8th Intern. Conf. on Coal Science. – Oviedo, Spain, 1995. – V. 3. – P. 1387-1390.
17. Landias P. In situ examination of coal macerals oxidation by micro-FT-i.r.-spectroscopy / P. Landias, A. Rochdi // Fuel. – 1993. – V. 72, N 10. – P. 1393-1401.
18. Biodegradation of hard coal and its organic extract by selected microorganism / B. Osipiwicz, A. Jablonski, S. Jasienko, A. Rymkiewicz // Fuel. – 1994. – V. 73, N 12. – P. 1858-1862.
19. Painter P. C. Application of Fourier-transform infrared spectroscopy to the characterization of fractional coal liquid / P. C. Painter, M. M. Coleman // Fuel. – 1979. – V. 58, N 4. – P. 301-308.

20. *Enzymatic dissolution of preswollen coal and heavy crude oil* / L. Pacheco, W. Higuera, A. Zamora, A. Villagas, J. M. Rincon / *Proceedings of 9th Intern. Conf. on Coal Science*. – Essen, Germany, 1997. – V. 3. – P. 1611–1614.

21. *Robin P. L.* Contribution of molecular water in the infrared spectra of kerogen and coal / *P. L. Robin, Rouxhet // Fuel*. – 1976. – V. 55, N 7. – P. 177–483.

Шевкопляс В. М., Бойко М. І. Конверсія важких фракцій сирової нафти мікроміцетами родів *Mortierella* (Coem.) і *Penicillium* (Link ex Fr.) та її аналіз методами ІЧ- і ¹H-ЯМР-спектроскопії. – Показано можливість використання мікроміцетів родів *Mortierella* і *Penicillium* для деградації важких фракцій сирової нафти (ВФСН). Визначено взаємозв'язок між фізіологічною активністю мікроміцетів і кількістю доданої ВФСН у живильні середовища та здатністю мікроміцетів у певній мірі змінювати структуру нафти, що підтверджується методами ІЧ- та ¹H-ЯМР-спектроскопії. Припускається, що конверсія ВФСН йде шляхом окислювальної деструкції за участю екзобілків мікроміцетів.

Ключові слова: міксоміцети родів *Mortierella* і *Penicillium*, конверсія, ВФСН, ІЧ- та ¹H-ЯМР-спектроскопія, механізми.

Shevkoplyas V. N., Boyko M. I. Conversion of raw oil tailings by micromycetes *Mortierella* (Coem.), *Penicillium* (Link ex Fr.) and its analysis by infrared and NMR spectroscopy methods. – The possibility of using of the carrier (POVDA) to convert the heavy crude oil (HCO) by micromycetes species *Penicillium* and *Mortierella* has been studied. Relationship between the physiological activities of micromycetes, yield loaded addition to nutrient medium and ability of micromycetes to utilize HCO have been found. Methods of i.r.- and ¹H-n.m.r.-spectroscopy for elucidation of the HCO conversion mechanism by micromycetes were used. It has been suggested that the HCO conversion trended to the pathway of oxidative destruction with micromycetes extracellular proteins participating.

Key words: micromycetes *Mortierella*, *Penicillium*, carrier, heavy crude oil (HCO), physiological activity, degradation, i.r.- and ¹H-n.m.r.-spectroscopy, mechanisms.

ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ТА ПРИКЛАДНІ ПРОБЛЕМИ БІОФІЗИКИ І ФІЗІОЛОГІЇ
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БИОФИЗИКИ И ФИЗИОЛОГИИ
FUNDAMENTAL AND APPLIED PROBLEMS OF BIOPHYSICS AND PHYSIOLOGY

УДК 57.03 : 57.044

© О. И. Доценко, Е. О. Драгушенко
ВЛИЯНИЕ АЛЛОКСАНА НА ГЕМОЛИТИЧЕСКУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ
И АТФ-АЗНУЮ АКТИВНОСТЬ ЭРИТРОЦИТОВ

Донецкий национальный университет; 83050, г. Донецк, ул. Щорса, 46
e-mail: dots_don@ukr.net

Доценко О. И., Драгушенко Е. О. Влияние аллоксана на гемолитическую устойчивость и АТФ-азную активность эритроцитов. – В работе анализируются зависимости "доза – эффект" для области концентраций аллоксана 10^{-4} – 10^{-9} М. В качестве измеряемых характеристик, отражающих действие аллоксана на клетку, использовали кинетические параметры кислотного гемолиза эритроцитов и активность трансмембранного фермента АТФ-азы.

Ключевые слова: аллоксан, эритроциты, кинетические параметры гемолиза, АТФ-азная активность.

Введение

Аллоксан в соответствующих дозах вызывает гибель инсулинпродуцирующих β -клеток в островках поджелудочной железы *in vivo*, что связывается с продуцированием во внеклеточной среде и непосредственно в β -клетках супероксидных радикалов ($O_2^{\cdot-}$) [1, 2]. Согласно свободнорадикальной теории диабетогенеза в островке β -клеток поджелудочной железы аллоксан восстанавливается до диалуриновой кислоты, и после его автоокисления образуются $O_2^{\cdot-}$ и перекись водорода (как продукт ферментативного дисмутирования $O_2^{\cdot-}$) [3]. Образующаяся H_2O_2 по реакциям Габера-Вейса ($Fe^{+3} + O_2^{\cdot-} \rightarrow Fe^{+2} + O_2$) и Фентона ($H_2O_2 + Fe^{+2} \rightarrow HO\cdot + HO\cdot + Fe^{+3}$) является источником высокотоксичных для различных биосистем гидроксильных радикалов ($HO\cdot$). В частности, $HO\cdot$ нарушает синтез инсулина, выброс инсулина [4], метаболизм глюкозы и потребление кислорода [5]. В 1967 г. Сье и Буарон, исследуя диабетогенное действие аллоксана, установили: если инъекции концентрированного аллоксана предшествует введение потенцированного аллоксана, то сахарный диабет у мышей не развивается. Если же вначале вводится концентрированный аллоксан и лишь потом потенцированный аллоксан, то диабет развивается в слабой форме.

Аллоксановый диабет позволяет моделировать поведение организма при инсулиновой недостаточности, что позволяет более глубоко изучить данный процесс.

В связи с вышесказанным *цель* работы состояла в изучении влияния различных доз аллоксана (10^{-4} – 10^{-9} М) на гемолитическую устойчивость и АТФ-азную активность эритроцитов.

Материал и методы исследования

Раствор аллоксана ($C=1\cdot 10^{-3}$ М) готовили растворением точной навески в физиологическом растворе.

Для приготовления суспензии эритроцитов 0,02 мл крови вносили в 10 мл физиологического раствора.

Суспензию эритроцитов с добавками различных доз аллоксана инкубировали при 37°C в течение 3-х часов. В ходе исследования были изучены серии растворов с концентрациями аллоксана в них 10^{-4} – 10^{-9} М. Каждые 20 мин проводили кислотный гемолиз и определяли АТФ-азную активность. В качестве контроля использовали пробу, содержащую вместо аллоксана 0,2 мл физиологического раствора (без инкубирования). Контрольную серию суспензий эритроцитов, не содержащую аллоксан, также инкубировали в течение 3-х часов и каждые 20 мин определяли исследуемые показатели.

Изучение *динамики кислотного гемолиза* проводили на длине волны 650 нм (длина волны, при которой оптическая плотность образцов зависит от светорассеяния эритромаcсы).

Измерения оптической плотности взвеси эритроцитов после добавления равного количества гемолитика производили с временным интервалом 1 сек в автоматическом режиме. По спектрам поглощения гемолиза рассчитывали первые производные спектров (эритрограммы), которые использовали для анализа положения и интенсивности максимумов эритрограмм и определения константы гемолиза $(k_{t_{1/2}})$ -величины, обратной времени полураспада клеток. $k_{t_{1/2}} = 1/t_{1/2}$, $t_{1/2}$ – время, за которое распадается 50% клеточной фракции.

Однако величина $k_{t_{1/2}}$ дает усредненную характеристику гемолиза. На самом деле этот процесс многоступенчатый, и на кинетической кривой можно выделить ряд стадий.

Установлено, что скорость гемолиза эритроцитов хорошо описывается кинетическими уравнениями первого порядка с независимой от времени константой скорости k_2 . В этом случае для зависимости оптической плотности D от времени t справедливы соотношения:

$$\frac{dD}{dt} = -k_2 D \quad (1)$$

$$D_t = D_0 e^{-k_2 t} \quad (2)$$

$$\ln D_t = -k_2 t + \ln D_0 \quad (3)$$

Согласно уравнению 3 между логарифмом оптической плотности раствора и временем гемолиза должна наблюдаться линейная зависимость, и по тангенсу угла наклона касательной, проведенной к линейному участку зависимости $\ln D - t$, можно определить константу скорости выхода гемоглобина из клетки.

Абсцисса точки пересечения двух касательных, проведенных через точки лаг-фазы и наклонного линейного участка, соответствует времени (t_1) окончания подготовительных процессов в клетке и началу выхода гемоглобина [6]. t_1 находили совместным решением двух уравнений. Первое уравнение – уравнение касательной, проведенной к горизонтальному участку зависимости $\ln D - t$, второе уравнение – уравнение касательной, проведенной к наклонному участку зависимости $\ln D - t$. Константа скорости лаг-фазы $k_1 = 1/t_1$.

Активность АТФ-азы эритроцитов определяли по количеству неорганического фосфора, образованного при ферментативном гидролизе АТФ [7]. Реакцию проводили добавлением к 0,5 мл гемолизата 1,5 мл инкубационной среды, содержащей АТФ. В эксперименте использовали инкубационные среды следующего состава (мМ): среда 1 – NaCl – 125, KCl – 25, MgCl₂ – 3, ЭДТА – 0,5, АТФ – 2, трис-HCl – 50, pH 7,4; среда 2 – KCl – 125, MgCl₂ – 3, ЭДТА – 0,5, АТФ – 2, трис-HCl – 50, pH 7,4. Пробу инкубировали 1 час при 37°C. Реакцию останавливали добавлением 0,2 мл ТХУ 45%. После этого пробу центрифугировали 10 мин при 3000 об/мин. В надосадочной жидкости определяли количество фосфат-ионов, используя цветную реакцию с молибдатом аммония. Количество неорганического фосфора рассчитывали с использованием калибровочной зависимости, построенной для растворов калия фосфорнокислого однозамещенного (KH₂PO₄) точной концентрации.

Ферментативную активность выражали в мкМ фосфат-ионов, образуемых в процессе ферментативного гидролиза АТФ за 1 мин, в пересчете на 1 мг Hb в пробе.

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

Для определения кинетических параметров гемолиза использовали зависимости $\ln D - t$. Изменение времени завершения лаг-фазы гемолиза по отношению к контролю от двух факторов – концентрации введенного аллоксана и времени инкубирования – показано на рис. 1.

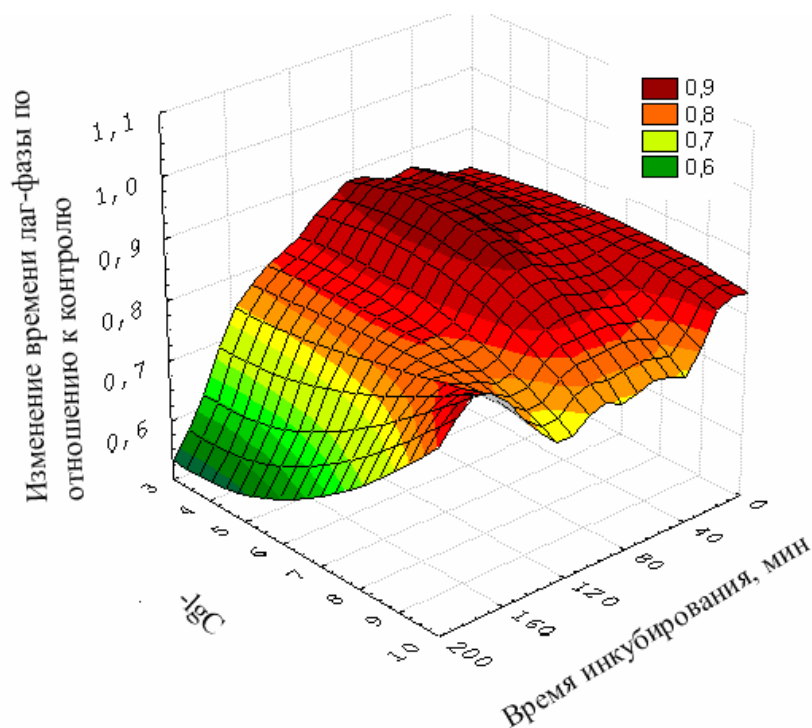


Рис. 1. Изменение времени лаг-фазы гемолиза по отношению к контролю от двух факторов – концентрации введенного аллоксана и времени инкубирования.

Для эритроцитов, инкубируемых с аллоксаном в концентрациях 10^{-4} и 10^{-5} М, время завершения лаг-фазы ниже контроля и сокращается с увеличением времени инкубирования. Для эритроцитов, инкубируемых с аллоксаном в концентрациях 10^{-6} , 10^{-7} , 10^{-8} М, время протекания лаг-фазы в течение первых 20-ти минут эксперимента ниже контроля, а затем наблюдается рост лаг-фазы. Через 100 мин от начала эксперимента время протекания лаг-фазы приближается к уровню контроля для суспензий, содержащих аллоксан в концентрациях 10^{-6} , 10^{-7} М, и, через 80 мин – 10^{-8} М. Для эритроцитов, инкубируемых с аллоксаном в концентрации 10^{-9} М, время протекания лаг-фазы вначале эксперимента находится на уровне контроля и затем, с увеличением времени инкубирования, снижается.

Зависимость среднего времени завершения лаг-фазы по отношению к контролю от концентрации введенного аллоксана показана на рис. 2, А. Точке 0 соответствует изменение среднего времени завершения лаг-фазы по отношению к контролю серии суспензий эритроцитов, инкубируемых без аллоксана при 37°C . Видно, что снижение концентрации аллоксана в среде инкубирования приводит к росту среднего времени лаг-фазы гемолиза. Среднее время протекания лаг-фазы максимально для концентраций аллоксана 10^{-6} , 10^{-7} , 10^{-8} М. Обращает на себя внимание тот факт, среднее время протекания лаг-фазы сильно снижается при концентрации аллоксана 10^{-9} М (рис. 2, А).

На рис. 2, Б показана полученная нами зависимость "доза – эффект" для параметра $k_{t_{1/2}}$. Этот параметр находится в противофазе ко времени завершения лаг-фазы гемолиза. При концентрациях аллоксана 10^{-6} , 10^{-7} М $k_{t_{1/2}}$ практически находится на уровне контроля, выше и ниже указанных концентраций средние значения $k_{t_{1/2}}$ достоверно превышают $k_{t_{1/2}}$ (среднее), полученное для контрольной серии (эритроциты инкубировали в среде без аллоксана в течение 3-х часов).

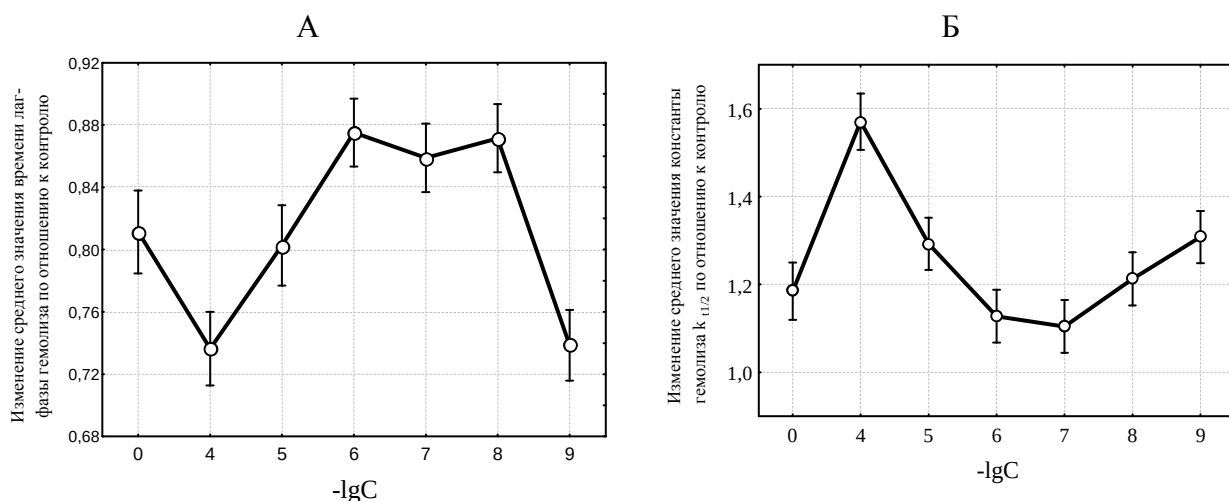


Рис. 2. Изменение среднего времени завершения лаг-фазы гемоллиза (А) и усредненных значений $k_{t_{1/2}}$ (Б) по отношению к контролю в зависимости от концентрации введенного аллоксана.

На рис. 3, А показано изменение константы гемоллиза (константы скорости выхода гемоглобина из клетки) в зависимости от двух факторов: концентрации введенного аллоксана и времени инкубирования. Самые высокие константы гемоллиза фиксируются для систем с концентрацией аллоксана 10^{-4} М. В конце эксперимента константы гемоллиза для суспензий эритроцитов с данной концентрацией аллоксана в 1,85-2 раза превышают уровень контроля. Уменьшение концентрации аллоксана приводит к снижению констант гемоллиза. Тенденция изменения средних значений констант скоростей выхода гемоглобина относительно уровня контроля показана на рис. 3, Б. Видно, что самые высокие значения констант гемоллиза наблюдаются в сериях с аллоксаном, присутствующем в концентрациях 10^{-4} и 10^{-5} М. Снижение концентраций аллоксана приводит к снижению константы гемоллиза k_2 .

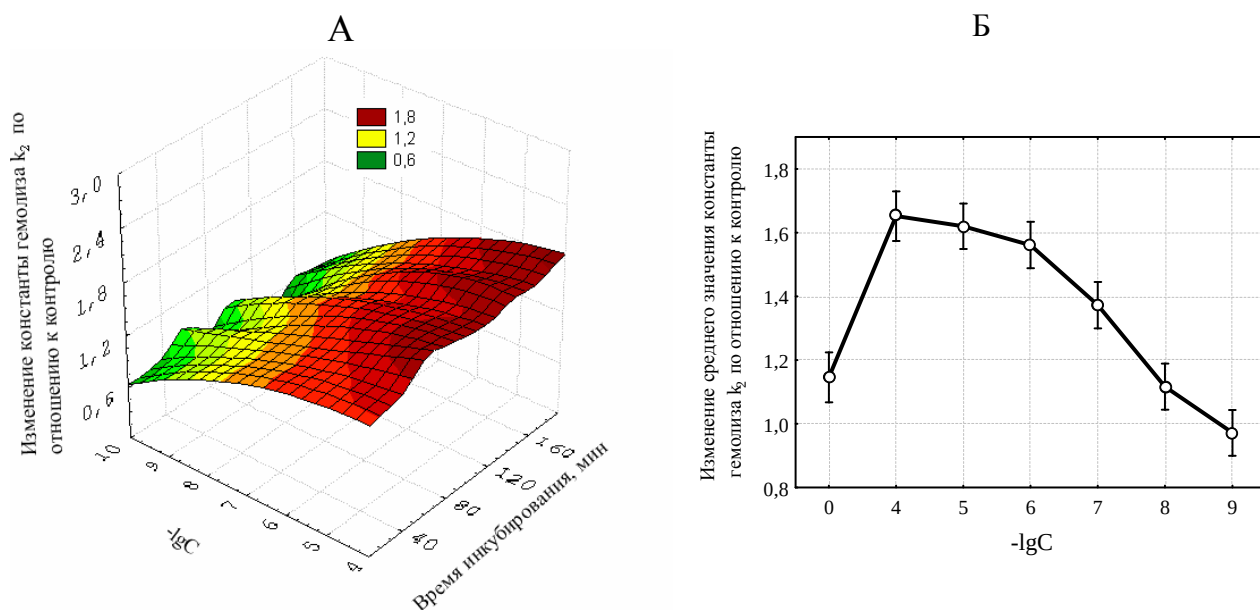


Рис. 3. А – изменение константы гемоллиза k_2 по отношению к контролю от двух факторов – концентрации введенного аллоксана и времени инкубирования; Б – изменение среднего значения константы гемоллиза k_2 по отношению к контролю в зависимости от концентрации введенного аллоксана.

Одним из наиболее чувствительных показателей влияния физических факторов на состояние плазматической мембраны является изменение активности мембраносвязанных ферментов. Одним из важнейших мембраносвязанных ферментов эритроцитов является АТФ-аза. Как известно, этот фермент, кроме активного центра, имеет два типа кардинальных центров связывания для ионов K^+ и Na^+ , оказывающих влияние друг на друга. В связи с этим активность АТФ-азы в значительной степени зависит от концентраций этих ионов во внутриклеточной и внеклеточной среде [8]. Среда 1, с высоким содержанием ионов Na^+ (125 мМ) и низким K^+ , обеспечивает оптимальную активность АТФ-азы. Высокое содержание ионов K^+ в среде (состав среды 2) инактивирует фермент, поскольку эти ионы обладают высоким сродством не только к собственным центрам, но и к Na^+ – центрам.

На рис. 4. показано изменение активности АТФ-азы по отношению к контролю от двух факторов – концентрации введенного аллоксана и времени инкубирования.

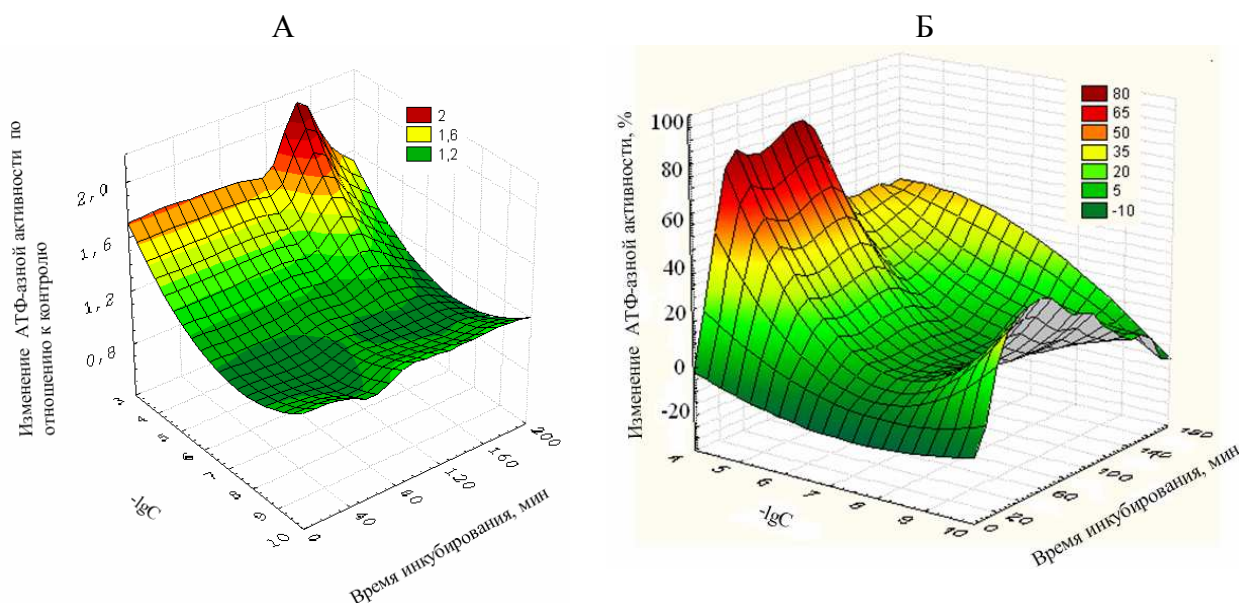


Рис. 4. А – изменение активности АТФ-азы по отношению к контролю от двух факторов – концентрации введенного аллоксана и времени инкубирования, определенной в среде 1; Б – изменение активности АТФ-азы (в %), определенной в среде 2, относительно активности, определенной в среде 1.

Отмечено увеличение активности мембраносвязанной АТФ-азы эритроцитов от концентрации аллоксана в среде инкубирования. Видно (рис. 4, А), что концентрации аллоксана 10^{-6} , 10^{-7} М достоверно не изменяют активности АТФ-азы по сравнению с контролем. Снижение концентрации аллоксана до 10^{-9} М приводит к росту (незначительному, в 1,2 раза относительно контроля) активности АТФ-азы.

В среде 2 (не содержащей ионов Na^+ , с высокой концентрацией K^+) активность АТФ-азы эритроцитов, не подвергавшихся действию аллоксана, снижается в среднем на $8,87 \pm 1,87\%$ (рис. 4, Б, точка "0" на временной шкале). Однако АТФ-азная активность эритроцитов, инкубированных предварительно с аллоксаном в концентрациях 10^{-4} , 10^{-5} М, существенно возрастает (инкубирование в течение 90 мин приводит к росту активности на 60-80%). Полученные результаты свидетельствуют о том, что аллоксан связывается с белками эритроцитов, занимая места в центрах связывания калия. Увеличение концентрации K^+ в среде может снижать действие аллоксана (как это описано для уабаина [9]). Кроме того, рост АТФ-азной активности в среде 2 свидетельствует также о накоплении ионов Na^+ внутри клетки. При действии аллоксана в течение 90 мин в концентрации 10^{-6} М активность фермента в среде 2 снижается на 2-6%, а в концентрации 10^{-7} М активность остается ниже (на 3-7%), по сравнению со средой 1, в течение всего эксперимента. Таким образом, аллоксан в концентрациях 10^{-6} и 10^{-7} М не оказывает значимого влияния на структуру и свойства

связанной воды, поэтому увеличение концентрации K^+ в среде практически полностью снимает его действие. Аллоксан в концентрациях 10^{-8} и 10^{-9} М оказывает более выраженное действие на клетку, что находит свое отражение в росте АТФ-азной активности в среде, не содержащей Na^+ .

Полученные результаты по активности АТФ-азы хорошо согласуются с приводимыми выше данными по изменению времени протекания лаг-фазы гемолиза и $k_{t_{1/2}}$.

Эффекторное действие вещества может быть обусловлено его неспецифическим связыванием с мембранами, с определенными участками белка, а также с изменением подвижности и структуры приповерхностной воды, влияющей на конформацию белка. Кроме того [9], вода может связываться, поляризоваться и ориентироваться самой Na,K -зависимой АТФ-азой.

Увеличение активности Na,K -зависимой АТФ-азы может быть связано с изменением взаимодействий цитоскелет мембрана, возникающих при изменении подвижности и структуры приповерхностной воды, влияющей на конформацию белка. Это предположение кажется более вероятным, о чем свидетельствует эффект низких концентраций аллоксана (10^{-9} М).

В настоящее время показано [10], что при действии малых и сверхмалых доз на биологические объекты могут наблюдаться достоверные эффекты как отличающиеся от обнаруженных при действии больших доз, так и совпадающие с ними. Отсутствие эффекта при достижении "достаточно больших" (или "достаточно низких") концентраций не означает его отсутствия при действии более высоких (более низких) концентраций. Так, например, мы наблюдали отсутствие эффекта аллоксана в области концентраций 10^{-6} – 10^{-7} М. Факт отсутствия биологического ответа в этой области является одной из необъясненных закономерностей эффектов действия малых доз, наблюдаемых практически во всех экспериментальных работах.

Выводы

1. Аллоксан, связываясь с группами белков эритроцитов, оказывает дестабилизирующее действие на клетку, что находит свое отражение в увеличении лаг-фазы гемолиза эритроцитов, параметра $k_{t_{1/2}}$, увеличении активности Na,K -зависимой АТФ-азы в среде с высоким содержанием K^+ , не содержащей Na^+ . Полученные экспериментальные данные указывают на дестабилизацию внутриклеточной воды эритроцитов и накопление Na^+ внутри клетки.

2. Аллоксан в концентрациях 10^{-6} и 10^{-7} М не оказывает значимого влияния на структуру и свойства связанной воды, в связи с чем увеличение концентрации K^+ в среде практически полностью снимает его действие.

Список литературы

1. Grankvist K. Influence of trace metals on alloxan cytotoxicity in pancreatic islets / K. Grankvist, S. Marklund, I. B. Täljedal // FEBS Lett. – 1979. – V. 105. – P. 15–18.
2. Fischer L. J. Inhibition of alloxan action in isolated pancreatic islets by superoxide dismutase, catalase, and a metal chelator / L. J. Fischer, S. A. Hamburger // Diabetes. – 1980. – V. 29 (3). – P. 213–216.
3. Szkudelski T. The Mechanism of Alloxan and Streptozotocin Action in B Cells of the Rat Pancreas / T. Szkudelski // Physiol. Res. – 2001. – V. 50. – P. 536–546.
4. Idahl L. A. Alloxan cytotoxicity in vitro. Inhibition of rubidium ion pumping in pancreatic beta-cells / L. A. Idahl, A. Lernmark, J. Sehlin, I. B. Täljedal // Biochem. J. – 1977. – V. 162. – P. 9–18.
5. Borg H. Effects in vitro of alloxan on the glucose metabolism of mouse pancreatic B-cells / H. Borg, S. J. Eide, A. Anderson, C. Hellerström // Biochem. J. – 1979. – V. 182. – P. 797–802.

6. Черницкий Е. А. Термогемоллиз эритроцитов / Е. А. Черницкий, И. В. Ямайкина // Биофизика. – 1988. – Т. 33, вып. 2. – С. 319–322.
7. Рязанцев Н. В. Структурные нарушения и изменения активности $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ -АТФ-азы в мембранах эритроцитов у пациентов с неврологическими расстройствами / Н. В. Рязанцев, В. В. Новицкий // Бюлл. эксп. биологии и медицины. – 2002. – Т. 134, № 7. – С. 85–88.
8. Blostein R. Side-specific Effects of Sodium on (Na,K)-ATPase. Studies with inside-out red cell membrane vesicles / R. Blostein // J. Biol. Chem. – 1979. – V. 254. – P. 6673–6677.
9. Линг Г. Физическая теория живой клетки: незамеченная революция / Г. Линг. – СПб.: Наука, 2008. – 376 с.
10. Гуревич К. Г. Закономерности и возможные механизмы действия сверхмалых доз биологически активных веществ / К. Г. Гуревич // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 2, химия. – 2002. – Т. 42, № 2. – С. 131–134.

Доценко О. І., Друзищенко Е. О. Вплив аллоксану на гемолітичну стійкість та АТФ-азну активність еритроцитів. – У роботі аналізуються залежності "доза – ефект" для області концентрацій аллоксану 10^{-4} – 10^{-9} М. У якості вимірюваних характеристик, що відбивають дію аллоксану на клітину, використовували кінетичні параметри кислотного гемолізу еритроцитів та активність трансмембранного ферменту АТФ-ази.

Ключові слова: аллоксан, еритроцити, кінетичні параметри гемолізу, АТФ-азна активність.

Dotsenko O. I., Dragushchenko E. O. Influence alloxan on haemolytic stability and ATP-ase activity erythrocytes. – In this work were analyzed the dependences "dose – effect" for range of alloxan's concentration 10^{-4} – 10^{-9} mol/l. As the measured characteristics reflecting action of alloxan on a cell used kinetic parametres erythrocytes of the acid haemolysis and transmembrane enzyme ATP-ase activity.

Key words: alloxan, erythrocytes, kinetic parametres haemolysis, ATP-ase activity.

© Л. В. Говта

ФАЦИОМЕТРИЧЕСКИЕ МАРКЕРЫ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ ИНДИВИДУАЛЬНОСТИ

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

Говта Л. В. Фациометрические маркеры психофизиологической индивидуальности. – В статье рассматриваются вопросы применения биометрических технологий в психофизиологических исследованиях. Выявлена взаимосвязь фациометрических методов диагностики с индивидуальными психофизиологическими качествами человека.

Ключевые слова: биометрия, психофизиология, мотивация.

Введение

Нередко, принимая какое-то решение и понимая необходимость действовать, человек не спешит выполнить его. Многие из нас, проснувшись утром и понимая, что надо вставать, не сразу делают это и нежатся в постели хоть несколько минут. Даже психологи не всегда могут объяснить, почему люди иногда ничего не предпринимают для осуществления своих планов, решений, удовлетворения даже остро необходимых потребностей. Когда люди, обладающие необходимыми знаниями, придерживающиеся близких убеждений и взглядов на жизнь, с разной степенью интенсивности приступают к решению стоящей перед ними задачи, или когда при столкновении с трудностями одни из них прекращают свои попытки, а другие действуют с удвоенной энергией – эти явления связывают с такой особенностью психики, как воля. **Воля** – это сознательное регулирование человеком своего поведения и деятельности, выраженное в умении преодолевать внутренние и внешние трудности при совершении целенаправленных действий и поступков. Задачей воли является управление нашим поведением, сознательная саморегуляция нашей активности, особенно в тех случаях, когда возникают препятствия для нормальной жизни. Функцией волевой регуляции является повышение эффективности соответствующей деятельности, а волевое действие предстает как сознательное, целенаправленное действие человека по преодолению внешних и внутренних препятствий с помощью волевых усилий, что в свою очередь очень актуально отражает процедура биологически обратной связи.

Существует множество психологических работ, связанных с описанием волевой характеристики человека, но до сих пор нет конкретных и однозначных способов и методов ее определения. В настоящее время активно развиваются биометрические технологии – методы и технические средства получения и использования биометрических данных человека в целях его идентификации. **Биометрическая характеристика** – это измеримая физиологическая (регистрация радужной оболочки глаза, отпечатков пальцев, лица, кисти рук, сетчатки) или поведенческая (регистрация голоса и подписи, динамика нажатия клавиш на клавиатуре компьютера) черта живого человека, особенно та, которую можно использовать для установления личности или проверки декларируемых личных данных. Идентификация людей по биометрическим характеристикам может применяться в системах контроля удостоверений личности (паспортов, водительских прав), информационной безопасности (доступ к ЭВМ, базам данных, Интернету, системам электронной торговли), банковской безопасности, операторском труде. В медицине распознавание образов помогает врачам ставить более точные диагнозы, на заводах используется для выявления виновников прогноза в партиях товаров и т.д. [1, 2].

Для идентификации личности лучше всего подходят технологии распознавания по изображению лица. Они ненавязчивы (распознавание человека происходит на расстоянии, без задержек и отвлечения внимания), как правило, пассивны (не требуют каких-либо действий со стороны человека), не ограничивают пользователя в свободе перемещений и относительно недороги. Кроме того, люди обычно легко узнают друг друга по лицам, а значит, и автоматизированные системы не должны испытывать затруднений (на практике всё

иначе). По лицу человека можно узнать его историю, симпатии и антипатии, болезни, эмоциональное состояние, чувства и намерения по отношению к окружающим. Всё это представляет особый интерес для автоматического распознавания лиц (например, для выявления потенциальных преступников, одаренных людей, успешных учеников и т.д.).

На основании вышесказанного была поставлена задача: сопоставить качественно и количественно биометрические характеристики лица человека с его волевыми качествами и выявить фациометрические маркеры степени волевой индивидуальности.

Материал и методы исследования

Обследовано 50 студентов (30 девушек и 20 юношей в возрасте 18-20 лет) биологического факультета Донецкого национального университета. С помощью метода биологически обратной связи (БОС) регистрировали уменьшение или увеличение частоты сердечных сокращений для выявления степени произвольного волевого влияния человека. Построение фациометрического образа осуществляли по [3, 4]. Регистрацию фациометрических расстояний для построения точной асимметрии лица определяли по [6]. Для расчетов биометрических характеристик использовали корреляционный анализ Пирсона с расчетом коэффициентов парной корреляции. Для уменьшения размерности исходных данных и выявления информативных геометрических признаков лица человека использовали метод главных компонент. Для установления связей между выбранными переменными использовали факторный анализ. Построение математической модели осуществляли с помощью регрессионного анализа.

Результаты и обсуждение

Процедура БОС позволяет получить информацию о воле. По результатам исследований была отобрана группа студентов ($n = 30$) для оценки их волевых качеств, которые достоверно ($p < 0,05$) могли управлять своей частотой сердечных сокращений. В своих вербальных отчётах студенты заявляли, что это им удавалось либо путем изменения ритма дыхания, либо ориентировкой на какие-то яркие эмоциональные представления [5].

Была предложена гипотеза, что волевые качества человека проявляются на его лице, а именно на его геометрическом портрете. Для проверки данной гипотезы были проведены биометрические расчеты отобранной группы студентов для построения точной модели асимметрии лица [3].

В результате анализа был выбран индивидуальный подход описания и распознавания характеристик человека. Он основан на нахождении характерных точек элементов лица и их взаимного расположения. Исходя из этого были построены геометрические карты лица, состоящие из 16 различных фациометрических расстояний, представленных на рис. 1 в виде расстояний ($X_1 \dots X_{32}$).

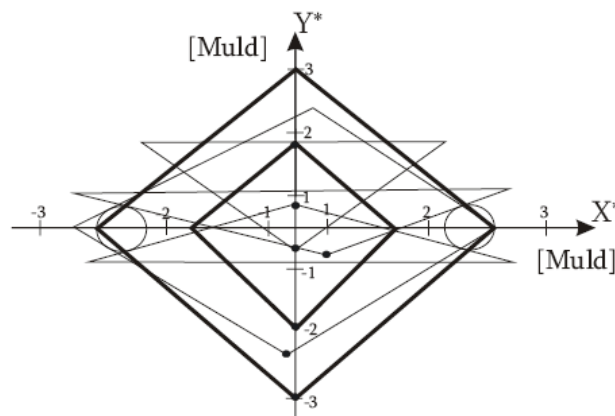


Рис. 1. Индивидуальные фациометрические расстояния человека.

Для отображения и выявления значимых информативных ($p < 0,05$) фациометрических расстояний и их взаимосвязи с волевой характеристикой применили факторный анализ. По результатам факторного анализа, проведенного по варимакс критерию за 3 итерации, выявлено 2 фактора (рис. 2).

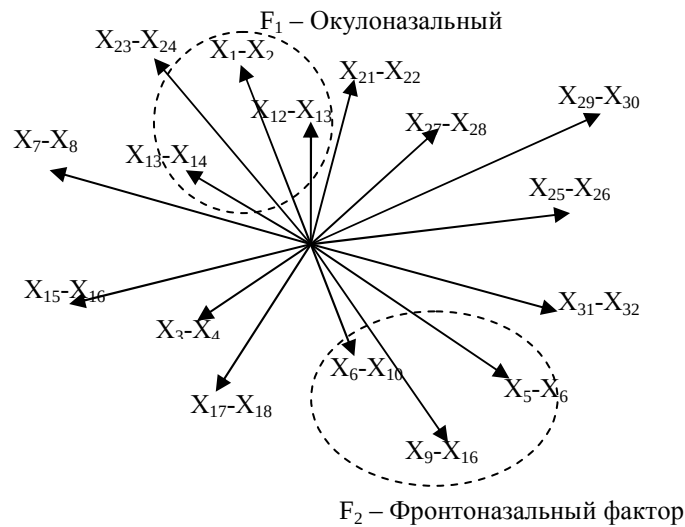


Рис. 2. Факторная модель фациометрических расстояний.

Первый фактор (F_1) представляет собой совокупность расстояний (X_1-X_2 ; $X_{12}-X_{13}$; $X_{12}-X_{14}$), которые локализованы в области переносицы и глаз. В связи с этим ему дано наименование – Окулоназальный. Второй фактор (F_2) характеризовал расстояния (X_5-X_6 ; $X_{10}-X_6$; X_9-X_{16}), характеризующие лобно-носовую область лица, в связи с чем он назван Фронтоназальным. По результатам проведенных исследований выделенные факторы объясняют соответственно (51%, $p < 0,05$) дисперсии анализированных показателей.

Для проверки и установления достоверной связи отобранных факторным анализом геометрических расстояний лица человека с его волевыми характеристиками были рассчитаны парные коэффициенты корреляции D_j . Pearson. По результатам проведенных исследований коэффициенты корреляции варьировали в широком диапазоне ($r = 0,10 \div 0,53$, $p < 0,05$). После отбора информативных ($p < 0,05$) коэффициентов, находящихся в диапазоне ($r = 0,40 \div 0,53$, $p < 0,05$), установлена взаимосвязь фациометрических расстояний с их волевой характеристикой.

По результатам исследований построены фациометрические карты студентов, характеризующие их волевою характеристику с учетом выделенных информативных геометрических расстояний (рис. 3).

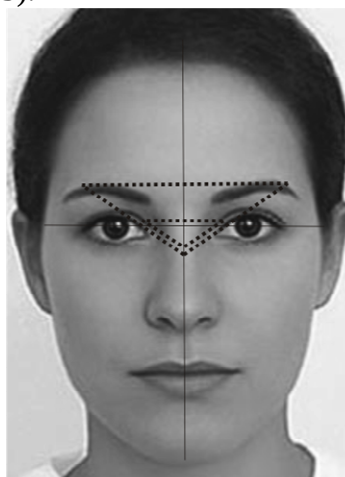


Рис. 3. Фациометрическая карта воли человека.

Как видно на рис. 3, волевая характеристика человека отражена в виде правильных равнобедренных треугольников с индивидуальными расстояниями. На этих расстояниях мы остановимся более подробно и рассмотрим каждые из них для характеристики воли человека. Расстояния от точки X_1 до точки $X_2(S_1)$ – линия, соединяющая центр правого и левого зрачка. Точки X_{12} и $X_{13}(S_2)$ – центр переносицы и верхнее веко левого глаза, X_{13} и $X_{14}(S_3)$ – центр переносицы и верхнее веко правого глаза. Расстояния X_5 и $X_6(S_4)$ – от центра носа к краю левой брови. Точки X_{10} и $X_6(S_5)$ – от центра носа к краю правой брови. Точки X_9 и $X_{16}(S_6)$ – касательными, проходящими по верхним точкам бровей (надбровные дуги).

Таким образом, имея информацию о совокупности фациометрических расстояний лица человека, мы построили математическую модель, характеризующую волю человека. Для построения модели использовали метод регрессионного анализа. По результатам проведенных исследований получено уравнение множественной регрессии:

$$Y = B + 0,22S_1 + 0,17S_2 - 0,21S_3 - 0,50S_4 - 0,17S_5 - 0,02S_6$$

где Y – волевая характеристика, у.е.; B – коэффициент регрессионной модели, который равен $-0,54$; S_1 – линия, соединяющая центр правого и левого зрачка, мм; S_2 – расстояние от центра переносицы к верхнему веку левого глаза, мм; S_3 – расстояние от центра переносицы к правому веку правого глаза, мм; S_4 – расстояние от центра носа к краю левой брови, мм; S_5 – расстояние от центра носа к краю правой брови, мм; S_6 – касательная, проходящая по надбровным дугам, мм.

Следует отметить, что показатель воли человека для выбранной группы студентов представлен в виде соответствующей шкалы в у. е. Диапазон этой шкалы варьирует от 36,2 до 61,23 у. е. со средним значением 48,40 у. е. По результатам расчета параметров воли человека, представленной математической моделью, коэффициент корреляции (r) равен 0,74, а коэффициент детерминации (D) соответственно равен 0,55, что объясняет 55% анализируемых показателей. Для проверки построенной модели была выбрана группа студентов ($n = 15$) человек, у которых замеряли фациометрические характеристики лица. На основании результатов проведенных исследований кривая фактических и теоретических данных представлена на рис. 4.

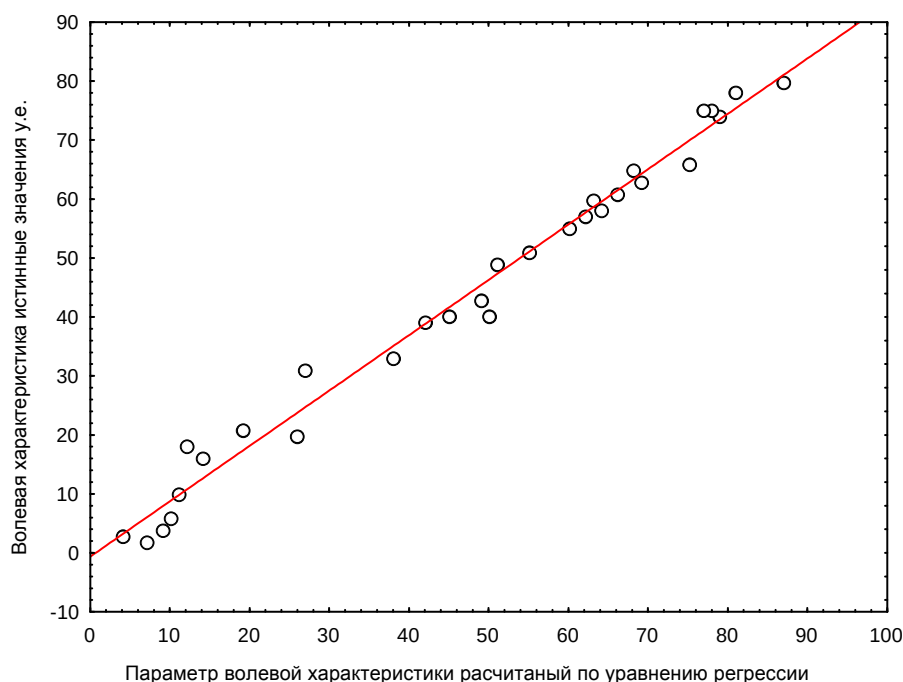


Рис. 4. Сравнение фактических и теоретических данных.

Таким образом, можно подвести итоги проведённого исследования. Нам представляется, что по аналогии с выявлением фациометрических характеристик воли человека можно построить характеристики других психофизиологических свойств, например, активности, бесстрашия, доброты – злости и т. д. Дальнейший математический и естественно-научный поиск позволит увеличить объективность (детерминированность) характеристик. Это в свою очередь позволит разрабатывать новые способы, оценки и технологии прогнозирования психофизиологической деятельности человека, что также актуально при высоком темпе развития биометрических систем идентификации личности.

Выводы

1. Биофизическими методами установлена достоверная взаимосвязь воли человека с группой фациометрических расстояний: между центрами правого и левого зрачков; от центра переносицы к верхнему веку левого и правого глаз; от центра носа к краю левой и правой брови; касательной надбровных дуг.
2. С помощью факторного анализа, проведенного по варимакс критерию за 3 итерации, выявлено 2 фактора, характеризующих информативные ($p < 0,05$) фациометрические параметры лица человека, с суммарным вкладом в общую дисперсию анализируемого качества 51%.
3. Внутренняя корреляция фациометрических признаков, характеризующих волю, находилась в диапазоне ($r = 0,10 \div 0,24$, $p < 0,05$), что свидетельствует о малом их влиянии друг на друга.
4. Построена регрессионная модель диагностики степени проявления воли человека с помощью фациометрических признаков с коэффициентом детерминации равным 55%.

Список литературы

1. Брилюк Д. Распознавание человека по изображению лица и нейросетевые методы / Д. Брилюк, В. Старовойтов // <http://daily.sec.ru>
2. Кухарев Г. А. Биометрические системы: Методы и средства идентификации личности человека / Г. А. Кухарев. – СПб.: Политехника, 2001. – 240 с.
3. Jain A. K. Biometric identification / A. K. Jain, L. Hong, Sh. Pankanti // Communications of the ACM. – 2000. – Vol. 43, N 2. – P. 91–98.
4. Rydzek Sz. Precise 2D Asymmetric Model of Faces / Sz. Rydzek // Politechnika Czestochowska. – 2002. – 345 p.
5. Люгер Д. Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем: Пер. с англ. / Д. Ф. Люгер. – М.: Вильямс, 2003. – 864 с.
6. Locating Human Faces In Newspaper Photographs / V. Govinandaraju, B. S. David, R. K. Srihari, S. N. Srihari. – IEEE, 1989. – CH. 2752-4. – P. 549–554.

Говта Л. В. Фаціометричні маркери психофізіологічної індивідуальності. – У статті розглядається питання про застосування біометричних технологій у психофізіологічних дослідженнях. Виявлено закономірність зв'язку фаціометричних методів діагностики з індивідуальними психофізіологічними якостями людини.

Ключові слова: біометрія, психофізіологія, мотивація.

Govta L. V. Biometric of research of psychophysiological indicators of the person. – Questions in paper problems of application of biometric technology in psychophysiological probes are observed. The interconnection facemetric methods of preliminary treatment individual psychophysiological qualities of the person is determined.

Key words: biometric, psychophysiology, motivation.

© Н. В. Говта

СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ КВАНТОВОЙ ПСИХОФИЗИОЛОГИИ

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

e-mail: nvgovta@mail.ru

Говта Н. В. Современные представления квантовой психофизиологии. – В статье рассматриваются вопросы современной квантовой физики в области психофизиологии, а именно: пути реализации квантовых эффектов (систем) в раскрытии как некоторых психофизиологических механизмов, так и механизмов сознания и мышления. В целом статья показывает некоторые точки соприкосновения психофизиологии и квантовой парадигмы.

Ключевые слова: сознание, квантовые системы, психофизиология.

Введение

В настоящее время отсутствует физическое понимание психофизиологических процессов и феномена жизни в целом. При этом накоплен целый ряд фактов, необъяснимых с точки зрения существующих наук кибернетики, биофизики, термодинамики и теории информации. В силу этого возникла необходимость в разработке новой теории, использующей методы квантовой физики, физики элементарных частиц. На первый взгляд эти два современных передовых направления в науке (квантовая физика и психофизиология) кажутся несовместимыми. Однако, как показывает мировая практика и научные публикации, ученые активно ведут поиск в установлении закономерностей этих двух направлений. Только такой смежный подход позволит получить целостное физическое описание феномена жизни, различных уровней сознания и мышления человека. В связи с этим могут быть рассмотрены направления в установлении связей, свойств психофизиологических процессов, которые ведут себя по-другому в приложении с законами квантовой физики, нежели с классическими. Следует отметить и ход течения мысли, выбора альтернативы из множества предложенных вариантов, которые играют ключевые роли в мышлении человека и не допустимы без рассмотрения квантовых законов. Именно этим вопросам и будет посвящена данная статья.

Материал и методы исследования

Результаты базируются на анализе и обобщении научных сведений по развитию современных передовых направлений в области квантовой физики, математики, психофизиологии, психиатрии. Найдены и приведены уникальные научные публикации и разработки ученых по проблеме исследования сознания и мышления человека в свете новой квантовой парадигмы.

Результаты и обсуждение

Начнем с определения, что психофизиология – это наука, изучающая психические процессы, состояния и свойства личности [2]. Но наука о состояниях – это и есть квантовая теория физики [5]. Психофизиологию можно рассматривать как ее частный случай. Когда в качестве системы рассматриваются высшие психические функции человека. В квантовой теории эти системы могут быть произвольными, однако необходимо, чтобы в них существовал набор различных состояний [6].

Квантовомеханические модели позволяют количественно описывать психофизиологические состояния человека с учетом принципа суперпозиции [5]. При рассмотрении смежности направлений психофизиологии и квантовой теории можно анализировать и динамику квантовой запутанности при взаимодействии "субъектов". Например, в качестве рассмотрения простой двухуровневой системы, в которой психофизиологические процессы приобретают все более сложный характер, в качестве базисных состояний взять ортогональные, то есть "хорошо" или "плохо", сопоставить с ними векторы состояния $|0\rangle$ и $|1\rangle$, каждый из которых способен находиться в двух состояниях

(|00>; |01>; |11>; |10>). Ввести аналог внешней среды (в нашем случае это могут быть и экологические факторы), которая стремится "повернуть" психофизиологические процессы в одно из двух допустимых состояний. Таким образом, результатом проведения вышеперечисленных операций будет проанализирована динамика как психофизиологических, так и запутанных состояний с возможностью определения уровня влияния условий (например, факторов среды) на состояние высших психических функций с раскрытием соответствующих механизмов. Следует отметить, что вектор состояния простой двухуровневой системы "хорошо / плохо" охватывает бесконечно большое число промежуточных психических состояний [6].

Таким образом, описание высших психических форм можно вести в рамках конечного пространства состояний (гильбертова пространства) определенной размерности [6], в которой личность как бы ограничена числом допустимых для нее состояний. Наряду с психофизиологическими состояниями, ученые активно рассматривают и ментальные состояния сознания [5, 6, 7], которые в количественном описании с использованием математического аппарата квантовой теории представляются на сегодняшний день перспективными.

Проблема сознания с позиции физики обсуждалась уже в первой половине XX столетия. Уже в первые годы второй половины XX столетия появились серьезные исследования на эту тему [5-8, 14, 15]. Однако все исследования до недавнего времени были результатом применения только классических теорий физики. Как оказалось, с применением классических теорий исследования возникают сложности из-за того, что человеческое сознание сугубо индивидуально и уникально. Это вообще очень трудная ситуация для науки и научного метода познания. Возникает самый интересный вопрос. Как исследовать объект, который всякий раз ведет себя иначе? Как изучать явление, которое нельзя многократно воспроизводить в лабораторных условиях? Представим, что мы пытаемся изучать процесс, зависящий от такого большого количества параметров, что точное повторение их конкретного набора – задача непосильная. Тогда каждый новый эксперимент будет давать новые результаты! Похожая ситуация складывается, когда изучаются редкие явления. В физике элементарных частиц известно много примеров, когда вероятность некоторого события столь ничтожна, что за время существования Вселенной оно произойдет, предположим, один или два раза. Как изучать подобные явления? Существует два основных аспекта моделирования сознания: функциональный и принципиальный.

Первый, как можно догадаться, связан с анализом функций сознания и включает в себя подзадачу их воспроизведения при помощи технических средств. Практически все попытки воспроизвести мыслительную деятельность человека при помощи механических, электрических и электронных средств находятся "в сфере компетенции" этого аспекта. Именно благодаря интенсивным исследованиям в области функционального анализа сознания по сегодняшний день существует достоверная разница между интеллектом и собственным сознанием.

Второй аспект включает в себя исследования, направленные на создание математических моделей принципиальных с точки зрения философии черт сознания – его свойств отражения окружающих сущностей, самоопределения, целеполагания и морально-этических установок. Эти исследования можно считать попытками построить абстрактную теорию сознания – теорию математических объектов, представляющих собой образы разнообразных сознаний, а не только человеческого.

Существование различных аспектов моделирования сознания оказывает влияние на выбор математического аппарата, используемого исследователями. Большинство современных моделей интеллектуальной деятельности базируется на классических теориях алгоритмов и теории автоматов. Можно утверждать, что в практических разработках используется очень малая часть "теоретического багажа", накопленного в этих областях, что, вероятно, связано с неразвитостью междисциплинарных подходов в деле исследования сознания. Уровень фундаментальной математической подготовки даже инженеров,

занимающихся реализацией конкретных проектов искусственного интеллекта, все-таки недостаточен, а специалисты-математики уделяют очень мало внимания этой проблематике. Видимо, здесь должен произойти некий эволюционный процесс "сращивания" дисциплин, аналогичный тому, который породил в свое время такую отрасль математики, как математическая физика, давшая ряд глубоких результатов, относящихся к теории уравнений в частных производных. Тем не менее на сегодняшний день мы имеем исключительно интересные результаты, касающиеся математического моделирования сознательной деятельности и психологии. В частности, существует множество работ, посвященных математике искусственных нейронных сетей и моделей принятия решений на основе нейросетевого подхода. Получены важные результаты в области динамики обучения нейронных сетей и проблем анализа их состояний. В настоящее время внимание исследователей привлекают некоторые специальные классы нейронных сетей – так называемые нечеткие сети, сети с забыванием, нелинейные аналоговые сети. Теоретически исследуются квантовые аналоги нейронных сетей. В моделях процессов образования мыслей издавна применяется теория функций комплексного переменного. Особенно распространен подход, основанный на использовании специальных видов отображений в многомерном пространстве комплексных чисел. Этот же аппарат находит применение для моделей одного из главных свойств сознания. Очень плодотворно используются топологические подходы к моделированию процессов индивидуального сознания и психологии коллективов. Базовые представления о том, что процессы мышления происходят не в физическом трехмерном пространстве, но в абстрактном многомерном пространстве состояний мозга, которые перевернули мышление некоторых мировых ученых работающих в этой области. Стоит упомянуть работы В. Ю. Крылова [4] о моделировании субъективных семантических пространств, а также работы А. Ю. Хренникова [11]. В 1996 г. А. Ю. Хренников предложил подход, основанный на использовании положений адических топологий для представления процессов мышления. В частности, он обосновал целесообразность использования r -адических чисел для моделирования структуры суждений. Математические модели мышления, основанные на принципах хаотической динамики, позволили Хренникову и его коллегам нетривиально подойти к вопросу о сущности такого понятия, как сформулированная мысль. С их позиций мышление представляет собой типичный хаотический процесс в фазовом пространстве состояний сознания с аттракторами. Фазовые траектории, "притянутые" аттракторами, становятся осознанными мыслями. Переходные процессы нами осознанно не воспринимаются, поэтому мы их относим к сфере подсознания.

Однако более тонкие методы – с точки зрения применяемой математики и глубины абстракций – используют исследователи, принявшие гипотезу о неклассической (квантовой) природе сознания. Главным образом в этом методе используются представления о наличии некоторой функции состояния сознания, которая имеет много общего с функцией состояния квантовых объектов в физике [3]. Модель сознания, основанная на представлениях о спектре его состояний, дает возможность увидеть, что все проявления функционирующего сознания не жестко заложены в нем, а проявляются только в момент взаимодействия с окружающим. Иными словами, мы видим здесь процесс, аналогичный редукции волновой функции микрочастицы к некоторому состоянию в момент измерения или взаимодействия.

Следует отметить, что адептами в этой области изучения сознания являются мировые и не превзойденные ученые, а также их труды. Это Стюарт Хамерофф (Stuart Hameroff), один из основателей нанобиологии – автор книги "Ultimate Computing: Biomolecular Consciousness and Nanotechnology" [12], а также Роджер Пенроуз (Roger Penrose), один из крупнейших математиков и физиков-теоретиков современности. Он стал знаменитым благодаря своей "твисторной программе". В конце 80-х годов прошлого века Р. Пенроуз написал нашумевшую книгу "The Emperor's New Mind", посвященную искусственному и естественному интеллекту, а затем еще одну книгу на эту тему – "Shadows of the Mind" [6, 7]. В некотором роде Р. Пенроуз развил взгляды Фейнмана, но пошел значительно дальше. Если Фейнман считал, что с помощью наблюдений (квантового компьютера) можно решать очень

сложные, но алгоритмически решаемые задачи, то Р. Пенроуз считает, что с помощью квантовых устройств можно справиться с задачами, не имеющими алгоритмического решения. Работы С. Хамороффа [12] оказали значительное влияние на взгляды Р. Пенроуза.

Суть идей Р. Пенроуза заключается в том, что в человеческом мозге протекают некие квантовые процессы, непосредственно влияющие на работу нейронов. При соединении взглядов Р. Пенроуза со взглядами С. Хамороффа можно заключить, что квантовые процессы возникают в микротрубочках цитоскелета нейронов и имеют невычислимый характер, так необходимый для получения потока сознания.

Естественно, такие заключения требуют оставаться на той точке зрения, что поток сознания имеет неалгоритмическую природу. Однако Р. Пенроуз механически перенес инструмент современной физики на теорию мышления. Это, возможно, позволит построить некую теорию, подобную квантовой электродинамике, которая независимо от того, имеет ли она хоть какое-то отношение к действительности, позволит получить некие количественные результаты.

С. Хаморофф и Р. Пенроуз в статьях [8] излагают квантовую модель сознания как суперпозицию некоторых квантовых когерентных процессов в мозге. Причем суперпозицию как пространственную, так и во времени. Согласно теории Хамороффа-Пенроуза в нейронах мозга присутствуют белковые соединения микротрубочки (microtubules), которые можно рассматривать как самоорганизующиеся квантовые компьютеры. Эти "компьютеры" получили название оркестровой объективной редукции (Orch OR) (orchestrated objective reduction), то есть существует некоторый объективный физический процесс, воздействующий на редукцию квантового состояния и играющий важную роль в механизмах работы сознания, в процессах, происходящих в наномасштабе во внутренних структурах клетки [13].

Так нервная ткань состоит из отдельных нейронов. Каждая нервная клетка имеет важную внутреннюю структуру – *цитоскелет*, состоящий из *микротрубочек*. Микротрубочки представляют собой полые трубки, состоящие из белковых молекул – тубулинов (рис. 1).

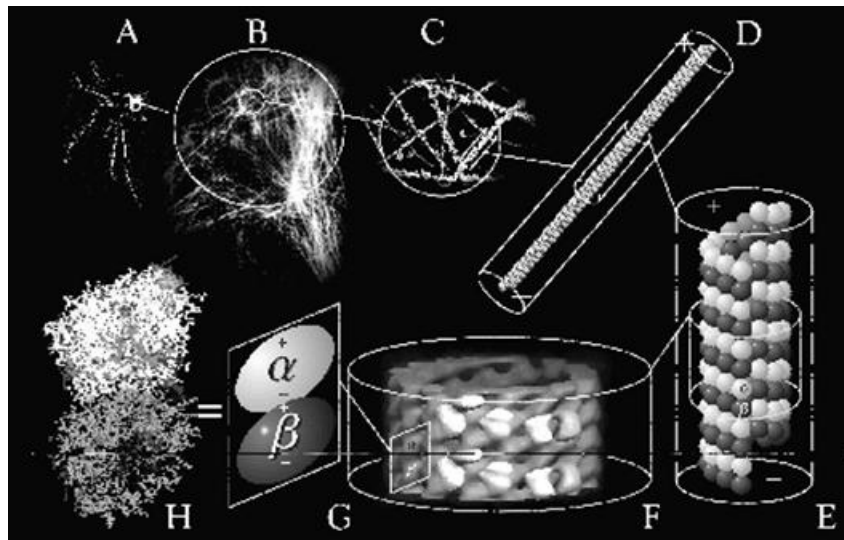


Рис. 1. Тубулин – строительная единица цитоскелета клетки

Каждый тубулин представляет собой два полых шарика и содержит около 440 аминокислот. Тубулин может существовать в двух пространственных конфигурациях – конформациях α и β . Переключение между конформациями осуществляется путем перехода всего лишь одного электрона и занимает время около 10^{-9} с (рис. 2).

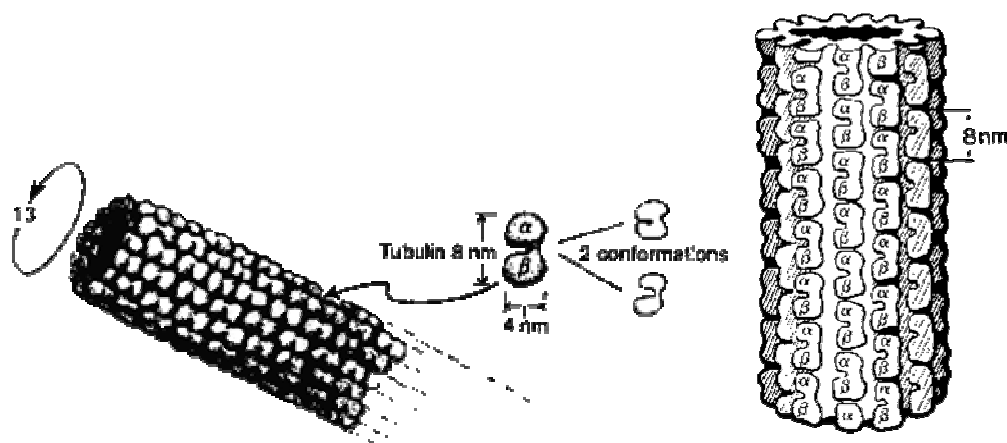


Рис. 2 Кристаллографическая структура микротрубочек

Гипотеза Хамероффа-Пенроуза заключается в том, что, во-первых, нервная клетка сама по себе – это сложнейшая система обработки информации, во-вторых, цитоскелет клетки – это и есть вычислительная система клетки, и, в-третьих, элементарными операциями в этой системе являются квантовые зацепления состояний отдельных молекул-тубулинов и редукция этих состояний – переключение между конкретными конформациями (рис. 3).

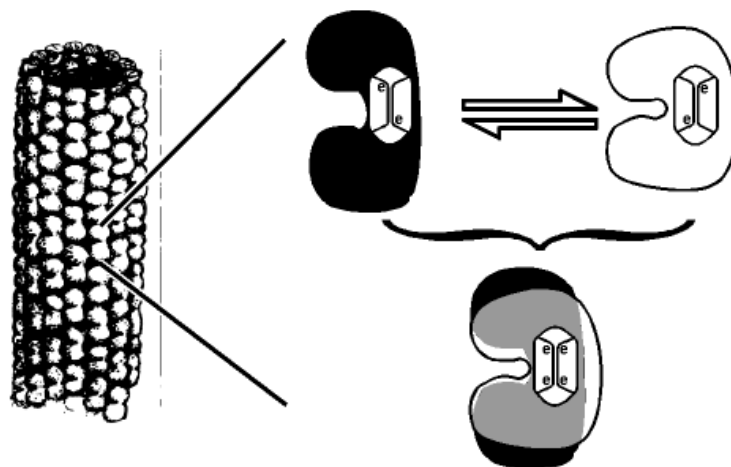


Рис. 3. Микротрубочка – клеточный автомат

Сам С. Хамерофф комментирует теорию следующим образом: "В мозге находится 100 миллиардов нейронов, и большинство людей принимают каждый нейрон или каждое взаимодействие синаптических окончаний нейронов за базисную единицу информации. Однако если мы посмотрим на одноклеточные организмы, такие как *paramecium*, то увидим, что они перемещаются, едят, спариваются и делают все, что угодно. При этом согласно общепринятому мнению они представляют собой базисную ячейку, нечто вроде переключателя ВКЛ-ВЫКЛ".

Идея микротрубочного автомата предлагает огромное увеличение вычислительных возможностей мозга. Общепринятые подходы фокусируют внимание на синаптических переключениях на нейронном уровне, которые дают около 10^{18} операций в секунду в человеческом мозге ($\sim 10^{11}$ нейронов в мозге, $\sim 10^4$ синапсов/нейрон, переключающихся с частотой $\sim 10^3$ сек $^{-1}$). Микротрубочный автомат может дать около 10^{27} операций в секунду ($\sim 10^{11}$ нейронов с $\sim 10^7$ тубулинов/нейрон, переключающихся с частотой $\sim 10^9$ сек $^{-1}$) (рис. 4).

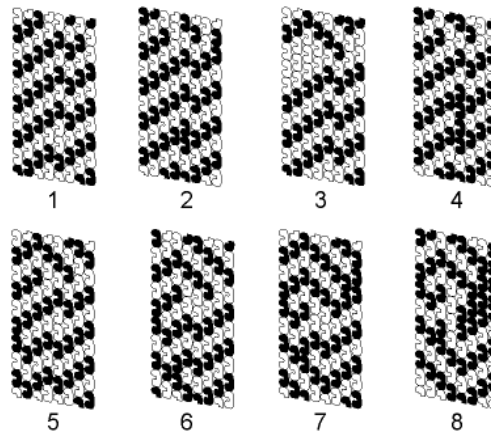


Рис. 4. Моделирование микротрубочного автомата

Тот факт, что все биологические клетки содержат приблизительно 10^7 тубулинов, может быть причиной адаптивного поведения одноклеточных организмов, которые не имеют нейронной системы или синапсов. Нейроны являются не переключателями, а сложными компьютерами.

За примерами квантовой механики не нужно далеко ходить. Сны, психоделические состояния, галлюцинации и шизофренический бред – это явления, связанные с пребыванием человека в состоянии квантовой суперпозиции, когда плотность информации очень велика. Когда квантовая суперпозиция разрушается, происходит выбор нашей реальности, нашего восприятия, нашего ощущения. И если учесть, что этот процесс повторяется 40 раз в секунду (40 Герц – частота взаимодействия между таламусом и корой), то получается, что сознание – это именно серия таких процессов.

По последним достижениям группа британских и американских ученых обнаружила органическую причину шизофрении, точнее одной из ее форм, которая чаще встречается в старшем возрасте. Они установили, что парафрения на самом деле является не связанным с шизофренией заболеванием, при котором отмечаются отложения так называемого тау-белка в нервных клетках в области мозга, известной как гиппокамп. Исследователи рассказали, что тау-белок в клетках регулирует образование микротрубочек, которые являются "скелетом" клетки. Кроме того, они служат для проведения информации из одной ее части в другую. В результате при нарушении его работы (переключение между конформациями) информация внутри клетки не передается и наблюдается ее дисфункция. Все эти изменения можно наблюдать под микроскопом. Эксперты отметили, что открытия доктора Казановы может привести к созданию новых лекарств от психических заболеваний. Они полагают также, что в свете последних данных особого внимания заслуживают попытки провести разделение между различными формами психических заболеваний, которые раньше считались едиными, на основе изучения морфологических измерений в мозге. Согласно статистике до одного процента населения планеты страдает шизофренией. Из них примерно у каждого пятого наблюдается заболевание, которое изучалось в данном исследовании.

Уже сейчас просматривается большое будущее квантовой фармакологии, психофизиологии, психиатрии: теоретически они смогут не только излечить человека от психических расстройств, но и заменить в сознании человека объективную реальность на альтернативную.

На основании проведенного патентно-информационного поиска по проблеме смежности передовых наук и поиска математических моделей о сознании и мышлении человека можно сделать несколько выводов.

Выводы

1. Что такое сознание по-прежнему остается загадкой. Пока нет возможности предложить методику проверки наличия сознания у некоторой материальной системы. Огромное количество научных публикаций и передовых разработок позволяют объяснить и дополнить модели сознания и мышления человека.
2. Классический (не-квантовый) подход к пониманию сознания необходимо также развивать, с тем чтобы ответить на ряд до сих пор стоящих в этой области вопросов.
3. Моделирование проблемы сознания на основе квантовой теории позволяет решить многие неразрешимые пока еще в классической теории вопросы, однако само моделирование требует введения и теоретизации ряда новых и достаточно сложных понятий.

Список литературы

1. *Акимов А. Е.* О физике и психофизике / А.Е. Акимов, А.Е. Московский, В. Н. Бинги / Сознание и физический мир. – М., 1995. – Вып. 1. – С. 104-126.
2. *Бабак В. П.* Впровадження спеціальних психофізіологічних технологій у систему профвідбіру фахівців для авіаційної галузі України / В. П. Бабак, О. Р. Малхазов, В. П. Марченко // Наука та інновації. – 2007. – Т. 3, № 5. – С. 36–52.
3. *Валиев К.А.* Квантовые компьютеры и квантовые вычисления / К. А. Валиев // Успехи физических наук. – 2005. – Т. 175, № 1. – С. 640–673.
4. *Доронин С. И.* Квантовая магия / С. И. Доронин. – СПб.: ИГ "Весь", 2007. – 336 с.
5. *Крылов В. Ю.* Новые методы кластерного анализа на основе психологической теории развития понятий Л. С. Выготского / В. Ю. Крылов, Т. В. Острякова // Психол. журн. – 1995. – Т. 16, № 1. – С. 130–137.
6. *Менский М. Б.* Квантовая механика: новые эксперименты, новые приложения и новые формулировки старых вопросов / М. Б. Менский // Успехи физических наук. – 2000. – № 6. – С. 631–648.
7. *Московский А. В.* Сознание и физический мир / А. В. Московский, И. В. Мирзалис. – М., 1995. – С. 8–34.
8. *Hameroff S.* Orchestrated Objective Reduction of Quantum Coherence in Brain Microtubules: The "Orch OR" Model for Consciousness. Mathematics and Computer Simulation / S. Hameroff, R. Penrose. – 1996. – № 40. – P. 453–480.
9. *Пенроуз Р.* Новый ум короля: О компьютерах, мышлении и законах физики: Пер. с англ. / Р. Пенроуз. – М.: Изд-во ЛКИ, 2008. – 400 с. (Синергетика от прошлого к будущему).
10. *Пенроуз Р.* Тени разума: В поисках науки о сознании. Ч. 1. Понимание разума и новая физика: Пер. с англ. / Р. Пенроуз. – М. – Ижевск: Ин-т компьютерных исследований, 2005. – 668 с.
11. *Хренников А. Ю.* Моделирование процессов мышления в р-адических системах координат / А. Ю. Хренников. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 296 с.
12. *Hameroff S. R.* Ultimate Computing: Biomolecular Consciousness and Nanotechnology / S. R. Hameroff. – North-Holland, Amsterdam, 1987. – 320 p.
13. *Hameroff S. R.* Nonlinear electrodynamics in cytoskeletal protein lattices / S. R. Hameroff, S. A. Smith and R. C. Watt. – In Nonlinear Electrodynamics in Biological Systems, W. R. Adey and A. F. Lawrence (eds.), Plenum Press, New York, 1984. – P. 4–34.
14. *Hirokawa N.* Molecular architecture and dynamics of the neuronal cytoskeleton / N. Hirokawa. – In the neuronal cytoskeleton. Ed. R. Burgoyne. – New York, Wiley-Liss, 1991. – P. 5–74.
15. *Stapp H. P.* Theoretical model of a purported empirical violations of the predictions of quantum theory / H. P. Stapp // Physical review. – 1994. – Vol. A50, № 1. – P. 18–22.

Говта М. В. Сучасні уявлення квантової психофізіології. – У статті розглядається питання щодо сучасної квантової фізики в області психофізіології, а саме: шляхи реалізації квантових ефектів (систем) у розкритті як деяких психофізіологічних механізмів, так і механізмів свідомості і мислення. У цілому стаття показує деякі точки зіткнення психофізіології і квантової парадигми.

Ключові слова: свідомість, квантові системи, психофізіологія.

Govta N. V. Modern presentations of quantum psychophysiology. – In the article the questions of modern quantum physics are examined in area of psychophysiology. Ways of realization of quantum effects (systems) in opening as some psychophysiological mechanisms of consciousness and thought. On the whole the article shows some points of contiguity and quantum paradigm.

Key words: consciousness, quantum systems, psychophysiology.

УДК 577.3

© А. А. Зинченко, И. В. Нога, В. М. Шаталов

ВЛИЯНИЕ ДЕГАЗАЦИИ ПРИ ЦЕНТРИФУГИРОВАНИИ НА НЕКОТОРЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ

Донецкий национальный университет; 83050, г. Донецк, ул. Щорса, 46
e-mail: inna.noga@gmail.com

Зинченко А. А., Нога И. В., Шаталов В. М. Влияние дегазации при центрифугировании на некоторые показатели крови. – Центрифугирование образцов дистиллированной воды приводит к возрастанию рН от 6,57 при 30°C до 7,25 при 36°C, что обусловлено дегазацией и выходом углекислоты. Дальнейшей возврат к равновесному рН происходит немонотонно в зависимости от степени дегазации. Предложена математическая модель, описывающая как процесс дегазации при центрифугировании через выход микропузырьков воздуха, так и последующий возврат раствора к равновесию. Показано, что продолжительность центрифугирования немонотонно влияет на скорость оседания эритроцитов и активность протромбиназы, что свидетельствует о важной роли микропузырьков в определении этих показателей крови.

Ключевые слова: центрифугирование, дегазация, поверхностное натяжение, кислотность, скорость оседания эритроцитов, протромбин.

Центрифугирование широко используется в промышленности, например, как метод дегазации и удаления углекислоты при подготовке воды для отопительных систем. Центрифугирование также часто используется в биологии и медицине для разделения компонентов раствора при определении различных параметров таких, например, как активность каталазы или скорость оседания эритроцитов и др. При этом вопрос о влиянии сопутствующей дегазации среды на измеряемые показатели остается невыясненным. Актуальность этой проблемы следует из работы [1], где было показано, что дегазация воды приводит к изменению ее структурных свойств, что выражается в увеличении коэффициента поверхностного натяжения. Изменение гидрофобного взаимодействия в дегазованной водной среде может послужить причиной изменения активности белков и других наблюдаемых биологических эффектов [2]. В этой связи в настоящей работе исследуются динамика дегазации воды при центрифугировании и влияние продолжительности центрифугирования на некоторые показатели крови.

Шесть образцов дистиллированной воды, выдержанной в открытом сосуде в течение трех суток после приготовления, вращались в центрифуге с угловой скоростью 2000 об/мин в пробирках объемом 20 мл в течение $t_d = 5, 10, 15, 20, 30$ и 40 минут соответственно. До и после центрифугирования измерялись температура и показатель кислотности рН образцов.

На рис. 1 (слева) представлена зависимость рН от времени центрифугирования t_d , значения последнего для каждого образца указаны в рамке у соответствующего маркера. Как видно из рисунка, рН растет с ростом t_d начиная с 6,57 и приближаясь асимптотически к предельному значению 7,25.

После центрифугирования мы проследили возврат рН к равновесному значению в процессе спонтанного насыщения воздухом. Довольно неожиданно в тех образцах, в которых при центрифугировании показатель рН не достиг предела, наблюдалось продолжение роста рН до предельного значения, после чего происходила релаксация к исходному значению. На рис. 1 (справа) представлена зависимость рН от времени поглощения воздуха t_s . Стрелки указывают, какие точки на графике дегазации (слева) стали начальными на графике растворения (справа), нижняя штриховая линия – исходный уровень рН. Интересно отметить, что для всех образцов сумма времени дегазации и положения максимума рН на графике растворения примерно равна 40 минутам.

Центрифугирование приводило также к незначительному возрастанию температуры образцов от 30 до, максимум, 36°C при $t_d = 40$ мин. Согласно [3] такой нагрев дегазованной воды приводит к уменьшению рН на 0,09, что обусловлено увеличением вероятности диссоциации молекул H_2O . Наблюдаемое нами сразу после центрифугирования изменение рН почти на порядок больше температурного и направлено в противоположную сторону.

При нормальних умовах вода, знаходячись в контакті з повітрям достатньо тривале час, містить 1,9% (об'ємних) повітря, в тому числі 0,028% вуглекислого газу. Останній, реагуючи з водою, утворює угольну кислоту, диссоціація якої наряду з рівноважною диссоціацією H_2O визначає виміряне до центрифугування значення рН. Зменшення кислотності після центрифугування пояснюється виходом вуглекислоти. Це означає, що, за законом Дальтона, з води виходять також і інші гази повітря. Таким чином, вимірюючи рН, можна судити про ступінь дегазації води.

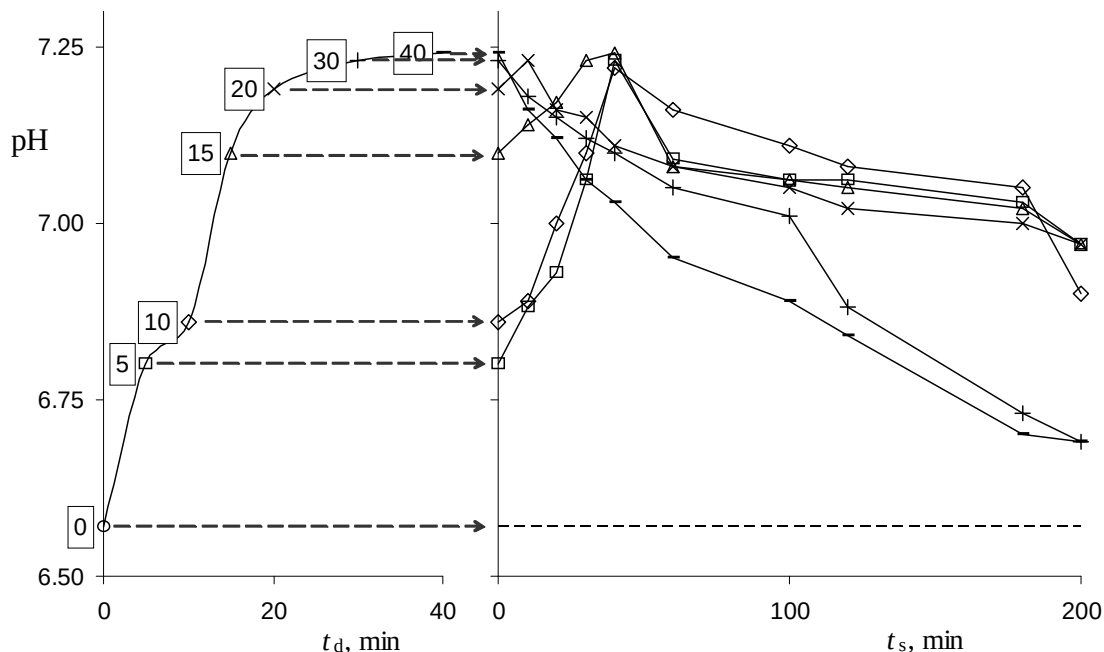


Рис. 1. Слева – график дегазации, зависимость рН воды от времени центрифугирования t_d , значения которого для каждого образца указаны в рамке у соответствующего маркера; справа – график растворения, дальнейшее восстановление рН каждого образца после центрифугирования до уровня контроля (нижняя штриховая линия) в зависимости от времени поглощения воздуха t_s . Стрелки указывают, какие точки на графике дегазации являются начальными на графике растворения.

Анализируя экспериментальные зависимости (см. рис. 1), можно прийти к выводу, что процесс дегазации при центрифугировании и дальнейший возврат к равновесному насыщению воздухом можно разбить на три стадии.

1. Как известно, небольшая часть растворенного в воде воздуха собирается в пузырьки нанометровых размеров (с чем связан голубой цвет чистой воды в морях и озерах). Сразу после начала центрифугирования при малых t_d , которые не выявляются в этом опыте, под действием центробежного давления происходит быстрое укрупнение микропузырьков за счет десольватации газов из окружающего пузырек объема до его полного истощения. Сближение и рост микропузырьков воздуха могут происходить также под действием сил Бьеркнеса [4] в акустическом поле вращающейся центрифуги.

2. Микропузырьки всплывают на поверхность под действием выталкивающей силы Архимеда. Во время вращения центрифуги эта сила увеличивается многократно за счет центробежного ускорения. Скорость всплытия пузырьков определяется противодействующей силой вязкого трения, которая, по формуле Стокса, пропорциональна скорости. Время полной дегазации при центрифугировании получается делением высоты столба жидкости на скорость всплытия. При меньших временах и неполной дегазации всплытие пузырьков (и связанная с этим дегазация жидкости) продолжается и после

остановки вращения, но с меньшей скоростью, что наблюдается как рост pH до предельного значения, соответствующего полной дегазации.

3. Одновременно с процессом выхода газов из воды, который ускоряется центрифугированием, происходит медленный обратный процесс поглощения газов на границе с воздухом. После всплытия всего столба микропузырьков процесс поглощения становится преобладающим, что и определяет наблюдаемое снижение pH до равновесного значения.

Определим степень дегазации как

$$D = \frac{pH(t) - pH(0)}{pH(t_{\max}) - pH(0)}, \quad (1)$$

где $t_{\max} \approx 50$ мин – это время дегазации до предельного значения pH $\approx 7,25$.

Руководствуясь проведенным выше анализом, можно получить упрощенную зависимость степени дегазации от времени:

$$D(t_d, t_s) = \begin{cases} 1 - \exp\left(-\frac{t_d}{\tau_1}\right) + \frac{t_s}{\tau_2}, & \text{при } 1 - \exp\left(-\frac{t_d}{\tau_1}\right) + \frac{t_s}{\tau_2} < 1; \\ \exp\left[-\frac{t_s - \tau_2}{\tau_3} - \frac{\tau_2}{\tau_3} \left(1 - \exp\left(-\frac{t_d}{\tau_1}\right)\right)\right], & \text{при } 1 - \exp\left(-\frac{t_d}{\tau_1}\right) + \frac{t_s}{\tau_2} \geq 1. \end{cases} \quad (2)$$

Здесь t_d и t_s – времена центрифугирования и последующей выдержки на воздухе, τ_1 , τ_2 и τ_3 – характерные времена вышеуказанных этапов, равные 10, 50 и 100 минут соответственно.

Результаты расчета по формуле (2), приведенные на рис. 2, в целом неплохо согласуются с опытом. По мере увеличения времени центрифугирования степень дегазации возрастает до предельного значения, а после выдержки на воздухе степень дегазации ведет себя немонотонно в зависимости от достигнутого при центрифугировании уровня дегазации.

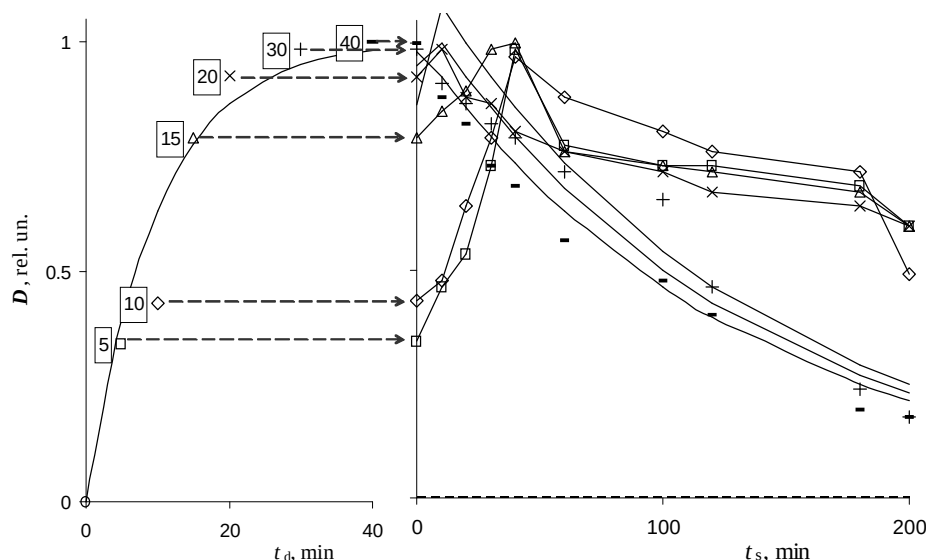


Рис. 2. Слева – зависимость степени дегазации D от времени центрифугирования t_d , (сплошная линия – расчет, ромбы – эксперимент); справа – зависимости от времени поглощения воздуха t_s (сплошные линии – расчетные кривые для $t_d = 5, 20$ и 40 min, точки – соответствующие экспериментальные значения).

Таким образом, центрифугирование приводит к дегазации и, следовательно [1, 2], к изменению структурных свойств воды. Эти изменения носят немонотонный характер с последствием, что, очевидно, не может не отразиться на результатах измерений других свойств водных растворов, например, активности белков. Как пример проявления такой

неоднозначности мы исследовали влияние центрифугирования на скорость оседания эритроцитов.

Пять образцов крови потенциально здоровых доноров помещались в центрифугу на разное время, после чего измерялся показатель СОЭ. Результаты измерений представлены на рис. 3. Для удобства сравнения разных образцов по оси ординат отложены значения СОЭ, отнесенные к начальным значениям, указанным справа от соответствующих кривых. Несмотря на большой разброс экспериментальных точек, можно отметить некоторые общие закономерности поведения показателя СОЭ в зависимости от времени центрифугирования. В течение первых десяти минут (неполная дегазация) наблюдается в среднем трехкратное уменьшение СОЭ. Возможно, кислород, растворенный в плазме (примерно 2%), освобождается быстрее, чем связанный с гемоглобином. Кроме того, также выходят и другие слабо связанные с белками газы, что увеличивает вязкость крови. При последующем росте t_d до 60 мин (почти полная дегазация) СОЭ резко возрастает в несколько раз. Можно предположить, что этот рост обусловлен полной дегазацией биожидкости и удалением кислорода, который был связан с гемоглобином, что согласуется с выводами работы [5] – чем менее насыщен эритроцит кислородом, тем больше скорость его оседания. Как видно из рис. 3, после часа центрифугирования снова наблюдается спад СОЭ, который продолжается с ростом t_d до 180 мин до различных значений для разных образцов, без какой-либо корреляции с соответствующими начальными значениями. Причиной наблюдаемых изменений СОЭ при центрифугировании может быть также изменение степени агрегации эритроцитов вследствие изменения гидрофобного эффекта при дегазации.

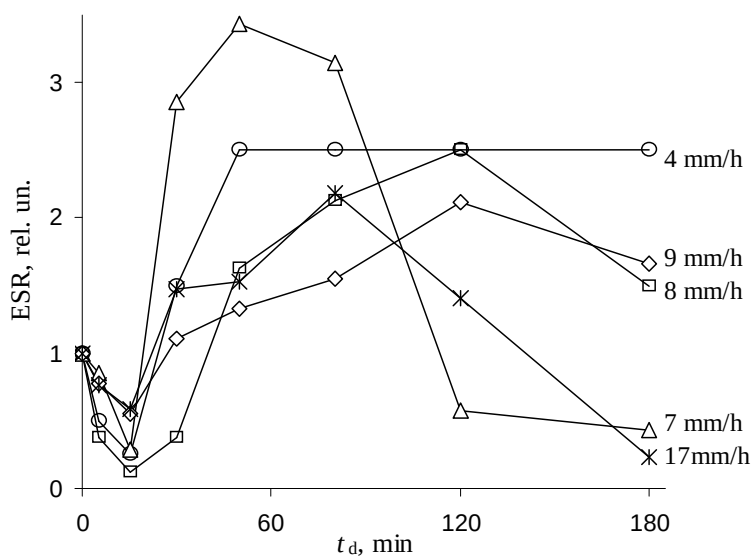


Рис. 3. Скорость оседания эритроцитов в зависимости от времени центрифугирования t_d для пяти образцов крови с различными начальными значениями СОЭ, указанными справа от соответствующих кривых.

Таким образом, продолжительность центрифугирования немонотонно влияет на скорость оседания эритроцитов, что свидетельствует о важной роли микропузырьков в определении этого показателя крови.

Как известно, динамику внешнего пути системы свертывания крови определяет активность протромбинового комплекса [6]. При этом плазма крови с минимальным содержанием кислорода имеет максимальную активность протромбиназы и наоборот. Протромбиновое время (время свертывания крови) T_A удлиняется по мере насыщения крови кислородом [7]. Значит, дегазация должна уменьшать протромбиновое время, то есть увеличивать активность протромбиназы.

Чтобы проверить, как влияет дегазация на активность протромбиназы, нами исследована кинетика активации системы свертывания крови в неразбавленной свежей

донорської плазми при різних временах центрифугування t_d . Опыти проводились в умовах постійної контактної активації, величину которой оцінювали, вимірюючи швидкість реакції протромбінового комплексу на змінення степені насичення плазми кислородом. Використовувалась обеднена тромбоцитами плазма, отримана з крові здорових донорів, з цитратним розчином шляхом центрифугування при 3000 об/мин в течение 15 мин при кімнатній температурі. Свертывание в такой системе остановлено тем, что большая часть кальция связана с цитратом. В роли тканевого фактора, запускающего каскад свертывания, использовался стандартизированный тромбопластин (техпластин-тест) [8]. Все измерения проводились при постоянном перемешивании при температуре 37°C. Протромбиновое время измерялось с момента добавления в пробу тромбопластин-кальциевой смеси до момента образования нитей фибрина. Контрольные пробы, те, что центрифугировались 15 минут, не меняли своих показателей в течение всего эксперимента.

На рис. 4 представлены полученные зависимости T_A от t_d для трех различных образцов плазмы, отнесенные к стандартному времени центрифугування контрольных образцов 15 мин. Как видно из рис. 4, с увеличением времени обработки до 60 мин протромбиновое время уменьшается вдвое (активность протромбиназы растет), что связано, по-видимому, с полной дегазацией плазмы и согласуется с известной зависимостью T_A от степени насыщения плазмы кислородом [7]. При дальнейшем увеличении t_d активность протромбиназы падает, T_A возрастает в несколько раз. Причины такого немоного поведения $T_A(t_d)$ не ясны. Падение T_A в области дегазации $t_d < 60$ мин можно было бы связать с ростом активности протромбиназы в результате изменения гидрофобного взаимодействия при дегазации [2], а дальнейший рост, возможно, обусловлен деградацией белка при механическом воздействии, поскольку при $t_d > 100$ мин свертывания в системе вообще не происходит.

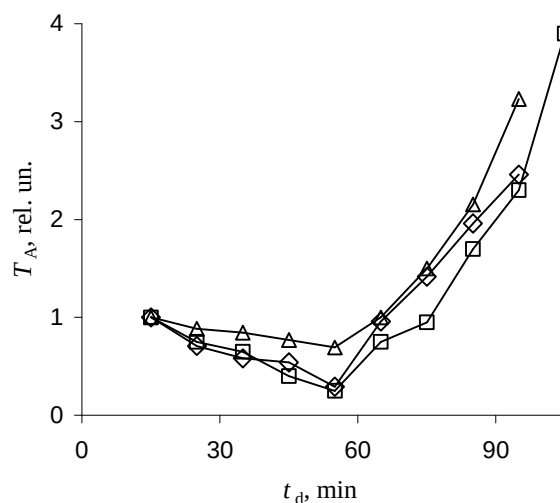


Рис. 4. Время свертывания T_A (в относительных единицах) трех образцов плазмы (разные маркеры) в зависимости от времени центрифугування t_d .

Таким образом, проведенные измерения показывают, что имеется связь активности протромбиназы с дегазацией плазмы крови. Дальнейшие исследования в этом направлении помогут понять причины патологий свертывающей системы крови.

Список литературы

1. Ковеза Ю. В. Изменение кислотности и дегазация среды как факторы, влияющие на гидрофобное взаимодействие и активность растительной каталазы / Ю. В. Ковеза, И. В. Нога, В. М. Шаталов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2008. – № 8. – С. 290–292.

2. Шаталов В. М. Дегазация биожидкостей как механизм биологического действия слабых электромагнитных полей / В. М. Шаталов // Біофізичний вісник. – 2009. – Вип. 23 (2). – С. 92–99.

3. The International Association for the Properties of Water and Steam / Release on the Ionization Constant of H₂O. – 2007. – Available from: <http://www.iapws.org>

4. Казанцев В. Ф. Движение газовых пузырьков в жидкости под действием сил Бьеркнеса, возникающих в акустическом поле / В. Ф. Казанцев // ДАН СССР. – 1959. – Т. 129, № 1. – С. 64–67.

5. Кондаков С. В. Седиментация форменных элементов крови. Модель активной коллоидной системы / С. В. Кондаков, М. Я. Мельников, А. А. Токарев // Вестн. Московского ун-та. Сер. 2. Химия. – 2008. – Т. 49, № 4. – С. 238–239.

6. Шмидт Р. Физиология человека: Пер. с англ. / Р. Шмидт, Г. Тевс. – М.: Мир, 1996. – Т. 2. – 439 с.

7. Скипетров В. П. Влияние аэроионов кислорода на мобильность системы свертывания крови / В. П. Скипетров // Аэроионы и жизнь. – Саранск: "Красный Октябрь", 2005. – 136 с.

8. Гаранина Е. Н. Стандартизация и контроль качества исследования протромбинового времени / Е. Н. Гаранина, Н. А. Авдеева // Клинич. лаборат. диагностика. – 1994. – № 6. – С. 23–25.

Зінченко А. А., Нога І. В., Шаталов В. М. Вплив дегазації при центрифугуванні на деякі показники крові. – Центрифугування зразків дистильованої води приводить до зростання рН від 6,57 при 30°C до 7,25 при 36°C, що зумовлено дегазацією й виходом вуглекислоти. Подальше повернення до рівноважного рН відбувається немонотонно залежно від ступеня дегазації. Запропоновано математичну модель, яка описує як процес дегазації при центрифугуванні через вихід мікропухирців повітря, так і наступне повернення розчину до рівноваги. Показано, що тривалість центрифугування немонотонно впливає на швидкість осідання еритроцитів, а також на активність протромбінази, що свідчить про важливу роль мікропухирців у визначенні цих показників крові.

Ключові слова: центрифугування, дегазація, поверхневий натяг, кислотність, швидкість осідання еритроцитів, протромбін.

Zinchenko A. A., Noga I. V., Shatalov V. M. Influence of degassing via centrifugation on some parameters of blood. – Centrifugation samples of the distilled water leads to increase pH from 6,57 at 30°C till 7,25 at 36°C, that is caused by degassing and an output of carbonic acid. The further return to equilibrium pH occurs nonmonotone depending on a degree of degassing. The mathematical model describing as process of degassing at centrifugation through an output of nanobubbles of air, and the subsequent return of a solution to balance is offered. It is shown, that duration centrifugation nonmonotone influences speed of subsidence erythrocytes and activity prothrombinase, that testifies to the important role of nanobubbles in definition of these parameters of blood.

Key words: centrifugation, degassing, surface tension, acidity, speed of subsidence erythrocytes, prothrombinase.

УДК 616.8

© В. О. Максимович, М. В. Говта, М. В. Максимович, Л. В. Говта
**ТЕОРІЯ ПСИХІКИ ТА ПСИХІАТРІЇ. ПОВІДОМЛЕННЯ 8.
ПСИХІКА ЯК УЛЬТРАМЕТРИЧНИЙ ПРОСТІР**

Донецький національний університет; 83050, м. Донецьк, вул. Щорса, 46
e-mail: nvgovta@mail.ru

Максимович В. О., Говта М. В., Максимович М. В., Говта Л. В. Теорія психіки та психіатрії. Повідомлення 8. Психіка як ультраметричний простір. – Тлумачиться зміст трьох світів пізнання: фізичного, психічного та платонівських ідеалів. Наведені притаманні психіці ультраметричний континуум та адична арифметика з прикладами. Представлена формалізація процесів інтуїції та розуміння, які поповнюють психофізіологію.

Ключові слова: психіка, ультраметрика, адичне числення, інтуїція, розуміння.

Вступ

Чергове повідомлення стосується проблеми здоров'я, зокрема психічного здоров'я. Проте як тільки з'являється термін здоров'я, неодмінно нашою хується на відсутність його наукового тлумачення. Наприклад, Всесвітня організація охорони здоров'я, яка виникла в Організації об'єднаних націй як найвища інстанція з комплексу питань здоров'я, запровадила в свій статут такий зміст цього терміну: "Здоров'я – це стан повного фізичного, духовного та соціального благополуччя, а не тільки відсутність хвороб та фізичних вад" (підкреслено нами). Як бачимо, проголошення "повне ... благополуччя" відкидає усяку можливість здоров'я у будь-якої людини. По-перше, дивовижно знайти людину, у якої б було геть все благополучним: і фізичне, і духовне, і соціальне. По-друге, науковці знають, що єдиним джерелом активності, руху, розвитку є те, що називають "неблагополуччям", невірноваженістю, тобто потенціалом, градієнтом потенціалів. При відсутності останніх усякий рух повинен зупинитись, життя завмерти. Тим самим і не тільки внаслідок такого визначення терміну здоров'я слід визнати незадовільним. Він не є винятком у цій царині.

Виникає питання, чому протягом віків, мабуть із часів появи *Homo sapiens*, у людства існує хибне метафізичне філософське поняття, яке вкрай необхідне практиці. Чому воно розповсюджене і на ньому будують подальші практичні і теоретичні розвідки. Відповідь, здається, існує. Історично не тільки медицина, а й суміжні їй дисципліни – психологія, соціологія тощо, узяли за приклад авангардну науку фізику, і її та деякі для неї цілком виправдані аксіоми, принципи, моделі почали безоглядно приміряти до будь-яких нефізичних, нематеріальних явищ. Після віків, майже тисячоліть безуспішних намагань нарешті з'явилося ясне усвідомлення того, що все позаду марне і треба будувати іншу систему знань [6, 7, 11].

Методи дослідження

Проведено аналіз літературно-інформаційних джерел про наукове становлення та загальний розвиток фізики та психології. У зв'язку з тим, що використання в психіці методичних та модельних аналогів з фізики виявилось обмежено ефективним, було проведено пошук інших можливостей. Зокрема пропонується використання ультраметричного континууму та адичного числення. Проведено розвідку процесів інтуїції та розуміння. Узагальнено систему нових психофізичних послуг населенню.

Результати досліджень

Для розвідки науці підлягають три світи. Кожен із них має своє функціонально-структурне упорядкування і відображається притаманною йому мовою, якою, як звісно, слугує математика. На рис. 1 символічно зображені згадані світи і зв'язки між ними.

Класична фізика, яка міститься у центральній ділянці (див. рис. 1), у сучасному розумінні почалася з відкриття Рене Декартом координат. Декарт визирнув через віконну решітку і зрозумів, що більші чи менші квадратики (вічка) решітки можуть слугувати задля оцифрування об'єктів, які досліджують.

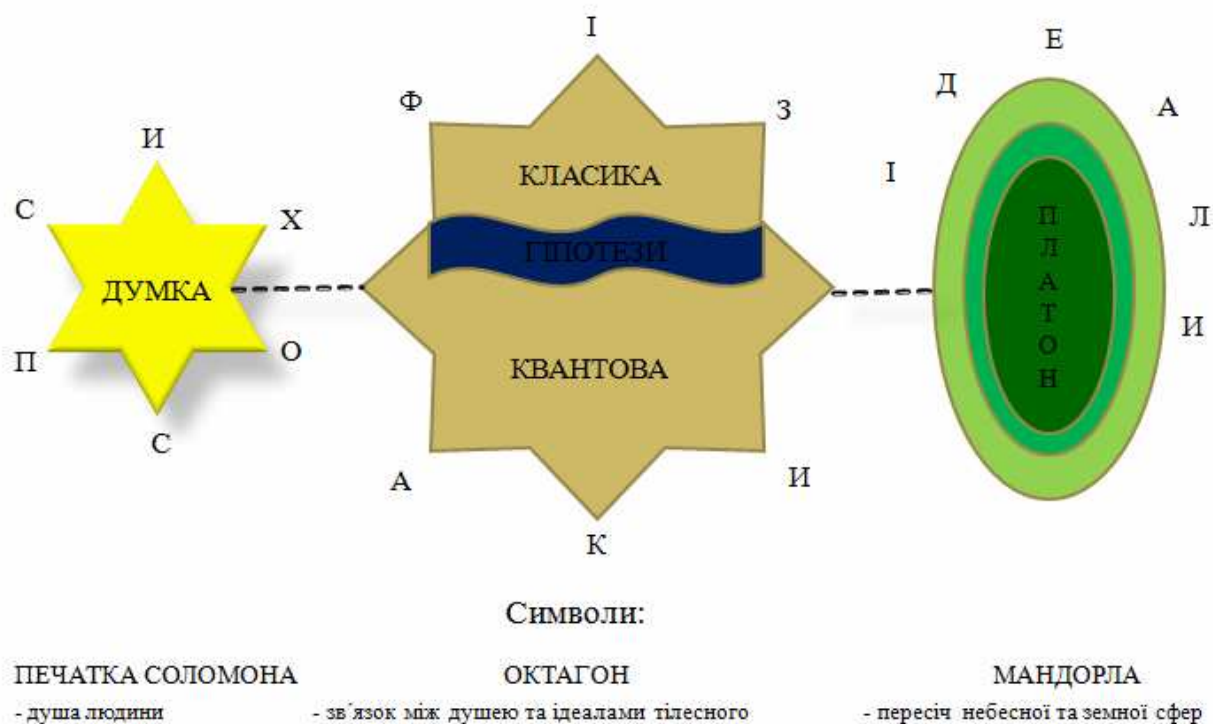


Рис. 1. Світи пізнання.

Із тих пір з'явилося багато подібних координат, таких як, наприклад, сферичні, полярні, криволінійні, багато інших.

У той же час, що і Декарт, інший геній XVI ст. Френсіс Бекон обґрунтував індуктивну методологію. Простіше він оприлюднив принципи й правила переходу від координат, будь-яких незаперечливих істин-аксіом до доказів нових фактів, явищ та процесів.

Із тих часів класична фізика пройшла дуже плідний шлях. За допомогою диференціального та інтегрального числень, інших математичних методів були формалізовані закони, зокрема Ньютона, Гамільтона-Якобі аж до чотиримірного континууму Ейнштейна-Мінковського. Усього й не перелічиш.

Проте коли знадобилося формалізувати квантові об'єкти та явища, класичні їх відображення виявились недостатніми. Наприклад, знадобились комплексні числа для відображення динаміки. Введено було багато нового, але й досі між квантовою фізикою та класичною існує прогалина, заповнена лише різними гіпотезами.

Сучасний видатний вчений, енциклопедист у науці, але передусім математик та фізик Роджер Пенроуз у двох своїх аналітичних узагальненнях [6, 7] дійшов до невтішного висновку про фізичну картину світу. Він констатував наявність провалу між квантовим та класичним описами й висунув гіпотетичну операцію про його ліквідацію під назвою редукція (узгодження описів) за допомогою майбутньої теорії тяжіння.

Опис психічного світу принципово не може бути зведений до методів опису, які застосовуються у фізиці. Та й саме наукове пізнання психічного світу відстає від фізичного. Окрім соціального запиту, це можливо пояснити декількома методологічними чинниками. Насамперед звичайна нам ще з школи арифметика (алгебра), яка без вагань використовувалась фізиками з самого початку, не завжди відповідає опису психічних явищ. Звична арифметика не дає невимушеного відображення циклів, які для психіки повсякчасні і для здорових людей, і для хворих: згадаймо маніакально-депресивну циклічність. Та існують інші арифметики, які це уможливають. Їм присвячений рідкісний навчальний посібник

визнаних у науковому світі фахівців МДУ Е. Б. Динкіна¹, В. А. Успенського [6]. Лише деякі приклади з багатого змісту цієї книги будуть нами наведені.

Існують так звані m -арифметики, де m -ціле позитивне число, яке більше одиниці. Візьмемо, наприклад $m = 7$ і наведемо в таблиці операції додавання та множення у цій 7-арифметиці (табл. 1).

Таблиця 1

Результати операцій у 7-арифметиці

а) при додаванні							
	0	1	2	3	4	5	6
0	0	1	2	3	4	5	6
1	1	2	3	4	5	6	0
2	2	3	4	5	6	0	1
3	3	4	5	6	0	1	2
4	4	5	6	0	1	2	3
5	5	6	0	1	2	3	4
6	6	0	1	2	3	4	5

б) при множенні							
	0	1	2	3	4	5	6
0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	2	3	4	5	6
2	0	2	4	6	1	3	5
3	0	3	6	2	5	1	4
4	0	4	1	5	2	6	3
5	0	5	3	1	6	4	2
6	0	6	5	4	3	2	1

Одне з правил m -арифметики таке: із суми двох доданків (див. табл. 1 а) або добутку множників (див. табл. 1 б) враховують (записують) лише останню цифру. Наведемо схему результатів множення на 4 усіх цифр у 7-арифметиці (рис. 2).

Як бачимо з наведеного рисунку, в результаті множення на 4 утворилося три цикли. Один цикл – нульовий, другий – це перебіг по колу цифр 1, 4, 2 та третій – така ж безперервна послідовність цифр 3, 5, 6.

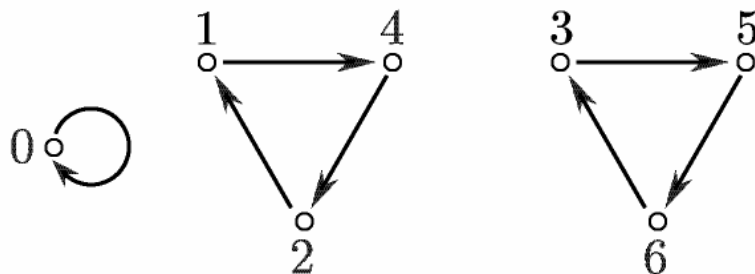


Рис. 2. Схема множення на 4 у 7-арифметиці.

Якщо б кожній цифрі у 7-арифметиці був би зіставлений рівень якогось психічного явища, наприклад емоції, то ми б засвідчилися, що емоція при дії деякого впливу, яке позначене множителем 4, у обстежуваної людини була б у межах одного з наведених трьох циклів. У другій людини могла бути емоція з іншого циклу і так далі.

Таким чином, ми навели приклад того, що у сучасній науці звуть "станом" [2] стосовно окремого психічного об'єкту. У вищезастосованому випадку це був емоційний стан. Для його виявлення була використана 7-арифметика. Але існує багато інших арифметик, відповідно до того, яке відібрано число – m . Усі арифметики мають між собою формальні переходи, тобто одержуючи результат в одній арифметиці, його можливо перевести в іншу. Серед цих арифметик є особливо придатні для відображення психічних явищ [11]. Це р-адичні арифметики, де p – прості числа, ділення кожного з яких можливо лише на самого себе та на одиницю. З другого боку, само ділення проводиться за особливими правилами, за

¹ На час виходу книги Е. Динкін був професором Корнельського університету, членом Національної академії наук США.

якими ліворуч (а не праворуч) одержують безкінечний ряд цілих чисел. Тому такі арифметики звуть – адичними, на відміну від звичних нам зі школи "інних": десятинних, двоїнних тощо, в яких можливі безкінечності праворуч.

Слід зазначити, що в людини не буває так, щоб під якимось впливом змінювався стан лише якоїсь однієї психічної функції, як попередньо згадувалось про емоційний стан. Обов'язково змінюються в тій чи іншій мірі декілька інших функцій, таких, наприклад, як короточасна пам'ять, увага тощо. Динаміка кожної з них може описуватись своєю арифметикою, а зміна психічного стану в цілому на такому вторинному обчислювальному рівні повинна відповідати динаміці асоціативного стану сукупності змінених функцій. Але спочатку охарактеризуємо той гіпотетичний біокомп'ютер, який був би спроможний виконати згадані операції та й ще не наведені.

На сьогодні у фахівців склалась думка, що нейронні сітки – не головне обчислювальне утворення психіки. Цей висновок набув переконливого підтвердження завдяки непересічному відкриттю Стюарта Хамероффа [9]. Він знайшов, що в кожному нейроні, як і зовсім у кожній клітці, є цитоскелет. Окрім інших функцій, цитоскелет одночасно слугує блоком біокомп'ютера. Функціональною субодиноцею блоку, як і усього біокомп'ютера, згідно Хамероффу, є наномолекула тубуліну. Це дімер, тобто дві геометричні конфігурації однієї молекули, які називають конформаціями. Вони діють у режимі то одна, то друга конформація у двоїнному, або 2-адичному такті: "так – ні" або, якщо завгодно, $1 - 0$, і таке інше. Молекули тубуліну розташовані 13-ю рядками на поверхні мікротрубочок цитоскелету, всередині котрих знаходиться найчистіша вода, яку звуть віцінальною, упорядкованою. Потужність тубулінового біокомп'ютера тільки в мозку дорівнює 10^{27} операцій/с. У цей розрахунок не входять цитоскелети клітин інших тканин організму, системи сітьового зв'язку мікротрубочок, квантові ефекти, зокрема, з боку віцінальної води і багато чого іншого. Зараз у комп'ютерах досягли потужностей 10^{10} операцій/с, майбутній їх ліміт оцінюють у 10^{14} , а тільки в мозку, як бачимо, потужність 10^{27} , тобто у два рази більше за ліміт техно-комп'ютерів.

Наведемо не менш цікаву інформацію, яку надає А. Ю. Хренніков у своїй книзі [12]. Згідно з його розрахунками, у примітивної істоти, у якої апарат обчислення дорівнює 300 елементам (дуже далеко до людини), операції можуть йти з фантастично великими об'ємами інформації. Для цієї істоти Хренніков наводить цифру $> 2 \cdot 10^{4 \times 10^9}$. Слід сказати, що операції, про які Хренніков веде мову, ієрархічні і можуть бути вертикальними та горизонтальними в так званому ультраметричному просторі. Так чи інакше, але якщо об'єднати дивовижні результати Хамероффа та Хреннікова, то одержимо безмежну потужність обчислювача у психіці людини.

Таким чином, ми спочатку проаналізували наявність деяких незвичних арифметик, які дають можливість формалізувати додаткові сторони психічних явищ, потім надпотужний біологічний обчислювач, який здатний виконувати будь-які арифметики, аби були в ньому відповідні програми. При швидкісній зміні програм, при, як стверджує Хренніков, їх дії то послідовно, то паралельно, то в горизонтальних, то в вертикальних напрямках залежно від пошуку вирішення завдання позитивна відповідь на задачу обов'язково буде знайдена раніше чи пізніше. Біокомп'ютер управляє геномом. Він сам породжений геномом, але дає йому команди на чергові дії, наприклад на початок мітозу².

Увесь обчислювальний устрій, біокомп'ютер, підрозділяють за проявленою дією на свідомість та безсвідомість. У безсвідомості знаходяться процесори та програми, які поступово проводять рішення. Безсвідомо – не обов'язково у вісні – значна частина працює при пильнуванні. У свідомості, як у найвищого арбітра, відбувається остаточне прийняття або відкидання ідей, які надійшли з безсвідомості. Здається, ідеї ієрархізуються у безсвідомості автоматично. При цьому чисельно критерій ієрархізації перебігає величини від

² На наш погляд, треба негайно ввести в університеті в освітню практику відповідні курси, а краще й почати дослідження в цих напрямках.

δ до 1. Сама по собі δ – це є інтегральний мінімум сукупності якостей ідеї. Верхня ж границя – це найвищий ступінь збігу якостей. Про світ множини найвищих якостей – ейдосів казав ще Платон, у тому числі, але не тільки про математичні та фізичні ейдоси.

І дороговкази, і фінішний пункт динаміки або еволюції ідей – це є платонівські конструкти – ейдоси³. У навколишньому середовищі спостерігачі їх не знайдуть. Але вони є в реальному світі, наприклад у ментальному, куди вони потрапляють із платонівського світу ейдосів. Ближче за все до нього естетичні та етичні уявлення, красоти різних форм та дій. У навколишній дійсності можливо спостерігати лише більше чи менше наближення до цих ідеалів, але не їх самі. Тобто людина спостерігає лише тіні ейдосів. Недаремно Р. Пенроуз назвав свою книгу "Тіні розуму". Платон приписує Сократу в бесіді з Главконом про печеру твердження, що люди не знають істинної суті світу, а користуються його відображеннями, більш-менш спотвореними. Успіх пізнання залежить від близькості наукової проекції до ейдосних платонівських. Оскільки ніколи збіг не може бути досягнуто, то завжди буде зберігатися градієнт між сучасним науковим знанням та ейдосним. Шлях науки до ейдосів нескінченний, ніколи не буде і не може бути завершеним. У поточному часі критерій дещо інший. Свідомість має накопичувачі ідей-аттракторів. Коли накопичувачі переповнюються, то за ієрархією менш значущі ідеї (близькі до порогового δ) елімінуються. Тільки ті, що досягають максимуму, входять до скарбниці новітнього пізнання.

Ми бачили, що на шляху перетворень між фізичними та психічними проекціями світу, не кажучи вже про ейдосний світ, існують суттєві перепони. Подолати перепони між фізичним та психічним світами можливо завдяки систематизації знань із геометрії. Перш за все було з'ясовано, що конструкції Лобачевського прив'язані до фізичного світу і діють усередині деякого абсолюту, обмеженого конікою, яка є замкнутою кривою другого порядку:

$$x_1^2 - x_2^2 + x_3^2 = 0 \quad (1)$$

Фігура всередині цієї "справжньої кривої" слугує інваріантом цій геометрії. Коніку інтерпретують як "обрій", з яким не контактує, не стикається жоден, що знаходиться всередині неї, геометричний об'єкт, у тому числі найпростіші – крапка, лінія. За межами обрію існує інша геометрія зі своїми об'єктами. Але потрапити туди об'єктам із коніки і навпаки неможливо. "Безконтактність" цих двох геометрій перешкоджає спілкуванню процесів у них, наприклад, фізичного і психічного світів із їх взаємопереходами і взаємодіями. Адже в цьому суть. Пригадаємо психофізику та ідеомоторику [5].

Розглянута перешкода усунена в геометрії Б. Рімана принаймні при русі з коніки за її межі. На відміну від дійсної коніки Лобачевського, у Рімана коніка повністю уявна у всіх її точках:

$$x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 = 0 \quad (2)$$

Унаслідок цього будь-які об'єкти (дійсні й уявні), що знаходяться всередині уявної коніки, можуть вільно вийти за її межі та опинитись в іншому просторі. Залишилася вимога зворотного руху. Необхідно, щоб об'єкти, що знаходяться "за обрієм", могли потрапити в коніку, контактувати з нею. Потрібно, щоб був взаємобмін перетвореними об'єктами двох геометричних просторів. У книзі [11] наведені необхідні умови. Для цього в геометрії "за обрієм", крім дійсних, потрібно ввести у фігури уявні крапки.

Усередині Рімановського абсолюту – уявної коніки, і зовні нього, "за обрієм", діє, як правило, еліптична метрика, і група перетворень є еліптичною. Цим у першу чергу відрізняється наш висновок від висновку інших авторів [8]. Чи може все-таки бути і гіперболічна метрика, і яка-небудь інша. Гіпотетично так. Наприклад, для кутів у відповідних умовах.

Декілька слів про кути. Спеціальними дослідженнями [1] показано, що при операціях маніпулювання відтвореними образами пам'яті сприйняття величин кутів фігур зберігається. Тому в перетвореннях їх величин немає потреби. Збереження величини кутів – вірна ознака конформних відображень, що збігається з думкою [1].

³ ейдос – грец. вид, образ, ідея (первинне за своєю суттю).

Є ще одна важлива додаткова обставина. Довжина прямої в просторі "за обрієм", із яким ототожнена психіка. Вона обмежена діапазоном $0...л$. Це дуже важливо по суті явищ, які ототожнюють із цим простором. Якщо взяти іншу одиницю вимірювання (масштаб) і ввести, наприклад, гомотетичний коефіцієнт стиснення, то величина прямої або іншої фігури може ставати скільки завгодно малою, але кінцевою. Це відповідає тому неспростовному емпіричному факту, що образи в психопросторі можуть мати дуже обмежені просторові розміри. Індивідуальний психопростір малий у порівнянні з реальним світом, а в ньому містяться відображення величезних у матеріальному світі об'єктів. Іншими словами, масштаби координат в психопросторі стислі, згорнуті до "крапки", або (другий варіант) вони замінені якісно іншими (якісне перетворення).

Не будемо зупинятися на багатьох рівняннях (вони є в книзі Хреннікова), за якими можливо в m -адичній матриці врахувати фацилітацію (сприяння) та інгібіцію (протидію) виниклої ідеї, її узгодження в компараторі свідомості, визначення різних порогів згаданого та багато іншого. Маючи вимоги стислості, проаналізуємо, з урахуванням викладеного вище, один з криптогнозних (таємних, прихованих) видів мислення, а саме: інтуїцію. Хренніков в одній зі своїх монографій [12] доводить, що за допомогою p -адичних динамічних систем моделюється інтуїція. Ми наведемо дещо іншу низку процесів, які відображують виникнення інтуїції (рис. 3).

Процеси	Вибіркова пам'ять (інтелект)	Перетворення образів у пам'яті	Підготовка набору передрішень				Осяяння кінцевим рішенням
Символи				A	B	C	
			A	0,3			
			B		0,5		
			C			0,2	
Математичні методи	Система кватерніонів	Комбінаторика	Матриця вірогідностей рішень				Курдюмівський режим із загостренням

Рис. 3. Інтуїція.

Умовно ланки механізму інтуїції можливо розділити на дві частини. Одна частина включає формування під впливом конкретної мотивації прикладного інтелекту, тобто запасу не всяких, а цілеспрямованих, підлеглих мотивації знань, умінь, звичок. Породження мотивації в духовних процесах саме по собі містить процедури, які не формалізуються, але зараз ідеться про інтуїцію. Отож, далі після формування потрібного напрямку інтелекту вступає в дію комбінаторика. Вона породжує нові сполучення психічних образів у тому числі так звані емерджентні, щоб було із чого вибирати психіці відповідь на поставлені мотивацією питання.

Інтуїтивний процес мислення, особливо його 2-а частина – власно ухвалення рішення – відрізняється від логічного мислення раптовістю, осяянням, збагненням багатогранної сутності. Перш ніж навести сучасну формальну модель такого рішення, скажемо, що воно може далеко не відповідати ідеалам соціуму.

Нетривіальну математичну модель для відображення подібних режимів із загостренням знайшов у 1976 р. видатний вчений, член-кор. РАН С. П. Курдюмов [7]. Це дуже ємке нелінійне рівняння, яке широко використовується в синергетиці:

$$\frac{\partial \nabla}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial x} (k_0 \cdot \nabla^\sigma \frac{\partial \nabla}{\partial x}) + q \cdot \nabla^\beta$$

де ∇ – сила інтуїтивного формування рішення; τ – час; x – напрямок залучення інформації; k_0 – вихідна інтуїтивність; σ – підсилювач k через ∇ ; q – параінверсійність, зокрема – зворотний зв'язок; β – підсилювач q через ∇ .

Ми не будемо докладно аналізувати цю змістовну модель і її рішення. Відзначимо лише, що раптове мислене рішення цього рівняння в так званий момент загострення, τ_f , може відбуватися неодноразово. Тобто це рівняння, трохи модернізоване, дійсно відображає інтуїцію.

Р. Пенроуз вважає, що найбільш важко відобразити процес розуміння (рис. 4).

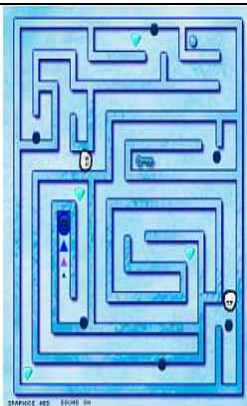
Процеси	Інтуїція	Логіка	Зв'язок	Користь
Символи				
Математичні методи	Курдюмовський режим із загостренням	Формальні логіки	Окремі моделі психопроцесів. – Донецьк: ДНАУ, 1996. – 40 с.	Розумова та фізична діяльність

Рис. 4. Розуміння.

Із цим не можна не погодитися. Для розуміння потрібна не тільки інтуїція, але й логіка. Крім того, для забезпечення розуміння в психіці приводиться в дію ряд неординарних процедур. Вони, наприклад, спрямовані на побудову зв'язків із колишніми образами пам'яті, на наробіток емерджентних (творчих і паратворчих) зв'язків, на вироблення умовно рефлекторних зв'язків із першими й другими сигнальними системами. Цей дуже непростий процес під назвою розуміння містить істотно необчислювальні складові. Його суттю є знаходження змісту об'єкта, явища або їхніх взаємодій, які людина хоче зрозуміти. Не тільки відповісти на запитання, що це таке. А й усвідомити, навіщо воно потрібно, корисне або шкідливе й у якому ступені, коли й у яких випадках його варто використовувати, тобто його цінність.

У цілому автори цієї статті разом із колегами інших кафедр можуть вже зараз перейти від рішень суголосно наукових психофізичних (психофізіологічних) проблем до прикладних, практичних. Так, у структурі створюваного в ДонНУ науково-навчального центру "Конвергенція нано-, біо- та інфотехнологій" можливо організувати лабораторію "Психофізики", що буде надавати послуги населенню в:

- тестуванні громадян будь-яких категорій і реабілітації порушених у них психофізичних функцій;
- діагностиці психофізичних змін від впливів виробничого та екологічного середовища на окремих суб'єктах та колективах у рамках атестації й паспортизації робочих місць, місць проживання й маршрутів між ними;
- встановленні ступеня сумісності громадян із середовищем, тобто модернізований широкий варіант професійного відбору, профорієнтації й інше.

Список літератури

1. Беспалов Б. И. Действие (Психологические механизмы визуального мышления) / Б. И. Беспалов. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1984. – 192 с.
2. Доронин С. И. Квантовая магия / С. И. Доронин. – СПб.: ИГ "Весь", 2007. – 336 с.
3. Дынкин Е. Б. Математические беседы (2-е изд.) / Е. Б. Дынкин, В. А. Успенский. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 240 с. – (Школьная библиотека физико-математической литературы).
4. Курдюмов С. П. Режимы с обострением: эволюция идей / С. П. Курдюмов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 312 с.
5. Максимович В. А. Медицинская психофизика / В. А. Максимович, В. В. Мухин, С. В. Беспалова. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2001. – 152 с.
6. Пенроуз Р. Новый ум короля: О компьютерах, мышлении и законах физики. Пер. с англ. Изд. 3-е / Р. Пенроуз. – М.: Изд-во ЛКИ, 2008. – 400 с. (Синергетика от прошлого к будущему).
7. Пенроуз Р. Тени разума: В поисках науки о сознании. Ч. 1. Понимание разума и новая физика. Пер. с англ. / Р. Пенроуз. – М. – Ижевск: Ин-т компьютерных исследований, 2005. – 668 с.
8. Петухов С. В. Биомеханика. Бионика и симметрия / С. В. Петухов. – М.: Наука, 1981. – 240 с.
9. Хамерофф С. Первичное вычисление: биомолекулярное сознание и нанотехнология / С. Хамерофф. – Амстердам: North-Holland, 1997.
10. Хренников А. Ю. Моделирование процессов мышления в р-адических системах координат / А. Ю. Хренников. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 296 с.
11. Щербаков Р. Н. От проективной геометрии к неевклидовой (вокруг абсолюта) / Р. Н. Щербаков, Л. Ф. Печурин. – М.: Просвещение, 1979. – 158 с.
12. Khrennikov A. Yu. Non-Archimedean analysis: quantum paradoxes, dynamical systems and biological models / A. Yu. Khrennikov. – Dordrecht: Kluwer Acad. Publ., 1997.

Максимович В. А., Говта Н. В., Максимович М. В., Говта Л. В. Теория психики и психиатрии. Сообщение 8. Психика как ультраметрическое пространство. – Разъясняется содержание трех миров познания: физического, психического и платоновских идеалов. Приведены присущие психике ультраметрический континуум и адическое исчисление с примерами. Представлена формализация процессов интуиции и понимания, которые пополняют психофизиологию.

Ключевые слова: психика, ультраметрика, адическое исчисление, интуиция, понимание.

Maksimovich V. A., Govta N. V., Maksimovich M. V., Govta L. V. Theory of psychics and psychiatry. Message 8. Mentality as ultrametric space. – The contents of three worlds of knowledge Clarifies: physical, mental and Platoons ideals. The ultrametrical continuum and an adic calculus instances are reconciled generic in psychics. Formalizing of processes of intuition and understanding is presented.

Key words: psychics, the ultrametrics, an adic calculus, intuition, understanding.

УДК 616.8+155.9

© В. О. Максимович, М. В. Говта, М. В. Максимович
ТЕОРІЯ ПСИХІКИ ТА ПСИХІАТРІЇ. ПОВІДОМЛЕННЯ 9. СВІДОМА ДУМКА,
АКСІОМАТИКА, ГЕОМЕТРІЯ МЕНТАЛЬНОГО (ПСИХІЧНОГО) СВІТУ

Донецький національний університет; 83050, м. Донецьк, вул. Щорса, 46
e-mail: nvgovta@mail.ru

Максимович В. О., Говта М. В., Максимович М. В. Теорія психіки та психіатрії. Повідомлення 9. Свідома думка, аксіоматика, геометрія ментального (психічного) світу. – У статті сформульовані чотири аксіоми психіки, відносини між ними та якості цих відносин, які зіставлені з досягненням сучасної науки. Представлено ультраметричний простір, який призначений для модельного відображення психічних явищ, а моделювання здійснюється адичним численням.

Ключові слова: аксіоми психіки, ментальний простір, адичне числення, моделювання.

Вступ

Аксіоматичний метод бере свій початок із часів Евкліда, а можливо, і раніше. Проте гносеологічне обґрунтування, поширення та поглиблення методу починається з XVI сторіччя. Його суттю є введення основних понять, які приймаються на віру і пов'язані з будь-якими об'єктами і явищами в тому числі й абстрактними, а не тільки реально існуючими. Далі ці поняття ставлять у відносини між собою та визначають якості цих відносин. Головне ж у тому, щоб аксіоматичний метод дозволив послідовно моделювати спостерігаємий світ, у тому числі математичними засобами. Аксіоматичний метод дуже успішно спрацював у фізичних науках. Але психологія та її творці аксіоматикою майже не займалися. Ми впевнені, що настав час і з'явилися нові потужні засоби наукового розвитку психології, у якому первинною метою є формулювання переліку аксіом та визначення геометрії психічного світу як передумов моделювання психічних явищ.

Методи дослідження

Результати базуються на аналізі та узагальненні відомостей з історії становлення та розвитку аксіоматики в психології та особливостях психічного (ментального) простору. Виявлялися істотні відмінності ультраметричного психічного простору, його ієрархічність, зв'язок з адичними чисельними методами та відповідними модельними відображеннями. Виявлені та наведені унікальні джерела про появу та зміст "точної" психології.

Результати досліджень

Почнемо зразу з формулювання аксіом. Аксіоми:

1. Думка свідчить про буття.
2. Психоконструкції безкінечно малі.
3. Психоакції безупинні.
4. Існує інтроспекція.

Початком формування аксіоматики психіки був листопад 1619 р., коли 23-річний Рене Декарт висловив: "ego cogito sum – я думаю, то я є". Упродовж до сьогодення вчені, насамперед філософи, намагалися з'ясувати необхідні функціональні компоненти цієї першочергової істини, тобто чинники глибинного змісту. Здається, найбільш це вдалося Еммануїлу Канту в книзі "Критика чистого розуму", у другому доповненому самим автором виданні. Як у його, так і в сучасному розумінні в основі свідомого існування людини лежить апперцепція. Вона відрізняється від перцепції (механічного сприймання сигналів) тим, що залежить від настрою її на відношення з оточенням. Найвищою ж є трансцендетальна апперцепція, яка користується для суджень про самоіснування не тільки раціональною (формальною) логікою, але й позалогічними операціями. Сучасне відношення до аксіоми Декарта та його твердження про духовну субстанцію (res cogitans) можливо уявити зі статей та виступів мислителів, зокрема Мартіна Хайдеггера [9] та однодумців.

У сучасній класичній психології головною психічною конструкцією вважається упізнавання з прийняттям відповідного вердикту. Воно формується з поєднання, з одного боку, апперцептивного уявлення, а з другого боку, із сприйнятого інформаційного об'єкту, який належить розпізнанню, в тому числі думки, яка завжди підлягає, хоч і потенційно, подальшому огранюванню. Оскільки представлення при повторях сприйняття поступово збагачується додатковими елементами, то вклад апперцепції збільшується, а час упізнавання скорочується [3].

Незаперечною є друга аксіома, в якій ідеться про простір психобуття. Зараз його називають ментальний простір, який охоплює свідомість та безсвідомість. Аксіома 2 ґрунтується, вочевидь, на неспростовних емпіричних фактах. Образи в психопросторі можуть мати лише дуже обмежені геометричні розміри. Індивідуальний психопростір малий у порівнянні з реальним світом, а в ньому повинні поміститися відображення величезних у матеріальному світі об'єктів. Іншими словами, масштаби координат у психопросторі стислі, згорнуті до "крапки", або (другий варіант) вони замінені якісно іншими, якісно перетвореними. Деякі вчені стверджують, що довжина ліній "за обрієм", з яким ототожнюють психіку, обмежена діапазоном "0...π". Це дуже важливо по суті явищ, які розгортаються в психіці.

Із 1-ої та 2-ої аксіом випливає дійсність принципу подвійності Понселе для психіки: кожній лінії середовища відповідає крапка фігури в психіці і навпаки. Це свідчить, що ми маємо справу принаймні з проективною (-ими) геометрією. У ній окружність, еліпс, гіпербола, парабола – все одне й теж. Це криві другого порядку, які звуться коніками та записуються загальним рівнянням. Окрім того, у проективній геометрії створені образи рефлексивні та симетричні. Ще у XV ст. П'єро делла Франческа довів у своїй книзі "Про живописну перспективу", що розміри зовнішньої лінії (образу) визначаються кутом, вершина якого міститься в оці. Майже у наш час Б. І. Беспалов [2] при вивченні психологічних механізмів візуального мислення встановив, що при маніпулюванні відтвореними образами пам'яті сприйняті величини кутів фігур зберігаються. Це одна з ознак конформних проективних відображень. Додамо ще одне непересічне спостереження. У книзі [8] йдеться, що образи пам'яті належать до зворотних кватерніонів. Так чи інакше, але це наближує до міри крапки в психіці та до 3-ої аксіоми про безупинність руху думок.

Безупинність та безперервність психопроцесів викладена в книзі [8]. У ній наведені закономірності розповсюдження мотивації у психопросторі з позиції теорії перенесення. Проаналізовані складові руху: питома мотивоемкість, щільність образів у пам'яті за потребо-мотиваційним напрямом, мотивопровідність, мотиваційна "температура" зі своєю шкалою від жаги до відрази через нуль-байдужість, режими з загостренням, за [7], тощо. Слід зазначити, що теорія ведучої хвилі, авторів якої наводить [11], є іншою сторінкою такого процесу, доповнює і поглиблює перенесення. Згідно їй мотивація активує пам'ять у свідомості, що продукує ведучу хвилю всієї системи, до стану якої приєднується і стан ведучої хвилі. Тим самим вірогідність об'єднаного (суперпозиційного) стану досягає одиниці ($\Sigma_p = 1$). Разом із тим діє закон збереження мотиваційної системи та підлеглих їй майже усіх психопроцесів, окрім випадків патології, психіатрії.

Викладений приклад із 3-ою аксіомою потребує доповнюючої відповіді на одне зауваження. Часова структура сприйняття інформації є суттєво дискретною [3]. Тому й подальше формування психопроцесів могло б бути переривчастим. Та в ментальному просторі налічуються численні перетворювачі зі своїми особистими годинниками, так би мовити ієрархічна башта перетворювачів. У перетворювачі поступає інформація ззовні, у тому числі від екстерорецепторів, а виходить із них переформована "нова" інформація. Вона й є джерелом для думок, для їх зміни, їх руху. Саме рух думок у кінці кінців й стає безупинним, яким його аксіоматично людина і сприймає.

Пояснення про інтроспекцію, тобто про те, що віднесено до 4-ої аксіоми, увійшло в більшість психологічних словників. Якщо увага тлумачиться як спостереження людиною за об'єктами та явищами матеріального світу, то інтроспекція тлумачиться як

самоспостереження за конструкціями (образами, реченнями, почуттями) особистої психіки. Джерелом вважають вчення Р. Декарта-Дж. Локка. Але поєднання експерименту зі сприйняттям суб'єктом усвідомлених ним психічних явищ почалося в німецькій школі В. Вундта. "Атомізм" їхньої схеми суперечив погляду гештальтпсихологів, які стверджували цілісну участь усієї психіки в розбудові кожної окремої конструкції. У сучасній картині психіки "дзеркало" відображення психічних процесів ототожнюють із наслідком взаємодії апперцептивних перетворювачів свідомості з новим надходженням інформації. Фактично це є дуже якісний зворотний зв'язок у динамічній системі. Так він і може бути формалізований з урахуванням того, що "дзеркало"-зв'язок фіксує не статику, а динаміку у відрізок часу. За результатом іде саморегулятивна дія у вигляді помислів, висловів, різних внутрішніх акцій.

Проаналізовані аксіоми в їхній сукупності свідчать про існування своєрідного простору, який їх об'єднує. Для відображення фізичного світу, його простору та часу запропоновані та пройшли прискіпливе багатотермінове опробування різні геометрії. Була й є Евклідова геометрія та її варіанти, які зараз розцінюють як окремі випадки проективної геометрії. Є фізичні представлення Ньютона, Гамільтона-Якобі, Ейнштейна-Мінковського, комплексна гільбертова для мікросвіту тощо. Але вони не відповідають цілісному збігу викладених аксіом і не придатні розвинути з них змістовні наслідки, які були б притаманні психічним явищам. Для психічного (ментального, духовного) простору, як доводить А. Ю. Хренніков [11], найбільш придатною є ультраметрична геометрія з p -адичними числами та математичними діями над ними. Суттєво те, що евклідо- та гільбертоподібні простори рівноправні (однорідні) в своїх частинах. Це не відповідає опису духа, психіки, ментальності, оскільки їхні частини функціонують ієрархічно. Існують поточні керуючі та підлеглі процеси, які в інший момент та в інших обставинах змінюють таку упорядковану значущість. Тобто повинна бути неоднорідна система координат, яка відрізняється від евклідової та гільбертової, і така система є – це Q_p система координат. Таким чином, існують два континууми: однорідний речовий та ієрархічний p -адичний, які відрізняються своєю топологією. Третього окремого континууму не існує. Перший придатний для опису матеріального світу, другий – для опису духовного, включаючи психіку. Деякі видатні вчені [6] доводять, що p -адичні числа можуть бути використані для опису простору на планківських відстанях: $\leq 10^{-34}$ см. Також є погляд, що для цього придатна змішана, так звана адельна система координат, яка містить усі p -адичні та речову координати.

Слід зазначити, що в полях матеріального світу можливо штучно (модельно) збудувати ієрархічну систему, якою, наприклад, є геліоцентрична система. Матеріальні простори цьому не заважають, але їх якості і не диктують такого висновку. Природна відповідність єдності поля та утриманих у ньому функціональних структур притаманна лише ультраметричним полям. Якби не був свого часу обґрунтований ультраметричний простір, то для відображення психічних об'єктів потрібен був би евклідовий простір немислимих розмірів. Разом з особливостями, які тільки що викладені, майже всі психічні утворення і акції нелокальні.

Тобто, з одного боку, процеси в психіці поточно упорядковані, а з другого боку, вони нелокальні. У останніх поглядах квантової фізики (не психіки!) стверджується, що нелокальність процесів у замкнутій системі найкраще відображається матрицею щільності суперпозиції вірогідностей базисних станів системи [5]. Але поки що не відомо, який базисний набір будь-якої психічної функції існує, і його ще треба визначити як по сполученню окремих компонентів, презентуючих стан, так і за вірогідністю комплексних амплітуд станів в об'єднуючий їх матриці. Визначення всього переліченого не є таким простим, оскільки в замкнутій психічній системі стан, стани, їх компоненти і таке інше зовсім віртуальні, а тому є велика погроза спекулятивного відображення. А до періодично частково відкриваємих (змішаних) систем завжди примішуються впливи сил, сторонніх для визначаємої функції, перш за все психічних сил.

Цитовані вище дослідники ментального (психічного) ультраметричного простору, загальної цілісності психопроесів у ньому, на якій наполягали ще гештальтпсихологи, тепер стверджують, що цілісність виникає завдяки розповсюдженню по всьому простору ведучої

хвилі. Вона породжується поточною мотивацією й організує весь психічний склад на її виконання. Ведуча хвиля не переносить фізичної енергії, а поле її розповсюдження є виключно інформаційним із породженням інформаційних потенціалів, градієнти між якими виступають двигунами активності.

При моделюванні взаємодії та еволюції утворень у ментальному просторі психологічні стани можливо представити крапками, їх асоціації – кулями 1-го рангу, а асоціації куль – кулями 2-го рангу (ідеями). Послідовно можуть бути кулі n-го рангу. Моделі в такому r-адичному ультраметричному просторі ототожнюють з асоціативним мисленням. Завершення мислення на будь-якому етапі (ранзі) виглядає як поява аттракторів і передача цього завершуючого акту у свідомість. Якщо свідомість, її центр управління, не винесе вердикт вірогідного закінчення, то завдання знов надсилається в процесори безсвідомості для продовження еволюційних ітерацій з деякими новими параметрами або для побудови нового динамічного процесу з крапками, асоціаціями, кулями.

Оскільки в ультраметричному просторі процеси можуть йти в різних варіаціях одночасно та паралельно як по вертикалі, так і по горизонталі, то відповідь на вирішувану задачу може бути отримана дуже терміново. У такому просторі різні частини психіки можуть використовувати різні ж r-адичні числення. Наприклад: загальний діючий простір може складатися з п'яти, сьоми та чотири-адичних систем: $Q_{\Sigma} = Q_5 \cdot Q_7 \cdot Q_4$. Тобто не існує людини одної якоїсь адичної системи, апарат числення змішаний згідно з відповідними завданнями – програмами.

Але ми повинні зупинитись на 2-адичній системі числення, оскільки, згідно з С. Хамероффом [10], існуючий надпотужний мозковий біокомп'ютер діє за допомогою двох конформацій тубуліну. Спочатку наведемо таблиці додавання та множення у 2-арифметиці відрахувань, яку запозичено в [6].

Таблиця 1

Додавання (а) та множення (б) у 2-арифметиці відрахувань

а) додавання			б) множення		
	0	1		0	1
0	0	1	0	0	0
1	1	0	1	0	1

Як бачимо, на відміну від звичайного додавання, у 2-арифметиці додавання 1+1 дорівнює нулю. Змістовно це може означати стосовно психіки, що при появі двох однакових за потужністю мотивацій вони погасять одна одну, тобто буде нульове продовження.

2-арифметика, 2-адичні операції з числами дуже багатомікі. Наприклад, є декілька варіантів представлення стану мотивації (М), як і станів інших психічних актів. Можливо прийняти, що її відображає сума вміщених у неї компонентів без врахування взаємодіючих зв'язків між ними. Тоді кожен компонент в обстежуваної особи буде, згідно з табл. 1, представляти одиницю (наявність компонента) або нуль (відсутність компонента) з деякими ваговими коефіцієнтами $0 \leq a_i \leq 1$ їх співвідношення при $\sum_{i=1}^n a_i = 1$. У такому випадку мотивація (М) дорівнює:

$$M = a_1 p_1 + a_2 p_2 + \dots a_n p_n, \quad (1)$$

де p_i – двоїний код компонента, тобто одиниця або нуль.

У випадку, коли враховують взаємодію між компонентами, ланцюг рівняння (1) продовжують сполученнями $a_{n+1} p_1 \cdot p_{i+1}$ або ще сполученням з більшої кількості взаємодіючих компонентів. У такому випадку уточнена мотивація (M^*) буде:

$$M^* = M + a_{n+1} p_1 \cdot p_2 + a_{n+2} p_1 \cdot p_3 + \dots a_{n+i} p_i p_{i+k}, \quad (2)$$

Видно, що в цьому рівнянні праворуч з'явилися елементи $(a_{n+i} p_i p_{i+k})$, які потребують операції множення з табл. 1. Ще складніше, якщо виникає потреба врахувати взаємодію між трьома, чотирма, більшою кількістю елементів, які відображують відповідні компоненти. Але такі операції можливо трансформувати в логарифмічне рівняння, що передбачене теорією чисел [4] і зокрема 2-адичними логарифмами [1].

У психопросторі на базі розглянутих станів, приклади яких надані вище, з'являються їх асоціації, синонімічно їх іменують родинами, групами, в'язками тощо, які ми будемо називати пулами. Наприклад, пул з емоційного стану, вольового стану, інших. Візьмемо перші два стани і припустимо, що емоційний стан (E) за двоїними компонентами дорівнює:

$$E = 100...0..., \quad (3)$$

а вольовий стан (W) дорівнює:

$$W = 110...0..., \quad (4)$$

Пул із цих двох станів (E+W) через бінарну операцію дасть новий об'єднаний стан (P), який буде:

$$P = E + W = 100...0... + 110...0... = 010...0...0, \quad (5)$$

Із пулів утворюються об'єднання вищого гатунку, які називають ідеями. При цьому іноді замість асоціативного мислення настає прояв інтуїтивного мислення. Наприклад, один пул у загальному вигляді дорівнював $P_1 = 2^S$, а другий – $P_2 = 2^K$. Спрямування їх задля об'єднання в специфічний процесор множення може дати в підсумку ідею (ζ):

$$\zeta = P_1 \cdot P_2 = 2^s \cdot 2^k = 2^{s+k}, \quad (6)$$

Як бачимо з рівняння, настав у підсумку стрибок у мисленні, що відображено математично різкою зміною ступеня (s+k) при двійці.

Цей підсумок-ідея надсилається в свідомість, бо тільки він виносить вердикт про те, чи задовольняє такий варіант поставленому ним ж завданню.

Слід зазначити, що до рівняння (6) і стани, і пули, а після нього і еволюційний рух без якогось стороннього втручання можуть бути відображені ітераціями означених психічних об'єктів. При цьому параметр (S) повторення послідовних ітерацій задається процесором безсвідомості керуючим центром свідомості згідно з особистими якостями та поточними обставинами, які тісно пов'язані з лімітом часу отримання рішення. Якщо ж є якесь втручання у процес, то виникає динамічний процес, який, мабуть, підкорюється рішенням рівняння Шредінгера [12]. Динамічний процес має керуючі центри свідомості та безсвідомості з їх процесорами, а також зворотний зв'язок, який у психології й називають інтроспекцією.

Наведені вище закономірності дають змогу відобразити рух різноманітних психічних процесів. Постає питання, які є ознаки завершення руху (рухів) в тому сенсі, щоб свідомість прийняла вердикт отримання відповіді на нею ж поставлене запитання. Є в цьому плані декілька ознак плідного завершення рухів у безсвідомості з знаходженням їх у свідомість.

По-перше, процес повинен стрімко наближатись до "відносно" нерухомої крапки (ВНК) на незначну відстань (E) від неї, та в ту ж саму мить відображена нею величина переадресується у свідомість. Процес наближується до ВНК, але не зливається з нею, бо це б інтроспективно заперечувало 3-аксіому про безупинність процесів у психіці.

По-друге, якщо процеси, що проходять у деякому оточенні кульки навколо ВНК, змінюють свій рух, нібито притягуються до ВНК, то таку ВНК називають аттрактором. Вони найважливіші в режимі стабілізації психічних рухів.

По-третє, це можуть бути цикли, але не завжди. Керівний центр безсвідомості може зреагувати на періодичні повтори однієї й тієї ж величини і передати її у свідомість. Але важко визначити, які з тих точок, що повторюються в циклі, віддати перевагу. Повинні бути

додаткові аргументовані критерії. Недаремно еволюція станів у багатьох випадках супроводжується циклами, які не можна вважати гідним завершенням психічного процесу.

По-четверте, це можуть бути кулі у вигляді так званих дисків Зігеля, які складаються зі сфер-прошарків куль зі своїми значними особливостями, яких ми не будемо торкатись.

По-п'яте, це можуть бути нечіткі цикли з послідовності куль. І таке інше.

Усе вищевикладене слід було б доповнити ще значенням початкових станів для рухів мислення та багатьма іншими чинниками, які у сукупності вводять психологію у коло точних наук. Вимушено відсилаємо до цитованої літератури.

Висновки

1. Обґрунтовано чотири аксіоми психіки, відношення між ними та якості цих відношень, які зіставлені з досягненнями сучасної науки.

2. Презентовано ультраметричний простір, який призначений для модельного відображення психічних явищ, а моделювання здійснюється адичним численням.

Список літератури

1. Беккер Б. 2-адические числа / Б. Беккер, С. Востоков, Ю. Ионин // Кван. – 1979. – № 2. – С. 26–31.
2. Беспалов Б.И. Действие (психологические механизмы визуального мышления) / Б. И. Беспалов. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1984. – 192 с.
3. Бехтель Э. Е. Контекстуальное опознание / Э. Е. Бехтель, А. Э. Бехтель. – СПб.: Питер, 2005. – 336 с.
4. Борисевич З. И. Теория чисел (2-е изд.) / З. И. Борисевич, И. Р. Шафаревич. – М.: Наука, 1972. – 495 с.
5. Доронин С. И. Квантовая магия / С. И. Доронин. – СПб.: ИГ "Весь", 2007. – 336 с.
6. Дынкин Е. Б. Математические беседы (2-е изд.) / Е. Б. Дынкин, В. А. Успенский. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 240 с. – (Школьная библиотека физико-математической литературы).
7. Курдюмов С. П. Режимы с обострением: эволюция идей / С. П. Курдюмов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 312 с.
8. Максимович В. А. Математическое моделирование психики / В. А. Максимович, М. В. Максимович. – Черкассы: Брама-Украина, 2006. – 184 с.
9. Хайдеггер М. Время и бытие. Статьи и выступления: Пер. с нем. / М. Хайдеггер. – М.: Республика, 1993. – 447 с. (Мыслители XX века).
10. Hameroff S. Quantum computation in brain microtubules? The Penrose-Hameroff "Orch OR" model of consciousness. Philos / S. Hameroff // Trans R. Soc. – London, 1998. – 356 p.
11. Хренников А. Ю. Моделирование процессов мышления в р-адических системах координат / А. Ю. Хренников. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 296 с.
12. Шредингер Э. Солитонная природа пульсовой волны / Э. Шредингер // Вестн. нов. мед. технол. – 2000. – Т. VII, № 2. – С. 42–45.

Максимович В. А., Говта Н. В., Максимович М. В. Теория психики и психиатрии. Сообщение 9. Сознательная мысль, аксиоматика, геометрия ментального (психического) мира. – В статье сформулированы четыре аксиомы психики, отношения между ними и качества этих отношений, которые сопоставлены с достижениями современной науки. Представлено ультраметрическое пространство, которое предназначено для модельного отображения психических явлений, а моделирование осуществляется адическим числением.

Ключевые слова: аксиомы психики, ментальное пространство, адическое счисление, моделирование.

Maksimovich V. A., Govta N. V., Maksimovich M. V. Theories of mentality and psychiatry. The message 9. Conscious thought, axiomatic, geometry of the mental (psycho) world. – In article four axioms of mentalities, relations between them and qualities of these relations which are compared with achievements of a modern science are formulated. The ultrametric space which is intended for modeling display of the mental phenomena is presented, and modeling is carried out adic by calculation.

Key words: mentality axioms, mental space, adic calculation, modeling.

УДК 577.3

© М. В. Нецветов^{1, 3}, О. Н. Самотой²

**НАКОПЛЕНИЕ ИОНОВ СВИНЦА ПРОРОСТКАМИ *FRAXINUS EXCELSIOR* L.
ПОД ДЕЙСТВИЕМ ВИБРАЦИЙ**

¹Донецкий национальный университет; 83050, г. Донецк, ул. Щорса, 46

²Донецкий НИИ судебных экспертиз; 83102, г. Донецк, ул. Ливенская, 4

³Донецкий ботанический сад НАН Украины; 83059, г. Донецк, пр. Ильича, 110

e-mail: donetsk-sad@mail.ru

Нецветов М. В., Самотой О. Н. Накопление ионов свинца проростками *Fraxinus excelsior* L. под действием вибраций. – В работе изучали накопление свинца проростками *Fraxinus excelsior* из раствора для полива при одновременном трехчасовом действии вибрации в низкочастотном диапазоне 0-200 Гц. Показано, что на всех исследованных частотах вибрация вызывает усиленное накопление ионов свинца в тканях проростков. При увеличении амплитуды вибрации и использовании 10% раствора уксуснокислого свинца у проростков наступает необратимое увядание через 2 ч экспозиции.

Ключевые слова: вибрации транспорта, свинец, накопление, увядание.

Введение

Реакции живых организмов на динамические механические нагрузки обусловлены постоянным на протяжении эволюции и жизни отдельных организмов действием ветра и некоторых других геофизических и биологических факторов. Так, в ответ на частые и интенсивные ветры в растительном организме запускается каскад биохимических и физиологических процессов, которые вызывают морфологические изменения, приводящие к упрочнению тканей и, следовательно, повышению механической устойчивости растения [8]. Совокупность морфологических изменений в растительном организме, вызванных динамическими механическими факторами, принято называть сейсмоморфогенезом.

В условиях урбоэкосистем, кроме естественных факторов, растения подвержены действию техногенных вибраций. В первую очередь это относится к воздействию транспортного потока на растения, которые произрастают вдоль автомобильных и железных дорог [2, 4]. Ситуация усугубляется комплексным загрязнением воздуха и почвы, при котором растения постоянно подвержены совместному действию химических загрязнителей и вибраций. Диапазон частот вибраций растений, вызванных движением транспорта, значительно перекрывается диапазоном вибраций растений естественного происхождения. В ряде работ показана биологическая активность вибраций отдельных частот [3-7]. Однако вибрации растений от транспорта характеризуются амплитудной и частотной модуляцией и биениями. Таким образом, остается открытым вопрос об экологической значимости вибраций транспортного происхождения. В связи со сказанным выше целью настоящей работы было определить эффективность воздействия на растения вибраций с параметрами, характерными для вибраций растений и грунта, вызванных движением транспорта.

Материал и методы исследования

In situ оценить вклад вибрационного воздействия на растения не представляется возможным из-за следующих обстоятельств. Уровень вибрационного фона снижается с удаленностью от дорожного полотна; вместе с ним снижается концентрация поллютантов в воздухе и почве. Кроме того, их концентрация не равномерна вдоль дорог; на перекрестках она возрастает. Таким образом, вдоль дорог существует градиент концентраций химических загрязнителей и амплитуды вибрационного воздействия на растения. В связи с этим для ответа на поставленный вопрос об экологической значимости вибраций необходимо проведение лабораторных исследований в контролируемых условиях.

Эксперимент проводили на проростках ясеня обыкновенного *Fraxinus excelsior* L. Предварительно стратифицированные семена проращивали в течение 10 дней в ростовых камерах. Для опытов отбирали проростки одного размера 8±1 см. Растения разделяли на контрольные и опытные группы по 20 шт. в каждой. Растения 1-ой контрольной группы

высаживали в химически чистый кварцевый песок 10 мл пластиковых цилиндрических емкостях с дренажными отверстиями на дне. Песок обильно увлажняли 10 мл дистиллированной воды. Растения второй группы увлажняли 10 мл 0,5; 2,5; 5; 10% растворами уксуснокислого свинца. Растения опытных групп увлажняли растворами таких же концентраций, одна группа увлажнялась дистиллированной водой. Опытные группы подвергали воздействию вибраций с частотой 100 Гц. В дополнительном эксперименте изучали совместное действие 2,5 % раствора свинца вибрации с частотами 50, 150, 200 Гц и с плавающей частотой от 0 до 200 Гц. Проход от нижней до верхней частоты осуществлялся за 5 секунд. Амплитуда вибрации – 70 ± 10 мкм на частотах 0-70 Гц и 50 ± 05 мкм на более высоких частотах. Вибрации создавались вибростолом с акустическим динамиком в основе, соединенным с аудиокартой компьютера, сигнал задавался в программе "MathCad 12".

Для выяснения влияния вибрации на проницаемость мембран семян эксперимент проводили во время замачивания с плавающей частотой. После 3-х часов экспозиции все растения промывали в проточной водопроводной воде, а затем ополаскивали дистиллятом и высушивали.

При плавающей частоте проводили дополнительные эксперименты для определения точки увядания проростков. Растения этих выборок подвергали действию вибрации с указанной выше амплитудой и в три раза большей при концентрации раствора уксуснокислого свинца 10%. Растения выводили из эксперимента через каждые $\frac{1}{2}$ часа, промывали проточной водой, высаживали в чистый песок и поливали водопроводной водой. Определяли процент необратимо увядших растений.

В растениях определяли массовые доли химических элементов методом энергодисперсионного рентгенофлуоресцентного анализа с использованием анализатора ЭКОЛОГ (НПП Институт аналитических методов контроля, г. Киев). Анализатор работает по методу фундаментальных параметров с возбуждением характеристического излучения атомов пробы фотонами тормозного спектра маломощной рентгеновской трубки и с последующей регистрацией этого излучения полупроводниковым PIN-детектором с термоэлектрическим охлаждением [1]. Анализатор состоит из блока измерения и блока обработки. В блоке измерения исследуемая проба облучается рентгеновским излучением, генерируемым устройством рентгеновского возбуждения. При этом возникает вторичное излучение атомов пробы, которое регистрируется энергодисперсионным полупроводниковым детектором. Детектор с преусилителем преобразует энергию фотона в электрический импульс с амплитудой пропорциональной энергии фотона. Затем в спектрометрическом усилителе электрические сигналы подвергаются формированию и усилению. Импульсы сортируются по амплитудам путем цифрового кодирования в спектрометрическом аналого-цифровом преобразователе. Полученные коды накапливаются в течение времени измерения в буфере накопления, формируя исходный аппаратный спектр вторичного рентгеновского излучения исследуемой пробы.

После экспозиции полученный спектр загружается в буфер обработки, для этого используется оперативное запоминающее устройство компьютера. С помощью программно-методического обеспечения выполняется полная математическая обработка спектра. Результаты измерений представляются в виде графиков и таблиц со списком обнаруженных элементов и указанием их концентраций (массовых долей).

Результаты и обсуждение

Как видно из табл. 1, при нулевой концентрации свинца в растворе для полива в растениях он не накапливается, т.е. его возможные дополнительные источники отсутствуют. При концентрации раствора уксуснокислого свинца 0,5% он накапливается в минимальном количестве в группе с отсутствием вибрационного воздействия. Увеличение концентрации до 2,5; 5 и 10% приводит к увеличению его накопления в растениях при трехчасовом эксперименте. Воздействие растворов разной концентрации при одновременном действии вибрации на частоте 100 Гц привело к существенному увеличению накопления ионов свинца

в растениях. Максимальные отличия концентраций свинца в растениях опытной и контрольной групп наблюдаются при низких концентрациях свинца 0,5 и 2,5%.

Вибрационное воздействие на других частотах проводили при поливе раствором уксуснокислого свинца 2,5%. Вибрация всех используемых частот приводила к увеличенному, по сравнению с контролем, накоплению ионов свинца из раствора для полива. Отличия между действием вибраций разных частот минимальные. Воздействие на проростки вибрации с плавающей частотой, т.е. изменяющейся от 0 до 200 Гц, обладало аналогичным эффектом. Максимальное накопление ионов отмечено при воздействии раствора свинца на семена *Fraxinus excelsior* как при действии вибрации, так и при ее отсутствии. Однако вибрационное воздействие и в данном опыте привело к значительному увеличению концентрации ионов в семенах.

При действии вибрации указанных частот с амплитудами 50-70 мкм, соответствующей сейсмическим сигналам на грунте и растениях в непосредственной близости от железнодорожного полотна [4], необратимого увядания растений не наблюдали. При использовании вибрации с увеличенной в три раза амплитудой и концентрацией раствора свинца 10% необратимое увядание наблюдали менее чем у ½ (9 из 20 шт.) растений после 1-часового воздействия. После 1,5 часов количество необратимо увядших проростков превысило 50% (13 шт.), а к двум часам действие вибрации и раствора уксуснокислого свинца привело к увяданию 100% экспериментальных растений.

Таблица 1

Массовая доля (%) свинца в экспериментальных проростках *Fraxinus excelsior* L.

Частота вибрации, Гц	Концентрация уксуснокислого свинца в растворе для полива, %				
	0	0,5	2,5	5	10
0	–	–	40,984±1,257	–	–
0	0	1,632±0,136	10,255±0,240	27,948±0,426	34,805±0,689
50	0	–	24,945±0,453	–	–
100	0	4,791±0,277	25,563±0,618	29,964±1,852	45,418±0,792
150	0	–	24,546±0,247	–	–
200	0	–	23,497±0,415	–	–
0-200	0	–	25,781±0,952	–	–
0-200*	0	–	45,928±1,146	–	–

Примечание. * – опыт проведен на семенах.

Таким образом, применяемые нами механические колебания с параметрами вибраций деревьев, вызванных движением транспорта, обусловили усиленное накопление ионов свинца проростками *Fraxinus excelsior* из раствора для полива. В проводимых нами ранее исследованиях [3, 4], где проростки подвергали действию вибрации ежедневно в течение нескольких суток, было установлено, что существуют частоты, при которых эффект химического медиатора может уменьшаться. Различную реакцию растений на звук разной частоты наблюдали и другие авторы [7]. Точно указать механизм дифференцированного действия вибраций различных, но близких частот на растительный организм не представляется возможным. Можно предполагать, что на вибрации некоторых частот у растений выработаны врожденные реакции, например, на вибрации насекомых вредителей или вибрации, вызванные воздействием ветра или другими механическими воздействиями биологической и абиотической природы. Классическим примером моментальной реакции на вибрации является *Mimosa pudica* L. Среди растений реакции на динамические и статические механические нагрузки получили название сейсмо- и тигмореакции соответственно [8]. Их механизмы довольно подробно изучены, но ответа на вопрос о дифференцированном действии вибраций разных частот они не дают.

Вибрационное воздействие транспортного потока на растительный организм характеризуется набором частот в довольно широком диапазоне с основными пиками от 0 до 200 Гц. Вместе с тем многие виды транспорта издают интенсивные шумы в звуковом диапазоне, т.е. совместное вибрационно-акустическое воздействие на растения происходит в еще более широком диапазоне частот. Поэтому наиболее адекватная модель влияния транспортных вибраций на растения должна обладать набором по крайней мере тех частот, на которые приходится пики в амплитудно-частотных характеристиках.

Выводы

1. Действие на растительный организм механических колебаний с параметрами, характерными для вибрационного воздействия транспорта на растения придорожных полос, заключается по крайней мере в усилении накопления ионов тяжелых металлов корневой системой. Эффект вибраций зависит от концентрации раствора свинца, используемого для полива. Частота вибрации не имела существенного влияния на ее эффект.

2. Увеличение амплитуды вибраций в несколько раз приводит к необратимому увяданию проростков *Fraxinus excelsior* после двухчасового воздействия совместно с 10% раствором уксуснокислого свинца.

Список литературы

1. *Анализатор* элементного состава. Экологический паспорт. Техническое описание. Руководство по эксплуатации. – К.: НПП Институт аналитических методов контроля, 2007. – 35 с.
2. *Нецветов М.* Вібраційний вплив автомобільного транспорту на дерева придорожніх смуг / М. Нецветов, О. Суслова // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. Біол. – 2008. – Вип. 48. – С. 75–82.
3. *Нецветов М. В.* Совместное действие вибрации и химических медиаторов на рост ячменя / М. В. Нецветов // Промышленная ботаника. – 2008. – С. 35–40.
4. *Нецветов М. В.* Введение в вибрационную экологию / М. В. Нецветов, П. К. Хиженков, Е. П. Суслова. – Донецк: Вебер, 2009. – 164 с.
5. *Berthier S.* Phototropic response induced by wind loading in Maritime pine seedlings (*Pinus pinaster* Ait.) / S. Berthier, A. Stokes // Journal of Experimental Botany. – Vol. 56, N 413. – P. 851–856.
6. *Cipollini D. F.* The induction of soluble peroxidase activity in bean leaves by wind-induced mechanical perturbation / D. F. Cipollini // American journal of botany. – 1998. – Vol. 85, N 11. – P. 1586–1591.
7. *Plant gene responses to frequency-specific sound signals* / M.-J. Jeong, C.-K. Schim, J.-O. Lee [et al.] // Mol. Breeding. – 2008. – 21. – P. 217–226.
8. *Telewski F. W.* A unified hypothesis of mechanoperception in plants / F. W. Telewski // American Journal of Botany. – 2006. – Vol. 93. – P. 1466–1476.

Нецветов М. В., Самотой О. М. Накоплення іонів свинцю проростками *Fraxinus excelsior* L. під дією вібрацій. – У роботі вивчали накоплення свинцю проростками *Fraxinus excelsior* з розчину для поливу при одночасній трьохгодинній дії вібрації у низькочастотному діапазоні 0-200 Гц. Показано, що на всіх досліджуваних частотах вібрація викликає посилене накоплення іонів свинцю в тканинах проростків. При збільшенні амплітуди вібрації та використанні 10% розчину оцтовокислого свинцю в проростків відбувається невідновне прив'ядання через 2 години експозиції.

Ключові слова: вібрації транспорту, свинець, накоплення, прив'ядання.

Netsvetov M. V., Samotoi O. N. Accumulation of lead ions by *Fraxinus excelsior* L. seedling under vibration treatment. – The accumulation of lead ion from watering solution by seedlings of *Fraxinus excelsior* under vibrations treatment is investigated in this work. The main dynamical parameters of vibrations were the frequencies from 0 to 200 Hz, which are correspond the vibrations of transport traffic. It is shown that all the frequencies were applied are the same biological effect consist in increasing of lead accumulation by plants roots. While magnitude of vibration was increased three times the plants were droop irreversibly after 2 hours of treatment by experimental conditions.

Key words: transport vibrations, lead, accumulation, droop.

УДК 504.75.05 : 502.58:64

© З. Л. Подзноева, П. А. Цандеков

ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

*РВУЗ "Крымский инженерно-педагогический университет"; г. Симферополь, пер. Учебный, 8
e-mail: zarema.podznova@gmail.com*

Подзноева З. Л., Цандеков П. А. Влияние физических факторов внешней среды на организм человека. – В статье приведены результаты изучения характерных изменений состояния физиологических систем организма здорового человека относительно дат специфических гелиогеофизических событий. Показано существование систематических изменений состояния организма, имеющих смысл приспособительных реакций к возможным экологически значимым изменениям в среде обитания, связанных с действием гелиогеофизических факторов.

Ключевые слова: геомагнитная активность, магниточувствительность, психофизиологические показатели, артериальное давление.

Введение

Большинство физических факторов внешней среды, во взаимодействии с которыми эволюционировал человеческий организм, имеют электромагнитную природу. Все источники электромагнитного поля (ЭМП) можно разделить на естественные и техногенные [3]. К естественным физическим полям относят геомагнитное поле Земли (ГМП), которое представляет собой спектр электромагнитных "шумов", в условиях которых существует все живое на Земле. Техногенные физические поля являются порождением современных технологических процессов промышленного и сельскохозяйственного производства в жизнеобеспечении человечества.

Одной из главных "мишеней" при воздействии геомагнитного поля Земли на организм человека является сердечно-сосудистая система. Известно, что кровь человека является проводящей жидкостью, обладающей магнитными свойствами, все управляющие сигналы мозга являются электромагнитными импульсами. Поэтому изменения в электромагнитном окружении человека не может не оказывать влияние на его самочувствие и физическое состояние [2].

Анализ результатов исследований, выполненных в разное время и в различных регионах, показал, что по мере усложнения организации биосистем уменьшается степень специфичности их реакций на магнитное поле и соответственно увеличивается феномен неспецифических реакций. Это отчетливо видно при переходе от клеточного к более высокому уровню (тканевой, системный, организменный) [4].

Результатом воздействия ЭМП являются изменения со стороны сердечно-сосудистой системы: снижение артериального давления, брадикардия, замедление внутрижелудочковой проводимости, а также дисбаланс содержания ионов калия, кальция и натрия в крови. Согласно гипотезе о физиологических механизмах воздействия ГМП [4] увеличение его активности оказывает регулирующее влияние на ЦНС, приводя к изменению физиологических процессов в направлении компенсации и снижении чувствительности к восприятию нежелательного внешнего воздействия. В периоды магнитных бурь увеличивается время слухо- и зрительномоторных реакций, снижаются показатели внимания, кратковременной и долговременной памяти, повышается утомляемость [5].

ЭМП антропогенного происхождения обладают иными характеристиками, чем природное, и приводят к десинхронизации межклеточных и межорганных взаимодействий в биологической системе, настроенной в унисон с естественным электромагнитным фоном [1].

Работы, посвященные влиянию физических факторов внешней среды на человека, свидетельствуют о наличии научной проблемы в этой области и значительного интереса к ней. Однако эти исследования в основном посвящены адаптации организма человека к естественным полям и касаются двух крайних случаев: либо изучается проявление периодики солнечной активности в результатах медицинской статистики и статистики катастроф, либо рассматривается влияние внешних полей на очень здоровых людей, таких

как космонавты и спортсмены. Основная масса людей юношеского возраста, представленная функционально здоровыми людьми, научными исследованиями не охвачена. Поэтому вопрос о характере воздействия солнечной активности и полном наборе физических агентов, переносящих такое воздействие, остается открытым и требует дополнительного исследования, которое выявит зависимость физиологических процессов у здоровых людей юношеского возраста от гелиогеофизических факторов путем рассмотрения более широкого круга вопросов, связанных с обеспечением устойчивости биологических систем и их физиологического состояния.

Характер индивидуальной реакции конкретного организма на действие внешних факторов возможен только на основании анализа динамики достаточно длинных рядов физиологических показателей отдельных индивидуумов с оценкой степени связи между ними и внешними факторами. К сожалению, такие работы неизвестны.

Методы исследования

Для выявления зависимости физиологических показателей здорового организма от гелиогеофизических факторов в настоящее время в Крымском инженерно-педагогическом университете (г. Симферополь) совместно с Институтом земного магнетизма и распространения радиоволн РАН (Московская обл., г. Троицк) в течение трех сезонов (весна и осень 2008 г. и весна 2009 г.) проводился комплекс исследований по воздействию солнечной активности и природных факторов на физиологические и психофизиологические показатели здоровых людей. Возрастной состав основной группы обследуемых варьировал от 17 до 20 лет.

В качестве регистрируемых функциональных параметров выбраны ежедневная регистрация мониторинга у постоянной группы обследуемых:

- артериальное давление (АД) и пульс, измерения проводились дважды в день (утром и вечером) примерно в одно и то же время с использованием бытового электронного тонометра. Выполнялись три замера с интервалом в 2-3 мин, по которым затем отдельно для утренних и вечерних измерений вычислялись средние значения артериального давления систолического (АДС) и диастолического (ДАД) (разработано Т. А. Зенченко). Таким образом, для каждого волонтера было получено по четыре временных ряда измерений АД (по два утренних и два вечерних), которые затем анализировались независимо друг от друга;

- скорость простой слухомоторной реакции (ПСМР) (разработано П. П. Григалом). Измерения проводились ежедневно по рабочим дням. Скорость реакции вычислялась как среднее (по двадцати предъявлениям) время задержки нажатия клавиши после подачи звукового сигнала с компьютера, регистрируемое в миллисекундах. При обработке результатов данного теста был применен дополнительный фильтр: если среди 20 результатов измерений в данный день содержалось единственное аномально большое значение времени реакции (более 400 мс), то это значение исключалось из ряда данных, – предполагалось, что оно вызвано техническими причинами. В случаях, когда "выбросов" было более одного, такие значения учитывались наравне со всеми остальными. Таким образом, чем больше было значение показателя ПСМР, тем хуже реакция;

- показатель устойчивости произвольного внимания (ППВ, тест "корректирующая проба") измерения проводились также ежедневно по рабочим дням. Выполнялся стандартный психофизический тест "корректирующая проба" (Рогов, 1995), адаптированный для предъявления с экрана монитора. Испытуемому предлагалась таблица из букв кириллического алфавита размером 40×20. Перемещая курсор стрелкой вправо (обратное движение было запрещено), испытуемый должен был вычеркивать две заранее заданные буквы (в описываемом случае это были буквы К и Е). На тест отводилось 2 мин. Продуктивность выполнения выражалась безразмерной величиной, вычисляемой по формуле $ППВ = A \cdot P / (A + B + C)$, где А – число правильно вычеркнутых знаков, В – число пропущенных знаков, С – число неправильно вычеркнутых знаков, Р – общее число просмотренных знаков.

– метод регистрации мелкой моторики руки (разработан П. П. Григалом, Н. И. Хорсевой) позволял оценить относительную степень активности пальцев обеих рук и, как следствие, относительную степень активности полушарий головного мозга.

Кроме того, волонтеры каждый день оценивали свое состояние по системе САН (самочувствие – активность – настроение). Перед началом мониторинга заполняли анамнестические анкеты и субъективные представления о собственной магниточувствительности. Длительность измерений составляла в каждом случае не менее 50 суток. Волонтеры выбирались из числа студентов.

В качестве индексов космической погоды используются суточные значения планетарных индексов Кр, К, Ар, числа Вольфа. Данные космической погоды получены с сайта <http://www.izmiran.ru>, сумма трехчасовых значений за сутки. Так же были выделены следующие типы возмущений магнитного поля Земли: малые бури (М), умеренные бури (У), большие бури (Б) и очень большие бури (ОБ).

В качестве метеорологических параметров использовались данные: атмосферное давление (АтД), температура воздуха (Тв), влажность (F%), ветер, атмосферные явления. Данные получены с сайта <http://www.Gismetio.ua>.

Целью экспериментальной работы является тестирование методики измерений и последующий статистический анализ, позволяющий делать надежные персональные заключения о наличии зависимости динамики физиологических показателей от вариаций гелиогеофизических факторов.

Сбор данных по такой унифицированной и оттестированной методике позволит проводить отдельные эксперименты в различное время, в разных географических пунктах, на волонтерах разных возрастных групп. Такая база необходима как основа будущих исследований общих закономерностей развития эффекта магниточувствительности и у отдельных людей.

Такая постановка эксперимента позволила провести сравнительный анализ динамики показателей для каждого волонтера, а также получить предварительные ответы на вопрос об их взаимной зависимости и особенностях их связи с факторами обычной и космической погоды.

Результаты исследования

Была обнаружена различная реакция артериального давления на факторы обычной и космической погоды. Во всех отмеченных случаях чувствительности к уровню ГМА и атмосферному давлению (АтД) зависимость была прямой – артериальное давление возрастало при повышении уровня ГМА и росте АтД; при анализе чувствительности к температуре воздуха (Т.в.) у четверых из шести волонтеров наблюдалась обратная зависимость – артериальное давление повышалось при понижении Т.в. Ежедневные вариации артериального давления при изменении ГМА совпадают с вариациями Ар-индекса, что становится еще более очевидным после выполнения низкочастотной фильтрации рядов. В то же время реакция на погоду практически во всех случаях выражается в синхронности именно низкочастотных волн длительностью до нескольких суток (рис. 1).

По показателям артериального давления чувствительность разных волонтеров к различным внешним факторам распределяется следующим образом: к уровню ГМА – у 28 волонтеров (44%, корреляция всегда положительная); к уровню АтД – у 16 волонтеров (29%, корреляция всегда положительная); к значению Т.в. – у 11 волонтеров (37%, два случая положительной корреляции и четыре отрицательной).

Учет степени связи артериального давления и психофизиологических показателей не только с внешними факторами, но и между собой, а также средних значений давления и субъективных оценок самочувствия позволяет построить для каждого волонтера индивидуальную логическую схему реакции организма на действие внешних факторов (рис. 2). Даже после вычета трендов наблюдается положительная корреляция ($p < 0,05$) между показателем продуктивности произвольного внимания и АД.

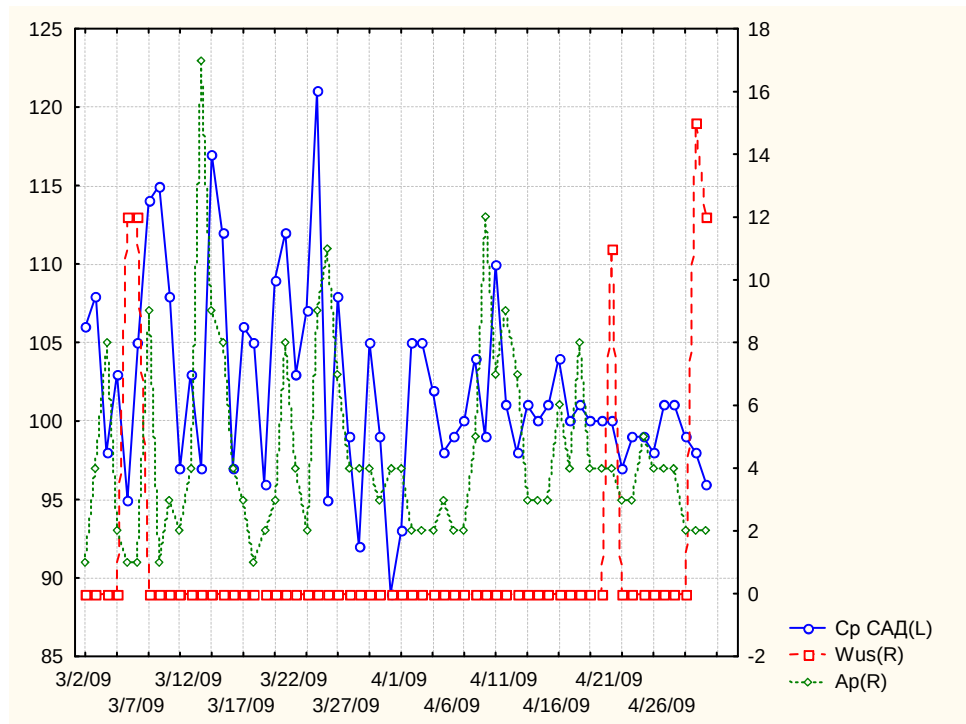


Рис. 1. Графік моніторингу артеріального тиску та космічної погоди (Wus – числа Вольфа, Ap – індекс геомагнітної активності, Ср САД – середнє значення систолічного артеріального тиску).

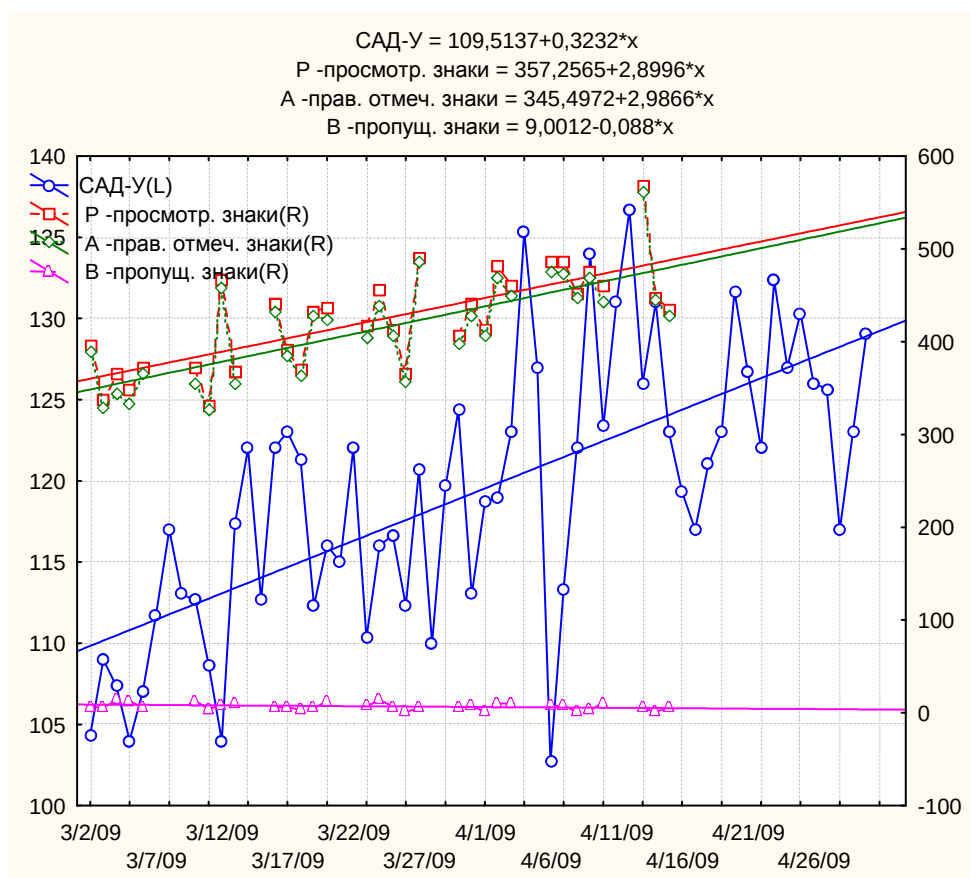


Рис. 2. Графік моніторингу артеріального тиску та показателя продуктивності произвольного внимания.

Обнаружено, что для ряда волонтеров существует очень тесная связь между показателями АД и самочувствием (анкета САН) (рис. 3). Динамика психофизиологических показателей является отражением в самочувствии волонтеров (рис. 4). Если даже незначительное повышение артериального давления приводит к улучшению самочувствия человека, то при этом будут улучшаться его психофизиологические показатели, иногда значительно. Если же рост артериального давления неблагоприятно отражается на самочувствии волонтера, то это повлечет ухудшение психофизиологических характеристик.

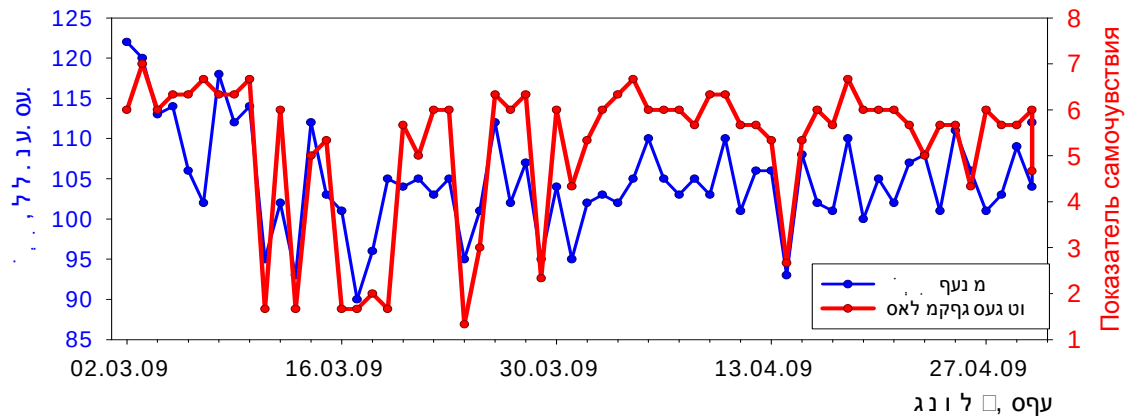


Рис. 3. Взаимосвязь показателей АД и самочувствия волонтера.

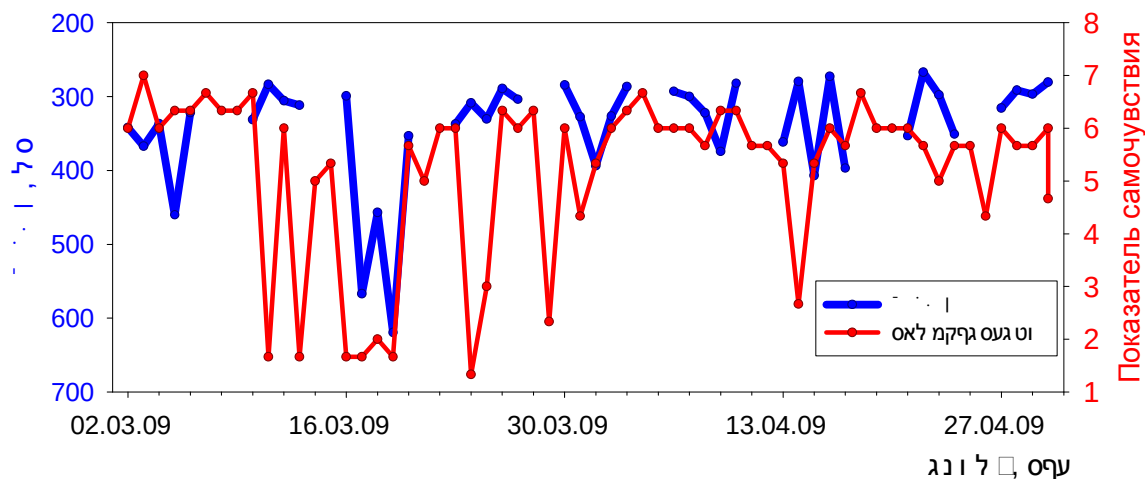


Рис. 4. Взаимосвязь психофизиологических показателей и самочувствия волонтера.

Степень статистической связи психофизиологических и физиологических показателей выше, чем психофизиологических и параметров погоды.

Результат регистрации мелкой моторики руки, полученный на данных измерений первого сезона и полностью подтвержденный на последующих, показывает, что у 19 из 49 обследованных волонтеров (40%) доля участия правой руки (и, следовательно, активность левого полушария) достоверно возрастает при повышении температуры, у троих — понижается.

Необходимо отметить, что для данного показателя число обнаруженных корреляционных связей с показателями АД и внешних факторов является незначительным, что не позволяет включить его в индивидуальные логические схемы, построенные для других измеренных показателей. На данном этапе исследования необходимо заключить, что показатель мелкой моторики руки, отражающий относительную активность полушарий мозга, по-видимому, напрямую коррелирует с показателем температуры воздуха: доля активности левого полушария возрастает при повышении температуры. Однако полученный результат требует дополнительной доскональной проверки на значительно большем числе волонтеров.

Выводы

В результате проведенного мониторинга получена предварительная оценка частоты и характера чувствительности здоровых людей к воздействию геомагнитных и метеорологических факторов, выявлен индивидуальный для каждого испытуемого характер внутренних связей между физиологическими и психофизиологическими показателями. Результаты сравнительного анализа динамики АД с метеорологическими факторами (атмосферное давление и температура воздуха) и уровнем геомагнитной активности показывают, что в группе здоровых волонтеров чувствительность к каждому из трех проанализированных внешних факторов встречается в примерно равной степени, наиболее характерной является чувствительность организма сразу к двум или трем факторам.

Установлено, что сочетание двух неблагоприятных факторов (например, повышения геомагнитной активности и понижения температуры) приводит к значительным скачкам АД у здоровых людей. Понятно, что для проведения исследований по этой методике требуется длительное изучение изменения функциональных параметров выделенной постоянной группы обследуемых, причем для снижения зашумленности данных посторонними факторами измерения должны носить длительный характер. Более того, регистрация должна проводиться в очень сжатый период времени для обследования каждого члена группы в одном и том же функциональном состоянии, а для всей группы в целом – в одно и то же время суток для исключения суточной ритмики.

Список литературы

1. Агаджанян Н. А. Медико-биологические эффекты геомагнитных возмущений / Н. А. Агаджанян, В. Н. Ораевский, И. И. Макарова. – М.: Тровант, 2001. – 136 с.
2. Владимирский Б. М. Влияние солнечной активности на биосферу-ноосферу / Б. М. Владимирский, Н. А. Темурьянц. – М.: МНЭПУ, 2000. – 378 с.
3. Владимирский Б. М. Космическое воздействия и эволюция биосферы / Б. М. Владимирский, Л. Д. Кисловский. – М.: Знание, 1986. – 64 с.
4. Пресман А. С. Электромагнитное поле и живая природа / А. С. Пресман. – М.: Наука, 1968. – 310 с.
5. Холодов Ю. А. Реакции нервной системы человека на электромагнитные поля / Ю. А. Холодов, Н. Н. Лебедева. – М.: Знание, 1992. – 135 с.

Подносва З. Л., Цандеков П. О. Вплив фізичних факторів зовнішнього середовища на організм людини. – У статті наведено результати вивчення характерних змін стану фізіологічних систем організму здорової людини відносно дат специфічних геліогеофізичних подій. Показано існування систематичних змін стану організму, що мають сенс пристосувальних реакцій до можливих екологічно значущих змін у довкіллі, пов'язаних із дією геліогеофізичних факторів.

Ключові слова: геомагнітна активність, магніточуттєвість, психофізичні показники, артеріальний тиск.

Podznoyeva Z. L., Tsandekov P. A. Environment physical factors' influence on the human organism. – The results of study of typical changes in the status of physiological systems of an organism of healthy human around the date of specific heliogeophysical situations. The existence of systematic changes in the organism status, which have a sense of adaptive responses on the possible ecologically significant changes in the environment, that are related to the action of the heliogeophysical factors.

Key words: geomagnetic activity, magnetic sensitivity psychophysiological indicators, blood pressure.

УДК 612.6.057 : 612.171 : 796.015-053.81

© Н. В. Богдановська

СТАТЕВІ ОСОБЛИВОСТІ ЗМІНИ ПАРАМЕТРІВ КАРДІОДИНАМІКИ У ЗДОРОВИХ МОЛОДИХ ЛЮДЕЙ 18-20 РОКІВ У ПРОЦЕСІ СИСТЕМАТИЧНИХ ФІЗИЧНИХ ТРЕНУВАНЬ

*Запорізький національний університет; 69000, м. Запоріжжя, вул. Жуковського, 66
nadezhdabg@rambler.ru*

Богдановська Н. В. Статеві особливості зміни параметрів кардіодинаміки у здорових молодих людей 18-20 років у процесі систематичних фізичних тренувань. – Проведено ехокардіографічне обстеження серця юнаків та дівчат 18-20 років до і після тривалих фізичних тренувань. Показано об'єктивне існування статевих відмінностей у реакції системи кардіодинаміки на систематичні фізичні навантаження: в рівні фізичної працездатності і аеробних можливостях організму.

Ключові слова: кардіодинаміка, ехокардіографія, фізичні тренування, юнаки, дівчата.

Вступ

Дослідженню впливу фізичних навантажень на стан різних фізіологічних систем організму людей різного віку і статі присвячена досить значна кількість експериментальних досліджень. Показано, що статеві належності значною мірою визначає характер реакції більшості фізіологічних систем на м'язову роботу різного об'єму, інтенсивності і тривалості [1-7]. Разом із тим практично невивченим є питання щодо особливостей змін стану системи кардіодинаміки в осіб різної статі і віку в процесі систематичних фізичних тренувань. Нажаль, переважна кількість досліджень, присвячених цій проблемі, обмежувалися вивченням тільки системних реакцій апарату кровообігу на різноманітні види м'язової роботи без детального аналізу характеру зміни його структурних і функціональних особливостей. Актуальність представленої проблеми слугувала передумовою для проведення цього дослідження.

Матеріал і методи дослідження

В експерименті взяли участь 57 практично здорових молодих людей у віці від 18 до 20 років (28 дівчат і 29 юнаків). Всі обстежувані протягом 8 місяців 2 рази на тиждень займалися в групах степ-аеробіки.

Для оцінки стану системи кардіодинаміки за допомогою ультразвукового сканера фірми Siemens (Німеччина) реєстрували такі параметри: кінцеводіастолічні діаметри лівого і правого шлуночків серця (КДДлш, см і КДДпш, см), кінцевосистолічні діаметри цих відділів серця (КСДлш, см і КСДпш, см), кінцевий діастолічний об'єм (КДО, мл), кінцевий систолічний об'єм (КСО, мл), обсяг лівого шлуночка в систолу і діастолу (відповідно $V_{лш}$ і $V_{пш}$, мл), ударний об'єм крові (УО, мл), товщину задньої стінки лівого шлуночка в діастолу (ТЗСлш, см), серцевий індекс (СІ, $мл/м^2$), фракцію викиду крові (Фв, %), індекс скоротливості міокарда (ІС, %), швидкості швидкого (Е) та повільного (А) наповнення лівого і правого шлуночків серця (відповідно $E_{лш}$, $E_{пш}$, $A_{лш}$, $A_{пш}$, мл/с), а також величини співвідношення (Е/А) між цими швидкостями.

Окрім зазначених кардіодинамічних показників, у юнаків та дівчат, які взяли участь у дослідженні, на основі субмаксимальної тесту PWC_{170} визначали величину загальної фізичної працездатності ($vPWC_{170}$, $кгм/хв/кг$) та аеробної продуктивності ($ВМСК$, $мл/хв/кг$) їх організму.

Усі отримані під час дослідження експериментальні матеріали були оброблені стандартними методами математичної статистики з використанням статистичного пакету Microsoft Excel.

Результати та обговорення

Аналіз експериментальних даних, отриманих в ході цього дослідження, дозволив встановити наступне. Незалежно від статі, у процесі систематичних фізичних тренувань в

обстежених осіб спостерігалось зниження кінцеводіастолічних і кінцевосистолічних розмірів лівого і правого шлуночків серця, кінцевосистолічного і кінцеводіастолічного об'ємів, товщини задньої стінки лівого шлуночка серця в діастолу, значень серцевого індексу, частоти серцевих скорочень, хвилинного об'єму крові і, навпаки, підвищення значень ударного об'єму крові, фракції викиду, індексу скоротливості, а також швидкостей швидкого і повільного наповнення лівого і правого шлуночків серця (табл. 1).

Таблиця 1

Величини відносних змін показників кардіодинаміки в юнаків та дівчат 18-20 років через 8 місяців після початку фізичних тренувань (у % від значень цих показників до початку фізичних тренувань) (М±м)

Показники	Юнаки	Дівчата
Частота серцевих скорочень, уд/хв	-17,08±1,37	-12,00±1,33*
Кінцеводіастолічний діаметр лівого шлуночка серця, см	-16,89±1,37	-9,00±1,35**
Кінцевосистолічний діаметр лівого шлуночка серця, см	-7,84±1,36	-5,00±1,38
Кінцеводіастолічний діаметр правого шлуночка серця, см	-15,91±1,38	-4,00±1,39**
Кінцевосистолічний діаметр правого шлуночка серця, см	-5,54±1,37	-3,30±1,39
Кінцевий діастолічний об'єм, мл	-17,83±1,37	-9,00±1,35**
Кінцевий систолічний об'єм, мл	-8,59±1,36	-11,00±1,34
Товщина задньої стінки лівого шлуночка в діастолу, см	-5,2±1,38	-2,50±1,40*
Серцевий індекс, мл/м ²	-17,00±1,3	-15,12±1,29
Фракція викиду крові, %	24,00±1,52	16,92±1,56**
Ударний об'єм крові, мл	3,00±1,44	1,68±1,43
Хвилинний об'єм крові, мл/хв	-4,21±1,38	-10,52±1,34**
Обсяг лівого шлуночка в діастолу, мл	-15,50±1,31	-6,85±1,35***
Обсяг лівого шлуночка в систолу, мл	-18,02±1,3	-2,76±1,39***
%DS	11,20±1,50	3,31±1,41***
Швидкість швидкого наповнення лівого шлуночка серця, мл/с	12±1,5	8,32±1,45
Швидкість повільного наповнення лівого шлуночка серця, мл/с	5±1,45	1,20±1,42
Співвідношення швидкості швидкого та повільного наповнення лівого шлуночка серця, мл/с	6,67±1,46	7,04±1,46
Швидкість швидкого наповнення правого шлуночка серця, мл/с	8±1,47	5,00±1,45
Швидкість повільного наповнення правого шлуночка серця, мл/с	4±1,44	0,80±1,42
Співвідношення швидкості швидкого та повільного наповнення правого шлуночка серця, мл/с	3,85±1,44	4,17±1,44

Примітка. * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$ порівняно з групою юнаків.

Разом із тим отримані нами результати дозволили говорити про вплив статевої належності і стану системи синтезу оксиду азоту на вираженість зазначених позитивних змін з боку системи кардіодинаміки.

Було встановлено, що по закінченню систематичних фізичних тренувань протягом восьми місяців для юнаків були характерні достовірно більш виражені позитивні темпи зниження величин ЧСС (відповідно на 17,08±1,37% і 12,00±1,33%), кінцеводіастолічних діаметрів лівого (на 16,89±1,37% і 9,00±1,35%) і правого (15,91±1,38% і 4,00±1,39%)

шлуночків серця, кінцеводіастолічного об'єму (на $17,83 \pm 1,37\%$ і $9,00 \pm 1,30\%$), об'єму лівого шлуночка в діастолу (відповідно на $15,50 \pm 1,31\%$ і $6,85 \pm 1,35\%$) і систолу ($18,02 \pm 1,30\%$ і $2,76 \pm 1,39\%$), товщини задньої стінки лівого шлуночка в діастолу (на $5,2 \pm 1,38\%$ і $2,50 \pm 1,40\%$) і, навпаки, достовірно більш високі величини приросту фракції викиду крові (відповідно на $24,00 \pm 1,52\%$ і $16,92 \pm 1,56\%$) та індексу скоротливості (на $11,20 \pm 1,50\%$ і $3,31 \pm 1,41\%$). Цілком природним, у зв'язку з вищевикладеним, виглядала і перевага юнаків у темпах приросту рівня їх загальної фізичної працездатності (відповідно на $16,93 \pm 1,54\%$ і $14,18 \pm 1,52\%$ за BPWC_{170}) та аеробних можливостей (на $10,62 \pm 1,52\%$ і $7,13 \pm 1,49\%$ у BMCK) їх організму (табл. 2).

Таблиця 2

Величини відносного приросту загальної фізичної працездатності та аеробної продуктивності в обстежених юнаків та дівчат 18-20 років через 8 місяців після початку фізичних тренувань (у % від значень цих показників до початку фізичних тренувань) ($M \pm m$)

Показники	Юнаки	Дівчата
aPWC_{170} , кгм/хв	$16,93 \pm 1,54$	$14,18 \pm 1,52$
Загальна фізична працездатність (BPWC_{170}), кгм/хв/кг	$16,93 \pm 1,54$	$14,18 \pm 1,52$
aMCK , мл/хв	$10,62 \pm 1,54$	$7,12 \pm 1,52$
Аеробна продуктивність (BMCK), мл/хв/кг	$10,62 \pm 1,52$	$7,13 \pm 1,49$

Підтвердженням більш оптимального стану вивчених показників кардіодинаміки в осіб із більш високим рівнем фізичної працездатності (група юнаків) були також результати порівняльного аналізу величин коефіцієнтів кореляції значень BPWC_{170} зі значеннями цих параметрів (табл. 3).

Таблиця 3

Величини коефіцієнтів кореляції рівня фізичної працездатності (BPWC_{170}) зі значеннями показників кардіодинаміки в юнаків та дівчат 18-20 років через 8 місяців після початку фізичних тренувань ($M \pm m$)

Показники	Юнаки	Дівчата
Частота серцевих скорочень, уд/хв	$-0,73 \pm 0,09^*$	$-0,68 \pm 0,11^*$
Кінцеводіастолічний діаметр лівого шлуночка серця, см	$-0,53 \pm 0,14^*$	$0,31 \pm 0,18$
Кінцевосістолічний діаметр лівого шлуночка серця, см	$-0,79 \pm 0,07^*$	$-0,72 \pm 0,09^*$
Кінцеводіастолічний діаметр правого шлуночка серця, см	$-0,73 \pm 0,09^*$	$-0,64 \pm 0,12^*$
Кінцевосістолічний діаметр правого шлуночка серця, см	$-0,62 \pm 0,12^*$	$-0,45 \pm 0,16^*$
Кінцевий діастолічний об'єм, мл	$-0,81 \pm 0,06^*$	$-0,63 \pm 0,12^*$
Кінцевий систолічний об'єм, мл	$-0,79 \pm 0,07^*$	$-0,62 \pm 0,12^*$
Товщина задньої стінки лівого шлуночка в діастолу, см	$-0,64 \pm 0,11^*$	$-0,59 \pm 0,13^*$
Серцевий індекс, мл/м^2	$-0,58 \pm 0,13^*$	$-0,55 \pm 0,14^*$
Фракція викиду крові, %	$0,88 \pm 0,04^*$	$0,63 \pm 0,12^*$
Ударний об'єм крові, мл	$0,79 \pm 0,07^*$	$0,58 \pm 0,13^*$
Хвилинний об'єм крові, мл/хв	$0,53 \pm 0,14^*$	$0,49 \pm 0,15^*$
Обсяг лівого шлуночка в діастолу, мл	$-0,73 \pm 0,09^*$	$-0,57 \pm 0,13^*$
Обсяг лівого шлуночка в систолу, мл	$-0,77 \pm 0,08^*$	$-0,62 \pm 0,12^*$
%DS	$0,84 \pm 0,06^*$	$0,75 \pm 0,09^*$

Для обстежених юнаків наприкінці дослідження були характерні більш високі, ніж для дівчат цього ж віку (18-20 років), величини коефіцієнтів кореляції значень $WPWC_{170}$ зі значеннями ЧСС (відповідно $-0,73 \pm 0,09$ і $-0,68 \pm 0,11$), КДДлш ($-0,53 \pm 0,14$ і $0,31 \pm 0,18$), КСДлш ($-0,79 \pm 0,07$ і $-0,72 \pm 0,09$), КДДпш ($-0,73 \pm 0,09$ і $-0,64 \pm 0,12$), КСДпш ($-0,62 \pm 0,12$ і $-0,45 \pm 0,16$), КДО ($-0,81 \pm 0,06$ і $-0,63 \pm 0,12$), КСО ($-0,79 \pm 0,07$ і $-0,62 \pm 0,12$), ТЗСлш ($-0,64 \pm 0,11$ і $-0,59 \pm 0,13$), $V_{лш-д}$ ($-0,77 \pm 0,08$ і $-0,57 \pm 0,13$), $V_{лш-с}$ ($-0,77 \pm 0,08$ і $-0,62 \pm 0,12$), CI ($-0,58 \pm 0,13$ і $-0,55 \pm 0,14$), ФВ ($0,88 \pm 0,04$ і $0,88 \pm 0,04$), УО ($0,79 \pm 0,07$ і $0,58 \pm 0,13$), ХОК ($0,53 \pm 0,14$ і $0,49 \pm 0,15$) та індексу скоротливості ($0,84 \pm 0,06$ і $0,75 \pm 0,09$).

Висновки

У цілому результати обстеження юнаків та дівчат 18-20 років до і після тривалих фізичних тренувань дозволили зареєструвати об'єктивне існування статевих відмінностей у реакції системи кардіодинаміки на систематичні фізичні навантаження, що, зрештою, зумовило відмінності в рівні фізичної працездатності та аеробних можливостей організму осіб різної статі та, ймовірно, характер їх адаптивних реакцій до інших факторів зовнішнього середовища в цьому віці.

Список літератури

1. Агаджанян Н. А. Стресс и теория адаптации / Н. А. Агаджанян. – Оренбург: ИПК ГОУ ОГ, 2005. – 190 с.
2. Квашніна Л. В. Поняття адаптації і адаптованість як інтегральний показник здоров'я / Л. В. Квашніна // Перинатологія та педіатрія. – 2000. – № 1. – С. 33–36.
3. Корниенко И. А. "Биологическая надежность", онтогенез и возрастная динамика мышечной работоспособности / И. А. Корниенко, В. Д. Сонькин // Физиология человека. – 1999. – № 1. – С. 98–108.
4. Маликов Н. В. Современные проблемы адаптации / Н. В. Маликов, Н. В. Богдановская. – Запорожье: ЗНУ, 2007. – 257 с.
5. Митьков В. В. Клиническое руководство по ультразвуковой диагностике / В. В. Митьков, В. А. Сандрикова. – М.: Видар, 1998. – Т. 5. – 360 с.
6. Павлов С. Е. Основы теории адаптации и спортивная тренировка / С. Е. Павлов // Теория и практика физ. культуры. – 1999. – № 1. – С. 12–17.
7. Чазов Е. И. Вклад нарушений регуляторных механизмов в развитие сердечно-сосудистых патологий / Е. И. Чазов // Терапевтический архив. – 1999. – Т. 71, № 9. – С. 8–12.

Богдановская Н. В. Половые особенности изменения параметров кардиодинамики у здоровых молодых людей 18-20 лет в процессе систематических физических тренировок. – Проведено эхокардиографическое обследование сердца юношей и девушек 18-20 лет до и после длительных физических тренировок. Показано объективное существование половых различий в реакции системы кардиодинамики на систематические физические нагрузки: в уровне физической работоспособности и аэробных возможностях организма.

Ключевые слова: кардиодинамика, эхокардиография, физические тренировки, юноши, девушки.

Bogdanovskaya N. V. Sexual peculiarities of cardio-dynamics parameters of healthy young people aged 18-20 years in the process of systematic physical training. – Echo-cardiography examination of the hearts of youth and girls aged 18-20 years before and after prolonged physical training is conducted. Objective existence of sex differences in the reaction of cardio-dynamics system to systematic physical stress as a level of physical performance and aerobic capacity of the organism are displayed.

Key words: cardio-dynamics, echo-cardiography, physical training, youth, girls.

УДК 591.18 : 599.323.4 – 089.843.47 : 576.3] – 084.1

© В. М. Казаков, М. І. Тарапата, П. Я. Кравцов, Д. Ю. Кустов, І. В. Кокіна
**ГРУМІНГОВА АКТИВНІСТЬ САМИЦЬ ЩУРІВ З МОДЕЛЛЮ
ГОНАДЕФІЦИТНОГО СТАНУ ДО ТА ПІСЛЯ ТРАНСПЛАНТАЦІЇ
ЕМБРІОНАЛЬНИХ СТОВБУРОВИХ КЛІТИН**

*Донецький національний медичний університет ім. М. Горького
83003, м. Донецьк, пр. Ілліча, 16; e-mail: physiolog@mail.ru*

Казаков В. М., Тарапата М. І., Кравцов П. Я., Кустов Д. Ю., Кокіна І. В. Грумінгова активність самиць щурів з моделлю гонадефіцитного стану до та після трансплантації ембріональних стовбурових клітин. – Стаття присвячена дослідженню грумінгової поведінки у самиць щурів після двобічного видалення яєчників та подальшої корекції гонадефіцитного стану трансплантацією ембріональних стовбурових клітин кордової крові. Гонадектомія призводила до пригнічення окремих видів грумінгу і грумінгової активності в цілому. Трансплантація стовбурових клітин значною мірою відновлювала початковий рівень грумінгу, що свідчить про її здатність коректувати поведінку щурів з ендокринною дисфункцією, зокрема гонадною недостатністю.

Ключові слова: грумінг, гонадна недостатність, трансплантація стовбурових клітин.

Вступ

У зв'язку з погіршенням екологічних умов і надмірним навантаженням інформаційного поля сучасного життя особливого значення набувають дослідження, пов'язані з пошуком адекватних поведінкових критеріїв оцінки стану нейроімуноендокринної системи. На думку більшості дослідників, грумінг у гризунів є стрес-залежною формою поведінки [1] і як такий може бути дуже чутливим до будь-яких ендо- або екзогенних впливів, що призводять до дисбалансу тих або інших компартментів цієї системи, наприклад статевого. Тому метою презентованої роботи є вивчення грумінгу в щурів зі змодельованою оваріальною недостатністю до та після її корекції ембріональними стовбуровими клітинами кордової крові.

Матеріал і методи дослідження

Дослідження проводились на базі лабораторії "Клінічної і прикладної нейрофізіології" ДонНМУ. Досліди проводили на 40 самицях білих щурів, масою від 220 до 300 г.

Формування посткастраційного синдрому спостерігали через 4-5 днів після оваріектомії і підтверджували за допомогою визначення рівня статевих гормонів у крові. Надалі гонадектомованих щурів розділяли на 2 групи: контрольну та експериментальну, щурам якої пересаджували ембріональні стовбурові клітини (ЕСК). Трансплантацію ЕСК здійснювали внутрішньовенним введенням культури, отриманої з кордової крові.

Спостереження за реакціями самоочищення проводили у різний час протягом всього світлового дня. Для реєстрації показників грумінгу тварин поміщали до біоритмокамери розробки лабораторії "Клінічної і прикладної нейрофізіології" ДонНМУ сумісно з ООО "Медтехприбор". Перші 15 хв. відводились для адаптації до умов камери, після чого протягом подальших 15 хв. проводили візуальне спостереження і підрахунок 4-х різних видів спонтанних рухів очищення шкіри (умивання, лизання, чухання і обтрушування) [2]. Окрім того, як додаткові показники ми фіксували загальну кількість рухів самоочищення і загальний час, що затрачує тварина на грумінг, за період спостереження, підраховували інтенсивність грумінгу та відсоток часу грумінгу [3]. Один рух самоочищення приймався за один елементарний грумінговий акт (е.г.а.).

Результати та їх обговорення

Як помітно з рис. 1, окремі елементи грумінгової активності мають різну чутливість до зміни рівня статевих гормонів у крові, пов'язаної з видаленням яєчників. Так, після оваріектомії різко знижується кількість актів умивання з $(11,8 \pm 2,0)$ е.г.а. до $(4,7 \pm 0,3)$ е.г.а. і лизання – з $(7,5 \pm 0,6)$ е.г.а. до $(4,7 \pm 0,4)$ е.г.а., але невірогідно знижується кількість актів

чесання – з $(6,1 \pm 0,7)$ е.г.а. до $(5,3 \pm 0,2)$ е.г.а. і обтрушування – з $(6,1 \pm 0,6)$ е.г.а. до $(5,5 \pm 0,5)$ е.г.а. Трансплантація ЕСК відновлювала початковий рівень умивання $(10,8 \pm 1,2)$ е.г.а., дещо підвищувала рівень лизання $(6,3 \pm 0,7)$ е.г.а. і чухання $(6,8 \pm 0,4)$ е.г.а. і практично не впливала на обтрушування $(5,3 \pm 0,4)$ е.г.а.

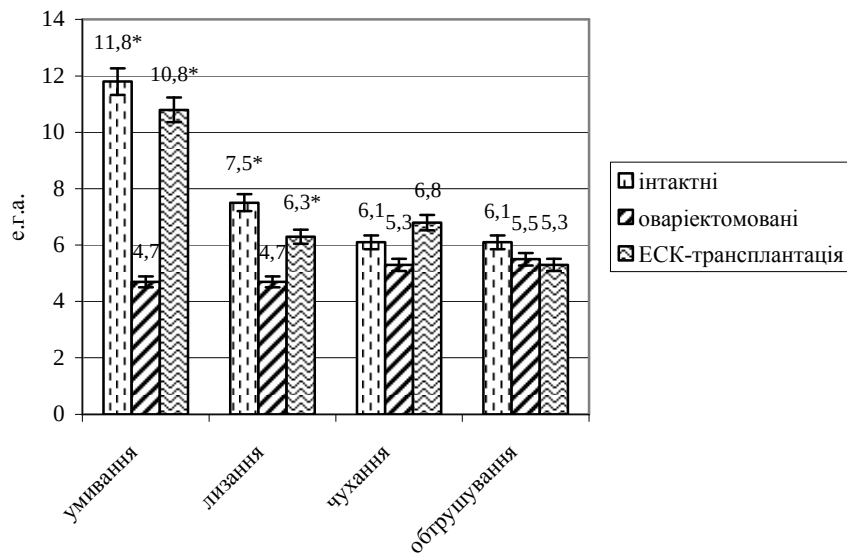


Рис. 1. Зміна кількості різних елементарних актів грумінгу у оварієктомованих самиць щурів до і після трансплантації ЕСК.

Примітка. * – $p \leq 0,05$ при порівнянні з гонадектомованими щурами.

Загальна грумінгова активність, яка складала в інтактних самиць $(31,6 \pm 2,5)$ е.г.а., в оварієктомованих щурів була вірогідно зниженою $(20,2 \pm 0,7)$ е.г.а., але після введення ЕСК підвищувалась до нормального рівня – $(29,2 \pm 1,5)$ е.г.а. Суттєві зміни зазнавав і час, який тварини витрачали на грумінг. Після видалення яєчників значення цього показника знижувалось майже вдвічі і складало $(63,2 \pm 5,4)$ с на відміну від інтактних особин, у яких воно складало $(123,8 \pm 16,1)$ с. Трансплантація ЕСК також приводила до відновлення часу грумінгу тварин до нормального рівня – $(130,1 \pm 10,3)$ с (рис. 2).

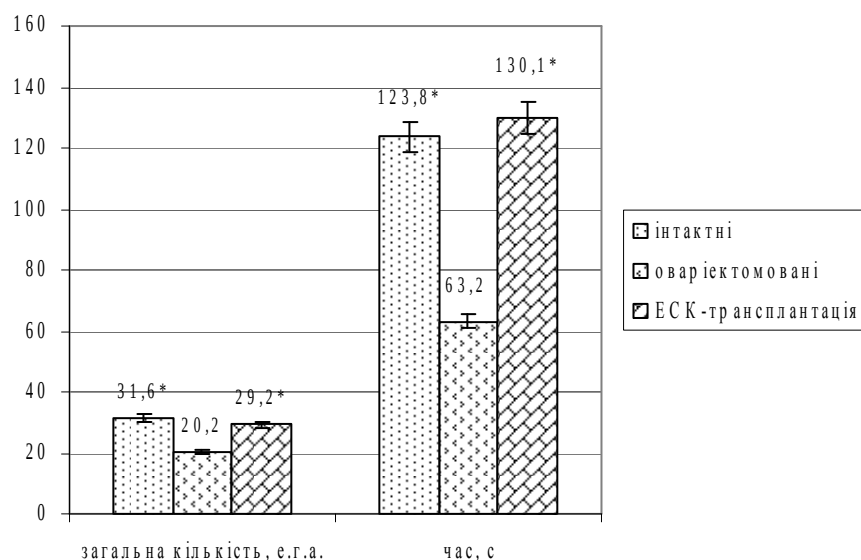


Рис. 2. Зміна загальної кількості грумінгових актів і часу грумінгу у гонадектомованих самиць щурів до і після трансплантації ЕСК.

Примітка. * – $p \leq 0,05$ при порівнянні з гонадектомованими щурами.

На рис. 3 наведено зміни інтенсивності і відсотку часу грумінгу – показників, що характеризують міру комфортної поведінки тварини. Якщо в оварієктомованих щурів інтенсивність грумінгу зазнавала невірогідного підвищення (з $(41,7 \pm 6,1)\%$ до $(44,9 \pm 6,5)\%$), то після введення ЕСК вона ставала майже вдвічі нижчою за встановлену норму і складала $(24,9 \pm 1,0)\%$. У той же час показник відсотка часу грумінгу вірогідно знижувався після оварієктомії ($7,0 \pm 0,6\%$) по відношенню до інтактних тварин ($(13,8 \pm 1,8)\%$) та успішно коректувався введенням ЕСК кордової крові ($(14,5 \pm 1,1)\%$).

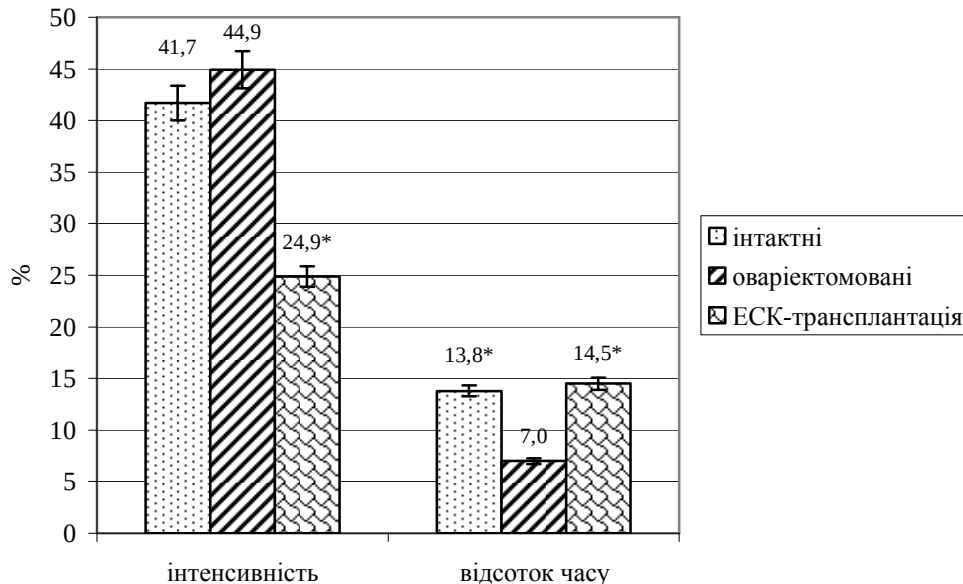


Рис. 3. Інтенсивність та відсоток часу грумінгу гонадектомованих самиць щурів до і після трансплантації ЕСК.

Примітка. * – $p \leq 0,05$ при порівнянні з гонадектомованими щурами.

Таким чином, можна говорити про те, що посткастраційний синдром у самиць щурів викликає вірогідне зменшення кількості окремих актів грумінгу і зниження грумінгової активності в цілому. При цьому інтенсивність грумінгу не зазнає істотних змін, але знижується відсоток часу грумінгу. Треба зазначити, що не зважаючи на відновлення початкового рівня окремих видів грумінгової активності після застосування ЕСК, нами спостерігалось зниження інтенсивності грумінгу, що може бути розцінено як відхилення поведінки тварини від комфортного стану.

Як відомо, прогресуюча гонадна недостатність призводить не лише до порушення циклічності продукції та секреції рилізінг-факторів, але й до загального десинхронізму, що розвивається в первинних осциляторах біологічних ритмів, таких як супрахіазматичні ядра гіпоталамуса [4]. Безумовно, це відображається на функціональній активності нейронів гіпокампу, мигдалини та інших мозкових структур, призводячи до численних і різноманітних змін вегетативних і поведінкових реакцій [5].

Оскільки естрогенна недостатність, що розвинулась унаслідок оварієктомії, суттєво знижувала грумінгову активність, цей факт може підтверджувати ідею про участь естрогенів у формуванні елементарних нейрональних мереж на рівні переднього гіпоталамуса і гіпокампа. У той же час не можна виключити зменшення прямого активуючого впливу статевих гормонів на преоптико-супрахіазматичну область гіпоталамуса [6, 7]. Цілком можливо, що обидва ці механізми є тісно поєднаними між собою.

Висновки

1. Більшість показників грумінгу виявили чутливість до змін, які відбувались в організмі за гонадної недостатності та при її корекції трансплантацією ембріональних стовбурових клітин.

2. Застосування трансплантації ембріональних стовбурових клітин, за оцінкою інтенсивності грумінгу як показника комфортної поведінки, викликало її відхилення від притаманної тваринам у стані комфорту.

Список літератури

1. Калусев А. В. Стресс, тревожность и поведение / А. В. Калусев. – К: Энигма, 1998. – 92 с.
2. Свицерская Г. Е. Развитие груминга в онтогенезе крыс и мышей / Г. Е. Свицерская, Л. Е. Дмитриева // Журн. эволюц. биохимии и физиологии. – 1993. – Т. 29, № 4. – С. 36–39.
3. Патент № 16150, UA. МКВ: А61В5/00. Спосіб оцінки стану організму тварини. Кустов Д. Ю., Ракша-Слюсарева О. А., Слюсарев О. А., Друпп Ю. Г. Заява № u200602422 від 06.03.2006. Друк. 17.07.2006. Бюл. № 7.
4. Сравнительный анализ дипсoгенных эффектов системного и внутримозгового введения ангиотензина 2 у крыс после каротидной гломэктомии / [О. Н. Серова, Л. В. Шевченко, А. И. Елфимов и др.] // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины: Междунар. науч.-теор. журн. РАМН. – 2006. – Т. 141, № 7. – С. 8–12.
5. Estrogen receptor-beta in oxytocin and vasopressin neurons of the rat and human hypothalamus: Immunocytochemical and in situ hybridization studies / [E. Hrabovszky, I. Kallo, A. Steinhauser, I. Merchenthaler, C. W. Coen, S. L. Petersen, Z. Liposits] // J. Comp. Neurol. – 2004. – Vol. 473, № 3. – P. 315–333.
6. Вивчення механізмів регуляції та ініціації локомоторних і температурних біоритмів преоптичною ділянкою гіпоталамуса у білих щурів / [Н. Т. Лапенко, В. В. Оленич, В. А. Коноплянко, Д. Ю. Кустов] // Фізіол. журн. – 1998. – Т. 44, № 3. – С. 40.
7. Владимиров С. В. Супрахиазматические ядра гипоталамуса: роль в регуляции циркадианных ритмов, старение, нервные связи, развитие в онтогенезе / С. В. Владимиров, Н. В. Угрюмов // Успехи соврем. биологии. – 1995. – Т. 115, вып. 2. – С. 185–197.

Казаков В. Н., Тарапата Н. И., Кравцов П. Я., Кустов Д. Ю., Кокина И. В. Груминговая активность самок крыс с моделью гонаддефицитного состояния до и после трансплантации эмбриональных стволовых клеток. – Стаття посвящена исследованию груминга у самок крыс после двустороннего удаления яичников и последующей коррекции гонаддефицитного состояния трансплантацией эмбриональных стволовых клеток кордовой крови. Гонадэктомия приводила к снижению количества отдельных элементов груминга и груминговой активности в целом. Трансплантация стволовых клеток в целом восстанавливала исходный уровень груминга, что свидетельствует о её способности корректировать поведение крыс с эндокринной дисфункцией, в частности гонадной недостаточностью.

Ключевые слова: груминг, гонадная недостаточность, трансплантация стволовых клеток.

Kazakov V. M., Tarapata M. I., Kravtsov P. Ya., Kustov D. Yu., Kokina I. V. Grooming activity in female rats with gonadal deficiency model prior to and after embryonic stem cell transplantation. – The article describes grooming activity in female rats after bilateral gonadectomy and consequent gonadal deficiency status correction by cord-blood embryonic stem cell (ESC) transplantation. Ovariectomy caused decrease of most elementary grooming acts and general grooming activity. Stem cell transplantation restored the initial grooming activity level significantly, thus proving the method's potentialities of behaviour correction in rats with endocrine malfunction including gonadal insufficiency.

Key words: grooming, stem cell transplantation, gonadal deficiency.

УДК 591.111 : 599.323.4 – 089.843.47 : 576.3] – 084.1

© Д. Ю. Кустов, О. А. Слюсарев, О. А. Ракша-Слюсарева, І. В. Кокіна, Ю. Г. Друпп
**ЗМІНИ ЛЕЙКОЦИТАРНОЇ ФОРМУЛИ КРОВІ У ЩУРІВ
З МОДЕЛЛЮ ОВАРІАЛЬНОЇ НЕДОСТАТНОСТІ ТА ПІСЛЯ ЇЇ КОРЕКЦІЇ
ТРАНСПЛАНТАЦІЄЮ ЕМБРІОНАЛЬНИХ СТОVBУРОВИХ КЛІТИН**

*Донецький національний медичний університет ім. М. Горького
83003, м. Донецьк, пр. Ілліча, 16; e-mail: physiologist@mail.ru*

Кустов Д. Ю., Слюсарев О. А., Ракша-Слюсарева О. А., Кокіна І. В., Друпп Ю. Г. Зміни лейкоцитарної формули крові у щурів з моделлю оваріальної недостатності та після її корекції трансплантацією ембріональних стовбурових клітин. – Стаття присвячена вивченню лейкоцитарної формули крові у щурів зі змодельованою гонадною недостатністю до та після її корекції шляхом введення ембріональних стовбурових клітин кордової крові. Після видалення яєчників відбувалось зниження загального вмісту лейкоцитів у крові за рахунок зменшення кількості циркулюючих лімфоцитів і природних кілерів. При цьому підвищувався рівень еозинофілів і моноцитів. Трансплантація стовбурових клітин відновлювала початковий рівень усіх досліджених показників лейкоцитарної формули крові, крім природних кілерів, вміст яких не відрізнявся від такого оваріектомованих самиць.

Ключові слова: трансплантація стовбурових клітин, гонадна недостатність, лейкоцитарна формула.

Вступ

Останнім часом особливу увагу дослідників привертає вивчення можливості застосування стовбурових клітин у лікуванні цілої низки важких захворювань, більшість яких формується й ускладнюється в екологічно несприятливих умовах. У зв'язку зі здібністю стовбурових клітин до диференціювання спектр патології, за якої вони можуть бути використаними, є дуже великим. До них належать захворювання нервової, імунної, ендокринної систем, гіпертонічна хвороба тощо.

Із недавніх пір активно ведуться дослідження застосування клітин ксеногенного походження при трансплантації. Спочатку ксеногенний матеріал застосовували в експериментальних дослідженнях для вивчення імунних реакцій організму. Із розвитком технологій використання стовбурових клітин і розширенням уявлень про імунну систему його почали використовувати і в терапевтичних цілях [1]. У той же час механізми впливу ембріональних стовбурових клітин (ЕСК) на різні органи і системи цілісного організму вивчено недостатньо. Залишається багато питань щодо пластичного потенціалу цих клітин, їх дії на імунітет.

У зв'язку з цим нам здавалось цікавим вивчити вплив трансплантації ЕСК кордової крові на показники лейкоцитарної формули гонадектомованих самиць білих щурів.

Матеріал і методи дослідження

Дослідження проводились на базі лабораторії "Клінічної і прикладної нейрофізіології" ДонНМУ. Досліди проводили на 40 самицях білих щурів, масою від 220 до 300 г.

Формування посткастраційного синдрому спостерігали через 4-5 днів після гонадектомії і підтверджували за допомогою визначення рівня статевих гормонів у крові. Надалі гонадектомованих щурів розділяли на 2 групи: контрольну та експериментальну, щурам якої вводили ЕСК. Трансплантацію ЕСК здійснювали внутрішньовенним введенням культури, отриманої з кордової крові.

Мазок крові забарвлювали азур-еозином за методом Романовського-Гимза. Кількість і морфологічні властивості лейкоцитів визначали під світловим мікроскопом у камері Горяєва. Лейкоцитарна формула підраховувалась за загальноприйнятою методикою [2].

Результати та обговорення

Як помітно з рис. 1, загальна кількість циркулюючих у крові лейкоцитів вірогідно знижувалась у тварин з видаленими яєчниками. Так, якщо в інтактних особин вона складала $(10,44 \pm 0,82)$ Г/л, то після оваріектомії значення цього показника знизилось до $(8,06 \pm 0,55)$ Г/л. Трансплантація ЕСК привела до відновлення рівня лейкоцитів у крові $((11,28 \pm 0,70)$ Г/л).

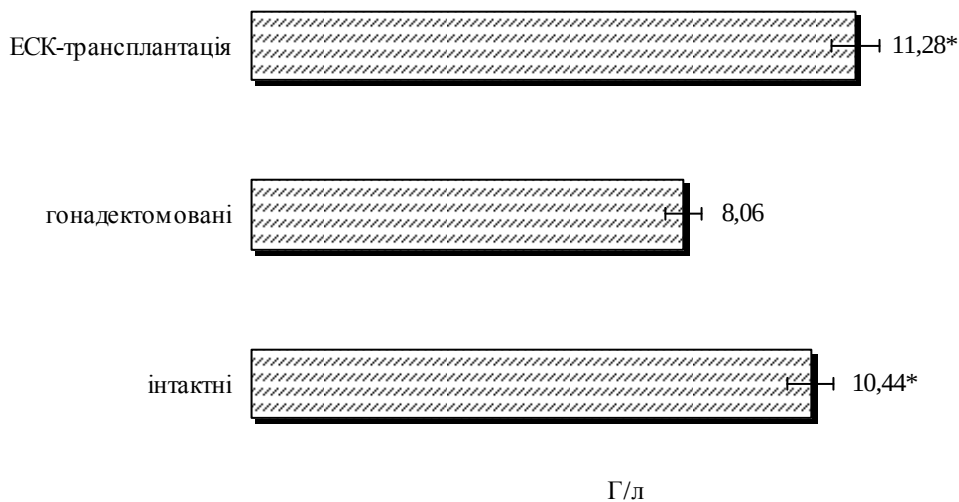


Рис. 1. Загальна кількість лейкоцитів у периферичній крові щурів з моделлю оваріальної недостатності до та після трансплантації ЕСК.

Примітка. * – $p \leq 0,05$ при порівнянні з оваріектомованими щурами.

Аналізуючи показники лейкоцитарної формули, що відповідають за неспецифічний імунитет, ми не побачили вірогідних змін між усіма трьома групами в рівні нейтрофілоцитів (рис. 2). Навпаки, кількість циркулюючих еозинофілів істотно підвищувалась у щурів після видалення яєчників (з $(0,32 \pm 0,08)$ Г/л в інтактних самиць до $(0,45 \pm 0,12)$ Г/л). Введення ЕСК нормалізувало значення цього показника ($(0,29 \pm 0,06)$ Г/л).

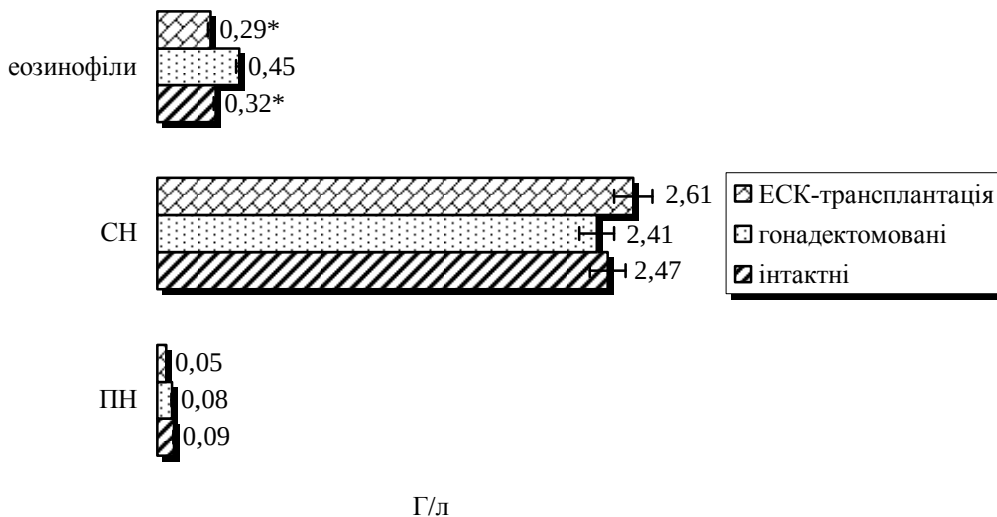


Рис. 2. Зміни кількості циркулюючих у крові паличкоядерних (ПН), сегментоядерних (СН) нейтрофілоцитів і еозинофілів у щурів після оваріектомії та подальшої трансплантації ЕСК.

Примітка. * – $p \leq 0,05$ при порівнянні з оваріектомованими щурами.

На рис. 3 наведено дані щодо елементів лейкоцитарної формули, які відповідають за формування специфічної імунної відповіді. Оваріектомія призводила до вірогідного зниження рівня циркулюючих у крові лімфоцитів. Якщо в інтактних тварин значення цього показника складало $(7,49 \pm 0,32)$ Г/л, то в гонадектомованих воно дорівнювало $(4,83 \pm 0,19)$ Г/л. Трансплантація ЕСК, культивованих із кордової крові, відновлювало початковий рівень

лімфоцитів у крові ($(7,70 \pm 0,61)$ Г/л). Рівень моноцитів також дещо підвищувався в гонадектомованих особин (з $(0,13 \pm 0,02)$ Г/л у нормі до $(0,17 \pm 0,08)$ Г/л), але це підвищення не було вірогідним. Після введення ЕСК нами спостерігалось зниження кількості циркулюючих у крові моноцитів до $(0,10 \pm 0,04)$ Г/л, що було вірогідно нижчим, ніж у самиць із видаленими яєчниками.

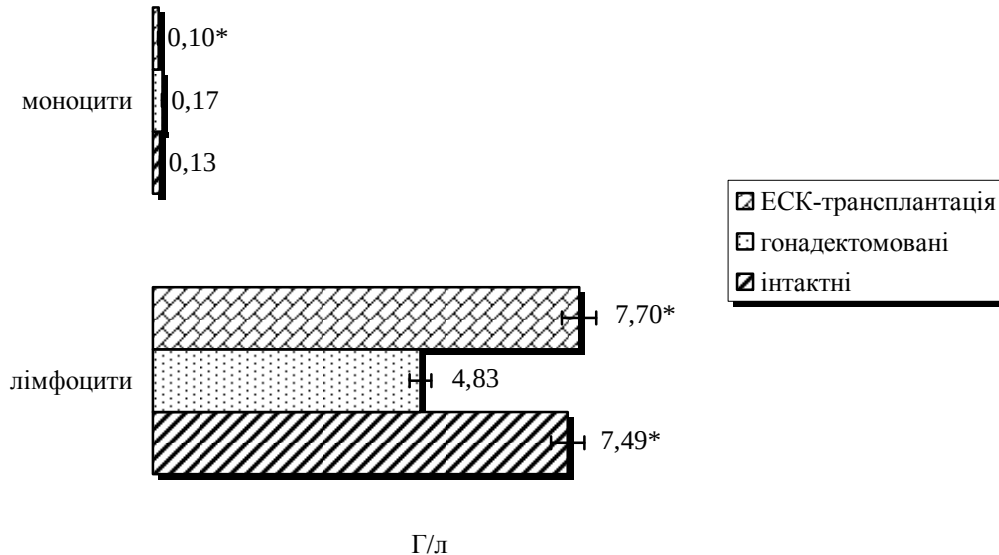


Рис. 3. Зміни кількості лімфоцитів і моноцитів у крові щурів зі змодельованою гонадною недостатністю та після її корекції введенням ЕСК.

Примітка. * – $p \leq 0,05$ при порівнянні з оваріектомованими щурами.

Кількість природних кілерів (ПК) після оваріектомії істотно знижувалась із $(0,04 \pm 0,01)$ Г/л до $(0,013 \pm 0,006)$ Г/л. Трансплантація ЕСК дещо підвищувала значення цього показника ($(0,02 \pm 0,005)$ Г/л), проте воно було вірогідно нижчим за норму (рис. 4).

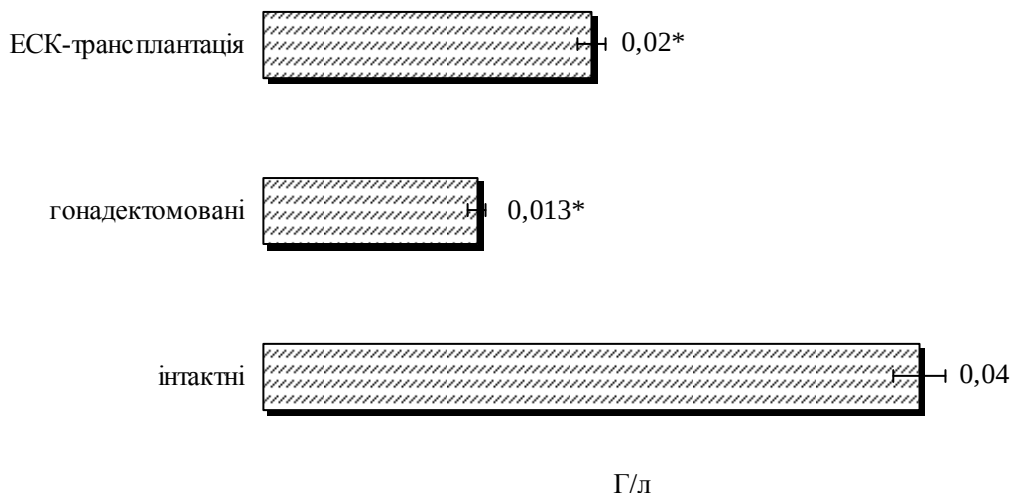


Рис. 4. Кількість природних кілерів (ПК) у периферичній крові щурів із моделлю оваріальної недостатності до та після трансплантації ЕСК.

Примітка. * – $p \leq 0,05$ при порівнянні з інтактними щурами.

Таким чином, у наших дослідженнях лейкоцитарної формули щурів після двобічної оварієктомії було виявлено зниження загальної кількості лейкоцитів у крові, в основному за рахунок лімфоцитів, при підвищенні рівня еозинофілів і моноцитів. У цьому випадку ми спостерігаємо прояв різноспрямованості впливу статевих стероїдів на імунну систему.

Прийнято вважати, що статеві гормони надають імуносупресорного ефекту [3]. Проте останні дослідження говорять про неоднозначність і багатоплановість впливу статевих стероїдів на різні ланки імунної системи і залежність спрямованості імунної відповіді від концентрації естрогенів або прогестерону [4-6]. У цьому також убачається існування тісних багатополюсних взаємин між нервовою, імунною та ендокринною системами.

Як відомо, після оварієктомії відбувається підвищення рівня сенсibilізації імунокомпетентних клітин організму [7], зокрема – і до власних тканин [8], що якраз може бути причиною збільшення кількості еозинофілів і моноцитів, тоді як лімфоцитарна ланка імунітету за недостатності модулюючого впливу статевих гормонів перебуває в пригніченому стані. Наші дані також узгоджуються з припущенням про супресорну роль статевих гормонів у виробленні моноцитами і макрофагами ІЛ-6 [9].

Трансплантація ЕСК у цілому приводила до відновлення початкового рівня показників лейкоцитарної формули. Виняток становили лише природні кілери, кількість яких суттєво не змінювалась у порівнянні з гонадектомованими щурами.

Висновки

1. Моделювання гонадефіцитного стану шляхом двобічної оварієктомії приводило до різноспрямованих змін у лейкоцитарній формулі крові. Спостерігалось зниження рівня лімфоцитів і природних кілерів на фоні підвищення рівня еозинофілів і моноцитів.

2. Трансплантація стовбурових клітин кордової крові відновлювала фізіологічну норму лейкоцитарної формули. Виняток становили лише природні кілери, рівень яких не відрізнявся від такого в гонадектомованих щурах.

Список літератури

1. Шевчук В. А. Стволовые клетки и иммунологическая толерантность при клеточной трансплантации / В. А. Шевчук // Трансплантология. – 2005. – Т. 2. – С. 34–39.
2. Руководство к практическим занятиям по клинической лабораторной диагностике / Под ред. М. А. Базарновой, В. Т. Морозовой. – К.: Вища шк., 1988. – 318 с.
3. Ройт А. Иммунология / А. Ройт, Дж. Бростофф, Д. Мейл. – М.: Мир, 2000. – 582 с.
4. Татарчук Т. Ф. Половые стероидные гормоны и иммунная система / Т. Ф. Татарчук, В. П. Чернышов, А. О. Исламова // Здоровье женщины. – 2003. – № 1 (3). – С. 33–37.
5. Immune disorders in women with premature ovarian failure in initial period / [V. P. Chernyshov, T. V. Radysh, I. V. Gura et al.] // Am. J. of Reprod. Immunology. – 2001. – № 46. – P. 220–225.
6. Горбунова О. Л. Роль хорионического гонадотропина и половых стероидных гормонов в модуляции вторичного иммунного ответа, реакции гиперчувствительности замедленного типа и фагоцитарной активности лейкоцитов / О. Л. Горбунова, С. В. Ширшев, Б. А. Бахметьев // Цитокины и воспаление. – 2007. – Т. 6, № 4. – С. 33–37.
7. Чиркин В. В. Вторичные иммунодефициты / В. В. Чиркин, В. Ф. Семенов, В. И. Карандашов. – М: Медицина, 1999. – 245 с.
8. Влияние разрушения супрахиазматических ядер гипоталамуса на состояние системы иммунитета / [Е. А. Ракша-Слюсарева, А. А. Слюсарев, В. Н. Казаков, П. Я. Кравцов, Д. Ю. Кустов и др.] // Тез. докл. II Российской конф. "Нейроиммунопатология". – М., 2002. – С. 62.
9. 17 beta-estradiol inhibits interleukin-6 production by bone marrow-derived stromal cells and osteoblasts in vitro: a potential mechanism for the antiosteoporotic effect of estrogens / [G. Girasole, R. L. Jilka, G. Passeri, S. Boswell, G. Boder, D. C. Williams et al.] // J. Clin. Invest. – 1992. – № 89. – P. 883–891.

Кустов Д. Ю., Слюсарев А. А., Ракиша-Слюсарева А. А., Кокина И. В., Друпп Ю. Г. Изменения лейкоцитарной формулы крови у крыс с моделью овариальной недостаточности и после ее коррекции трансплантацией эмбриональных стволовых клеток. – Статья посвящена изучению лейкоцитарной формулы крови у крыс с моделью гонадной недостаточности до и после её коррекции введением эмбриональных стволовых клеток кордовой крови. После удаления яичников происходило снижение общего содержания лейкоцитов в крови за счет уменьшения количества циркулирующих лимфоцитов и естественных киллеров. При этом повышался уровень эозинофилов и моноцитов. Трансплантация стволовых клеток восстанавливала исходный уровень всех исследованных показателей лейкоцитарной формулы крови, кроме естественных киллеров, содержание которых не отличалось от такового овариэктомизированных самок.

Ключевые слова: трансплантация стволовых клеток, гонадная недостаточность, лейкоцитарная формула.

Kustov D. Yu., Slusarev O. A., Raksha-Slusareva O. A., Kokina I. V., Drupp Yu. G. Leukocytic formula changes in rat model of ovarian deficiency and after its correction by embryonic stem cell transplantation. – The article describes leukocytic formula changes in rat model of gonadal deficiency prior to and after its correction by cord-blood embryonic stem cell (ESC) transplantation. The general white blood cell count decreased after ovariectomy due to circulating lymphocyte and natural killer count diminishment. At the same time, eosinophil and monocyte count increased. Stem cell transplantation restored the initial levels of all the studied leukocytic formula parameters except natural killers count which stayed equal to the same of ovariectomised female rats.

Key words: stem cell transplantation, gonadal deficiency, leukocytic formula.

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.).

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 невирішених 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 97, 2000, XP як документ Word (*.doc) або текст у форматі RTF (*.rtf). Шрифт – Times New Roman Cyr, розмір – 12 пунктів, міжрядковий інтервал – одинарний; поля з усіх боків – 2 см; абзацний відступ – 1 см; вирівнювання – за шириною, без переносів; колонтитули – 1,2 см, стиль "Звичайний". Сторінки рукопису не нумеруються.

Обсяг статті (включаючи ілюстративний матеріал, таблиці, список літератури, резюме) – 5-8 сторінок (для оглядових статей – до 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 50 слів) і ключові слова подаються українською, російською та англійською мовами за таким 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. У тексті статті виділяють розділи: **Вступ, Матеріал і методи дослідження, Результати та обговорення, Висновки, Список літератури.**

Подяки подаються наприкінці статті перед списком літератури.

6. **Список літератури** приводиться згідно з новими правилами оформлення бібліографічного списку за вимогами ВАК України (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 розміщуються за абеткою або в порядку цитування. Назви робіт наводяться мовою оригіналу.

Ретельно перевірте відповідність літературних джерел у тексті й у списку, правильність назв періодичних джерел. 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.

7. 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*).

8. У тексті, таблицях і списку літератури (там, де потрібно) слід вживати коротке тире (–), а не дефіс (-). Будь-який розділовий знак набирається разом із попереднім словом і відділяється від наступного одним пробілом. Текст статті повинен бути ретельно перевірений, без орфографічних і стилістичних помилок.

9. Таблиці слід набирати в редакторі MS Word 97, 2000, XP, розміщати в "книжковому", а не в "альбомному" форматі, з максимальною насиченістю інформацією в рядках. У назвах граф скорочення слів є небажаним. Варто уникати занадто громіздких таблиць. Заголовок таблиці оформляється за таким зразком:

Таблиця 1

Назва таблиці

10. 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 – в текстовому редакторі MS Word (Рис. 1. Назва). Шрифт усіх елементів тексту на графіках і діаграмах – Times New Roman Суг. Фотографії повинні бути якісними й контрастними. Обсяг ілюстративного матеріалу й таблиць не повинен перевищувати 30% обсягу статті.

11. Математичні формули й рівняння наводити з використанням редактора MS Equation 3.0.

12. Скорочення слів, крім загальноприйнятих, не допускаються або обов'язково дається їхня розшифровка.

13. До статті на окремих аркушах додаються: заявка із вказівкою для кожного автора прізвища, імені та по батькові (повністю), ученого звання й наукового ступеня, повної назви й адреси організації, де виконано роботу, адреси електронної пошти (обов'язково!) і контактного телефону.

14. Якщо стаття подається англійською мовою, то додається її український або російський варіант.

15. Відповідальність за зміст статей і якість рисунків несуть автори.

Статті рецензуються й приймаються до друку редакційною колегією.

Редакційна колегія залишає за собою право редагувати текст за узгодженням із авторами.

Усі матеріали направляйте електронною поштою за адресою: **ecology@dongu.donetsk.ua**
або **shtirts@i.ua**

У редакцію також надсилається один роздрукований екземпляр статті, дискета (3,5") або CD-диск із матеріалами. Подані матеріали не повертаються.

Адреса редакції:

Біологічний факультет ДонНУ,
вул. Щорса, 46, к. 310, м. Донецьк, 83050
Відп. секретар: к.б.н. Штірц Артур Давидович

Тел.: (062) 304-61-86; (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.).

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 97, 2000, XP как документ Word (*.doc) или текст в формате RTF (*.rtf). Шрифт – Times New Roman Cyr, размер – 12 пунктов, межстрочный интервал – одинарный; поля со всех сторон – по 2 см; абзацный отступ – 1 см; выравнивание – по ширине, без переносов; колонтитулы – 1,2 см, стиль "Обычный". Страницы рукописи не нумеруются.

Объем статьи (включая иллюстративный материал, таблицы, список литературы, резюме) – 5-8 страниц (для обзорных статей – до 16 страниц).

3. Текст статьи должен соответствовать структурной схеме:
УДК (в верхнем левом углу страницы)

Инициалы и фамилия автора (-ов)

Название статьи – ЗАГЛАВНЫМИ БУКВАМИ

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

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

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

Ключевые слова: не более 5-8 слов.

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

Благодарности подаются в конце статьи перед списком литературы.

6. **Список литературы** приводится согласно с новыми правилами оформления библиографического списка по требованиям ВАК Украины (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 либо в порядке цитирования. Названия работ приводятся на языке оригинала.

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

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

(наприклад, *Passer domesticus* (Linnaeus, 1758)), при наступному згадуванні прізвища автора і рік не вказуються, а назва роду можна подавати скорочено (*P. domesticus*).

8. В тексті, таблицях і списку літератури (там, де необхідно) слід використовувати коротке тире (–), а не дефіс (-). Будь-який знак пропинання набирається слісно з попереднім словом і відокремлюється від наступного одним пробілом. Текст статті повинен бути ретельно перевірений, без орфографічних і стилістичних помилок.

9. Таблиці слід набирати в редакторі MS Word 97, 2000, XP. Їх слід розміщувати в "книжковому", а не в "альбомному" форматі, з максимальною насиченістю інформацією в рядках. В назвах граф скорочення слів небажано. Слід уникати складання надто громоздких таблиць. Заголовок таблиці оформити за наступним прикладом:

Таблиця 1

Назва таблиці

10. Рисунок, схема, графік, діаграма, фотографія в електронній формі повинні бути вставлені в текст, одразу після посилання на них (або на наступній сторінці). Підписи під рисунками робити в текстовому редакторі MS Word (Рис. 1. Назва). Всі елементи тексту на графіках і діаграмах повинні бути набрані шрифтом Times New Roman Сут. Фотографії повинні бути якісними і контрастними. Об'єм ілюстративного матеріалу і таблиць не повинен перевищувати 30% об'єму статті.

11. Математичні формули і рівняння вводити з використанням редактора MS Equation 3.0.

12. Скорочення слів, крім загальноприйнятих, не допускаються або обов'язково дається їх розшифровка.

13. К статті на окремих листах додаються: заявка з вказівкою для кожного автора прізвища, імені і по батькові (повністю), наукового звання і наукового ступеня, повного назва і адреси організації, де виконана робота, адреси електронної пошти (обов'язково!) і контактної телефонної.

14. Якщо стаття подається на англійській мові, то додається її український або російський варіант.

15. Відповідальність за зміст статей і якість рисунків несуть автори.

Статті рецензуються і приймаються до друку редакційною колегією.

Редакційна колегія залишає за собою право редагувати текст за погодженням з авторами.

Всі матеріали надсилайте електронною поштою за адресою: **ecology@dongu.donetsk.ua**
або **shtirts@i.ua**

В редакцію також надсилається один надрукований екземпляр статті, дискета (3,5") або CD-диск з матеріалами. Надані матеріали не повертаються.

Адрес редакції:

Біологічний факультет ДонНУ,

ул. Щорса, 46, к. 310, м. Донецьк, 83050

Відв. секретар: к.б.н. Штирц Артур Давидович

Тел.: (062) 304-61-86; (050) 240-78-02

GUIDELINES 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

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 97, 2000, XP as Word (*.doc) document or the text in RTF (*.rtf) format. Font Times New Roman Cyr of size 12, single space, 2 cm in all margins; with indentation of 1 cm; justified alignment with no word division; running titles of 1,2 cm, style "Ordinary". Pages of manuscripts must not be numbered.

The length of an article (including illustrations, tables, bibliography, summary) is 5-8 pages (for review articles – up to 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)

Name 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. The abstract (not longer than 50 words) and keywords are given in Ukrainian, Russian and English according to the following example (font size 10):

Surname and initials of the author(s). Name of the article. – Text, briefly specifying the objective of the research, the results and main conclusions.

Key words: no more than 5-8 words.

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** are presented according to the new bibliography rules in accordance with guidelines of VAK of Ukraine (Higher Attestation Commission of Ukraine).

Surnames and initials must be typed *in italics*.

References are cited in the text with consecutive numbers in square brackets.

Surnames of the authors are listed in the bibliography in alphabetic order or in the order they are cited in the text. The names of the works are presented in the language of the original.

Correspondence of all references in the text and in the list should be carefully verified, correctness of periodicals' names should be checked. When citing materials and abstracts of conferences, congresses, symposia etc, make sure to state the place and date. When citing a publication of a group of authors you should indicate initials and surname of the managing editor.

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. In the text, tables and bibliographic references dash (–) should be used, but not hyphen (-). Any punctuation sign should be typed together with the previous word and separated from the following one with a single space. The text of the article should be carefully checked, without orthographic and stylistic errors.

9. Tables should be made in MS Word 97, 2000, XP. 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 Cyr 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. Abbreviations of words, except for generally accepted ones, are not permissible or otherwise they must be deciphered.

13. 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.

14. If the article is submitted in English, its Ukrainian or Russian translation should be attached.

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

The articles are reviewed and accepted for printing by Editorial Board.

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: **ecology@dongu.donetsk.ua** or **shtirts@i.ua**

Besides, a typed copy of the article, a diskette (3,5") or a CD containing the materials should be sent to the editorial office. The materials submitted are not sent back.

Editorial office address:

Biological faculty of Donetsk National University

Shchorsa Str., 46/310

Donetsk, 83050

UKRAINE

Executive secretary: PhD in biology, Arthur Shtirts

Tel.: (062) 304-61-86; (050) 240-78-02

Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону. – Донецьк: ДонНУ, 2009. – № 1 (9).

Науково-практичний журнал

ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЇ ТА ОХОРОНИ ПРИРОДИ ТЕХНОГЕННОГО РЕГІОНУ

№ 1 (9)

(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

Електронна версія журналу розміщена на сайтах:

www.nbuu.gov.ua/portal/Chem_Biol/peop/index.html

www.donnu.edu.ua/bio