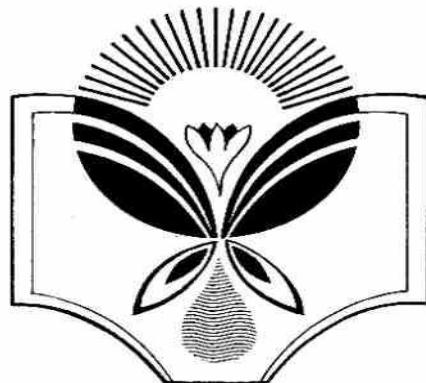




Наукові записки

**Тернопільського національного
педагогічного університету
імені Володимира Гнатюка
Серія: Біологія**

**Scientific Issues
Ternopil Volodymyr Hnatiuk
National Pedagogical University
Series: Biology**



**2 (73)
2018**

Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету
імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. — 2018. — № 2 (73). — 266 с.

*Друкується за рішенням вченої ради
Тернопільського національного педагогічного університету
імені Володимира Гнатюка
від 24.04.2018 р. (протокол № 11)*

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

М. М. Барна	доктор біологічних наук, професор (<i>головний редактор</i>) (Україна)
К. С. Волков	доктор біологічних наук, професор (Україна)
В. В. Грубінко	доктор біологічних наук, професор (<i>заступник головного редактора</i>) (Україна)
Н. М. Дробик	доктор біологічних наук, професор (<i>заступник головного редактора</i>) (Україна)
В. З. Курант	доктор біологічних наук, професор (Україна)
О. Б. Мацюк	кандидат біологічних наук (<i>відповідальний секретар</i>) (Україна)
В. І. Парпан	доктор біологічних наук, професор (Україна)
О. Б. Столяр	доктор біологічних наук, професор (Україна)
Г. І. Фальфушинська	доктор біологічних наук (Україна)
В. Р. Челак	доктор біологічних наук, професор (Молдова)
Макаї Шандор	доктор габілітований, професор (Угорщина)

Коректори:	Т.П. Мельник Т.І. Белей
Комп'ютерна верстка:	Г.М. Голіней

*Наукові записки Тернопільського національного педагогічного
університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія:*
1. *Входять до переліку наукових фахових видань ВАК України
Свідоцтво про держреєстрацію: КВ № 15884-4356Р від 27.10.2009.*
2. *У 2010 р. зареєстровані у Європейському інформаційному центрі
періодичних видань (Франція) з наданням ISSN 2078-2357.*
3. *Включені до наукометричної бази даних:*
Index Copernicus з ICV 2016: 55.00.
Directory of Research Journals Indexing.
Journal Factor.
Open Academic Journals Index.
Scientific Indexing Services.
Google Scholar.
4. *У березні 2016 р. пройшли переатестацію на новий п'ятирічний
період (наказ МОН України № 241 від 09.03.2016 р., позиція № 82).*

Українські, російські та латинські назви рослин і тварин наведені за авторським текстом
За зміст, авторську позицію та достовірність наведених у статтях фактів, цитувань відповідальність
несуть автори.

ББК 28
H 34

Scientific Issues of Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University.
Series: Biology. – 2018. - № 2 (73). – 266 p.

*Published by the decision of the Academic Council
of Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University
from 24.04.2018 (protocol № 11)*

EDITORIAL BOARD:

M. M. Barna	Doctor of Biological Sciences, Professor (Editor-in-Chief) (Ukraine)
K. S. Volkov	Doctor of Biological Sciences, Professor (Ukraine)
V. V. Hrubinko	Doctor of Biological Sciences, Professor (Deputy Editor) (Ukraine)
N. M. Drobyk	Doctor of Biological Sciences, Professor (Deputy editor) (Ukraine)
V. Z. Kurant	Doctor of Biological Sciences, Professor (Ukraine)
O. B. Matsiuk	Candidate of Biological Sciences (Responsible secretary) (Ukraine)
V. I. Parpan	Doctor of Biological Sciences, Professor (Ukraine)
O. B. Stoliar	Doctor of Biological Sciences, Professor (Ukraine)
H. I. Falfushynska	Doctor of Biological Sciences (Ukraine)
V. R. Chelak	Doctor of Biological Sciences, Professor (Moldova)
Makaii Shandor	Dr. habil., Professor (Hungary)

Copy editors:	T.P. Melnyk T.I. Beley
Computer editing:	H.M. Holinei

Scientific Issues of Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University. Series: Biology:

1. Registration with the professional body of the Supreme Attestation Commission of Ukraine:

Certificate KB № 15884-4356P, October 27, 2009.

2. Registration with European Information Center (France, 2010), ISSN 2078-2357.

3. Abstracted and indexed in:

Index Copernicus with ICV 2016: 55.00.

Directory of Research Journals Indexing.

Journal Factor.

Open Academic Journals Index.

Scientific Indexing Services.

Google Scholar.

*4. 5-yearre-registration: order № 241 of the Ministry of Education
and Science of Ukraine of March 09, 2016, item 82.*

ББК 28
H 34

Ukrainian, Russian and Latin plant and animal terms are cited according to the author's version
Responsibility for the information and views set out in these publications lies entirely with the authors.

ЗМІСТ

БОТАНІКА

- Л. А. ДАНКЕВИЧ
ІДЕНТИФІКАЦІЯ ЗБУДНИКІВ ОКРЕМИХ БАКТЕРІАЛЬНИХ ХВОРОБ
ОГІРКІВ ЗА ОЗНАКАМИ ФЕНОТИПУ 10
- І. О. ЗАЙЦЕВА
ВІДНОСНА КІЛЬКІСТЬ ПРОДИХІВ ЯК ПОКАЗНИК СТІЙКОСТІ
ІНТРОДУЦЕНТІВ РОДУ *SYRINGA* L. У СТЕПОВІЙ ЗОНІ 17
- В. В. КРАСОВСЬКИЙ, Т. В. ЧЕРНЯК, О. В. ЗУБЕНОК
ІНВЕНТАРИЗАЦІЙНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВИДІВ ДЕНДРОФЛОРИ
ХОРОЛЬСЬКОГО БОТАНІЧНОГО САДУ 21
- Н. М. КУЧЕР, А. І. ОПАЛКО, В. В. ЗАМОРСЬКИЙ, О. А. ОПАЛКО
АНАТОМІЯ ПРИЩЕПНОГО АФІНІТЕТУ *PYRUS ELAEAGNIFOLIA* PALL.
І *PYRUS USSURIENSIS* MAXİM. EX RUPR. НА *PYRUS COMMUNIS* L. 26
- Н. І. ЦИЦЮРА, А. С. ІВАНЮК
ІНТРОДУКОВАНІ ВИДИ ТА ФОРМИ РОДУ *JUNIPERUS* L. У КОНІФЕРЕТУМАХ
БОТАНІЧНИХ САДІВ УКРАЇНИ 34
- Р. Л. ЯВОРІВСЬКИЙ, Т. І. ЗГУРСЬКА, М. Т. ГРАТКОВСЬКА
ГОЛИЦЬКИЙ БОТАНІЧНИЙ ЗАКАЗНИК: СИСТЕМАТИЧНИЙ, ЕКОЛОГО-
ЦЕНОТИЧНИЙ АНАЛІЗ ФЛОРИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ 41

БІОТЕХНОЛОГІЯ

- О. Г. ГОРШКОВА, Т. В. ГУДЗЕНКО, О. В. ВОЛЮВАЧ, І. П. КОНУП,
Т. О. БЕЛЯЄВА, М. О. ЧЕРНИШОВА
ДЕСТРУКТИВНА ТА МЕТАЛ-АКУМУЛЮЮЧА ЗДАТНІСТЬ БАКТЕРІЙ
РОДУ *PSEUDOMONAS* 49
- В. П. ПАТИКА
МІКРОБІОМ РОСЛИН У БІОКОНТРОЛІ ФІТОПАТОГЕННИХ БАКТЕРІЙ 53
- А. О. ПОТРОХОВ, Д. О. КЛИМЧУК, С. М. ЩЕРБАКОВ, О. П. ТРОХИМЕНКО
УЛЬТРАСТРУКТУРНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОВІДНИХ ПУЧКІВ ЛИСТКІВ
ТРАНСГЕННИХ РОСЛИН ЦИКОРІЮ З ГЕНОМ ІНТЕРФЕРОНУ АЛЬФА 2b
ЛЮДИНИ, ІНФІКОВАНИХ ВІРУСОМ ТЮТЮНОВОЇ МОЗАЇКИ 62
- О. В. ШТАПЕНКО, Ю. І. СЛИВЧУК, І. І. ГЕВКАН
ВПЛИВ ХЛОРИДУ НІКЕЛЮ НА МОРФОФУНКЦІОНАЛЬНІ ТА МЕТАБОЛІЧНІ
ХАРАКТЕРИСТИКИ КЛІТИН *IN VITRO* 68

БІОХІМІЯ

- О. І. БОДНАР, Г. Б. КОВАЛЬСЬКА, О. О. СМАЛЮК, Л. А. ОНУФРІЙЧУК,
В. Б. ВОЙТЮК
ЗМІНИ МЕТАБОЛІЗМУ У *CHLORELLA VULGARIS* Beij (CHLOROPHYTA)
ЗА ДІЇ СПОЛУК ХРОМУ ТА СЕЛЕНУ 74
- О. О. РАБЧЕНЮК
ВПЛИВ ПІДВИЩЕНИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ ЙОНІВ Fe³⁺ У ВОДІ НА ВМІСТ
ЗАЛІЗА ТА ТРАНСФЕРИНУ У ПЛАЗМІ КРОВІ РИБ 83
- В. О. ХОМЕНЧУК, В. Я. БИЯК, Б. З. ЛЯВРІН, В. З. КУРАНТ
КОРЕЛЯЦІЙНИЙ АНАЛІЗ ВМІСТУ МЕТАЛІВ ТА ПОКАЗНИКІВ БІЛКОВО-
НУКЛЕЇНОВОГО ОБМІНУ В ОРГАНІЗМІ ПРІСНОВОДНИХ РИБ 88

ГІДРОБІОЛОГІЯ

- Т. В. АНДРУСИШИН, О. І. СКИБА, В. В. ГРУБІНКО
ГІДРОЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН р. ЗБРУЧ УНАСЛІДОК ЗМІНИ
КЛІМАТИЧНИХ УМОВ 96
- Б. З. ЛЯВРІН
МІЖВИДОВІ ВІДМІННОСТІ ВМІСТУ ТА СПІВВІДНОШЕННЯ ФРАКЦІЙ
ФОСФОЛІПІДІВ ДЕЯКИХ ВИДІВ РИБ МАЛИХ РІЧОК ЗАХІДНОГО ПОДІЛЛЯ . 102

Н. М. ТКАЧ, В. В. ГРУБІНКО ЗООПЛАНКТОН ТА ЗООБЕНТОС ВОДОЙМИ КАР'ЄРУ ЗДОЛБУНІВСЬКОГО ЦЕМЕНТНО-ШИФЕРНОГО КОМБІНАТУ	106
ЕКОЛОГІЯ	
Л. О. ГОРБАТЮК, О. О. ПАСІЧНА, М. О. ПЛАТОНОВ, О. М. АРСАН, С. П. БУРМІСТРЕНКО РОЛЬ АНІОННИХ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН ТА ФЕНОЛЬНИХ СПОЛУК У ЗАБРУДНЕННІ КАНІВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА ЗА ВПЛИВУ МЕГАПОЛІСА	111
Г. В. ГУМЕНЮК, І. Б. ЧЕНЬ, Н. Г. ЗІНЬКОВСЬКА ОСОБЛИВОСТІ НАКОПИЧЕННЯ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ГІДРОЕКОСИСТЕМІ р. САКСАГАНЬ (м. КРИВИЙ РІГ)	118
Я. І. КАПЕЛЮХ, Н. Й. СЕМЕНОВИЧ, І. П. ДОБРИВОДА, М. І. МУРСЬКА ДИНАМІКА ВИДОВОГО СКЛАДУ ТА ЧИСЕЛЬНІСТЬ МИШОПОДІБНИХ ГРИЗУНІВ (<i>RODENTIA</i>) У ПРИРОДНОМУ ЗАПОВІДНИКУ "МЕДОБОРИ"	123
І. М. KONOVELS, О. М. ARSAN, V. V. GRUBINKO EFFECT OF NICKEL ON FUNCTIONING OF ADAPTIVE SYSTEMS RESPONSIBLE FOR ENDOGENOUS AMMONIA BINDING AND EXCRETION IN CARP	133
О. О. КРАВЕЦЬ, В. Г. КУР'ЯТА ОСОБЛИВОСТІ ПЕРЕРОЗПОДІЛУ ЕЛЕМЕНТІВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ТОМАТІВ ЗА ДІ ФОЛІКУРУ ТА ЕСФОНУ	140
Л. В. КРУЛЬКО ФАУНА І СТРУКТУРА УГРУПОВАНЬ ЗЕМНОВОДНИХ В МЕЖАХ НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ «СИНЕВИР».....	146
Е. В. ЛАПТЕВА ВЛИЯНИЕ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕННОЙ СРЕДЫ КРИВОРОЖЬЯ НА ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ У СЕМЕННОГО ПОТОМСТВА <i>PINUS SYLVESTRIS</i> L. И <i>PINUS PALLASIANA</i> D. DON.....	150
С. В. ЛІТВИНОВ, М. В. КРИВОХИЖА, В. М. КУХАРСЬКИЙ, Н. М. РАШИДОВ ЗМІНИ НЕПІГМЕНТНИХ СПОЛУК У ЛИСТКАХ ОПРОМІНЕНИХ РОСЛИН <i>ARABIDOPSIS THALIANA</i> (L.) HEYNH.....	157
Ю. В. ЛЮТА, В. В. ГРУБІНКО НАКОПИЧЕННЯ ФОСФОРУ В ОРГАНІЗМІ <i>NASTURTIUM OFFICINALE</i> R. BR....	164
Д. В. МЕДОВНИК МІЖВИДОВІ ВІДНОСИНИ ІНВАЗИВНИХ ТА АБОРИГЕННИХ ВИДІВ РИБ У МАЛИХ РІЧКАХ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ	170
І. Л. СУХОДОЛЬСЬКА, В. В. ГРУБІНКО ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК ВМІСТУ СПОЛУК НІТРОГЕНУ ТА ПІГМЕНТІВ У ВИЩИХ ВОДНИХ РОСЛИН У РІЧКАХ РІВНЕНЩИНИ З РІЗНИМ РІВНЕМ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ	175
Л. Я. ФЕДОНЮК, Л. Б. ФУРКА, О. М. ЯРЕМА, Я. І. КАПЕЛЮХ, І. І. БУГАЛЬСЬКА ВПЛИВ ПОГОДНИХ УМОВ НА ЗМІНУ ЧИСЕЛЬНОСТІ КОМАХ, ЗАНЕСЕНИХ ДО ЧЕРВОНОЇ КНИГИ УКРАЇНИ. ТВАРИННИЙ СВІТ У ПРИРОДНОМУ ЗАПОВІДНИКУ «МЕДОБОРИ»	182
Т. І. ЮСИПІВА ВМІСТ ЗЕЛЕНИХ ПІГМЕНТІВ У ХВОЇ <i>PINUS SYLVESTRIS</i> ТА <i>PICEA PUNGENS</i> В ТЕХНОГЕННИХ УМОВАХ М. ДНІПРО	188
МОРФОЛОГІЯ ТА ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ І ТВАРИН	
О. С. ВОЛОШИН ОЦІНКА ФІЗИЧНОГО РОЗВИТКУ І ОСОБЛИВОСТЕЙ ПЕРЕБІГУ НЕРВОВИХ ПРОЦЕСІВ В ОСІБ РІЗНОГО КОНСТИТУЦІЙНОГО ТИПУ ЮНАЦЬКОГО ВІКУ.....	192

ЗМІСТ

В. А. ПАСТУХОВА, Г. В. ЛУК'ЯНЦЕВА, О. І. КОВАЛЬЧУК, С. П. КРАСНОВА ДИНАМІКА ЗМІН ПРОЦЕСІВ РОСТУ КІСТОК СКЕЛЕТУ ПІСЛЯ ТРИВАЛОГО ВВЕДЕННЯ ТАРТРАЗИНУ НА ФОНІ МОДЕЛЮВАННЯ КІСТКОВОГО ДЕФЕКТУ	196
О. В. ЄРМІШЕВ РОЗФОКУСОВАНА ЛАЗЕРОТЕРАПІЯ ЯК РОЗДІЛ РЕАБІЛІТАЦІЙНОЇ ВЕГЕТОЛОГІЇ	202
О. ШАМРО, Л. БОДНАР, С. ГОРБУЛІНСЬКА, М. КРИЖАНОВСЬКА, О. ЩЕРБАКОВА ЗАЛЕЖНІСТЬ ТРИВАЛОСТІ ЖИТТЯ <i>DROSOPHILA MELANOGASTER</i> ВІД НАДЕКСПРЕСІЇ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНОГО НОКАУТУ ГЕНА <i>dNOS</i> У НЕЙРОНАХ	209
ОГЛЯДИ	
О. М. ЗАГРИЧУК, Ю. Г. ЗАГРИЧУК, Н. М. ДРОБИК ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ <i>DESCHAMPSIA ANTARCTICA</i> E. DESV. <i>IN VITRO</i> ДЛЯ ОДЕРЖАННЯ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН.....	213
ІСТОРІЯ ОСВІТИ І НАУКИ	
М. М. БАРНА, Л. С. БАРНА, С. В. ПИДА, Н. М. ДРОБИК, В. З. КУРАНТ, В. В. ГРУБІНКО ГОЛИЦЬКИЙ БІОСТАЦІОНАР ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ПЕДАГОГІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ГНАТЮКА: СТВОРЕННЯ, ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ (ДО 20-РІЧЧЯ ЗАСНУВАННЯ)	218
Л. Я. ФЕДОНЮК, М. М. КОРДА, Л. Д. БАБАК, С. С. НАКОНЕЧНА СТРАТЕГІЯ РОЗВИТКУ БАЛТІЙСЬКОЇ УНІВЕРСИТЕТСЬКОЇ ПРОГРАМИ В РАМКАХ КОНЦЕПЦІЇ СТАЛОГО РОЗВИТКУ В СПІВПРАЦІ З ТДМУ	233
ІСТОРІЯ НАУКИ. ПЕРСОНАЛІЇ	
Б. Є. ЯКУБЕНКО, І. П. ГРИГОРЮК, П. І. ЛАКИДА, П. М. УСТИМЕНКО, М. М. БАРНА ПОПОВИЧ СЕРГІЙ ЮРІЙОВИЧ — ВІДОМИЙ УКРАЇНСЬКИЙ ВЧЕНИЙ–БОТАНІК, ДЕНДРОЛОГ, ГЕОСОЗОЛОГ І ПЕДАГОГ (до 60 – річчя з нагоди дня народження)	239
С. І. КЛИМНЮК, Н. Я. КРАВЕЦЬ, Л. Б. РОМАНЮК, В. П. БОРАК ІВАН ОЛЕКСАНДРОВИЧ СИТНИК - ВЧЕНИЙ-МІКРОБІОЛОГ, ПЕДАГОГ	244
О. К. ГАЛАГАН, І. М. МИХАЛЮК, О. І. ДУХ КРЕМЕНЕЦЬКИЙ ПЕРІОД У ЖИТТІ В.І. ЧОПИКА	248
О. Б. КОНОНЧУК СИНІЛЬНИК АНДРІЙ ДМИТРОВИЧ – ВІДОМИЙ ВЧЕНИЙ І ПЕДАГОГ (до 90-річчя з дня народження)	253
АВТОРИ НОМЕРА	261

CONTENTS

BOTANY

- L. A. DANKEVYCH
IDENTIFICATION OF AGENTS OF SOME CUCUMBERS' BACTERIAL
DISEASES ON THE BASIS OF ITS PHENOTYPICAL PROPERTIES 10
- I. O. ZAITSEVA
RELATIVE QUANTITY OF STOMAS AS THE RESISTANCE INDEX OF SYRINGA
SPECIES, INTRODUCED AT STEPPE ZONE..... 17
- V. V. KRASOVSKY, T. V. CHERNYAK, O. V. ZUBENOK
INVENTORY INVESTIGATIONS OF SPECIES` COMPOSITION
OF DENDROFLORA IN KHOROL BOTANICAL GARDEN 21
- N. M. KUCHER, A. I. OPALKO, V. V. ZAMORSKYI, O. A. OPALKO
ANATOMY OF GRAFTED AFFINITY OF *PYRUS ELAEAGNIFOLIA* PALL.
AND *PYRUS USSURIENSIS* MAXIM. EX RUPR. TO *PYRUS COMMUNIS* L. 26
- N. I. TSYTSYURA, A. S. IVANYUK
INTRODUCED TYPES AND FORMS OF *JUNIPERUS* L. IN THE KONIFERETUMS
OF BOTANICAL GARDENS OF UKRAINE 34
- R. L. YAVORIVSKY, T. I. ZGURSKA, M. T. GRATKOVSKA
GOLITSKY BOTANIC RESERVE: SYSTEMATIC, ENVIRONMENTAL AND
PRECONDITIC ANALYSIS OF FLORA AND DEVELOPMENT PROSPECTS 41

BIOTECHNOLOGY

- O. G. GORSHKOVA, T. V. GUDZENKO, O. V. VOLIUVACH, I. P. KONUP,
T. O. BELYAEVA, M. O. CHERNYSHOVA
DESTRUCTIVE AND METAL-ACCUMULATING ABILITY OF NON-PATHOGENIC
BACTERIA OF THE GENUS *PSEUDOMONAS*..... 49
- V. P. PATYKA
MICROBIOME OF PLANTS OF PHYTOPATHOGENIC MICROORGANISMS 53
- A. A. POTROKHOV, D. A. KLIMCHUK, S. N. SHERBAKOV, E. P. TROHIMENKO
ULTRASTRUCTURAL CHARACTERISTIC OF CONDUCTING BEAMS IN
TRANSGENE CHICORY PLANTS WITH THE HUMAN INTERFERON ALPHA 2B
GENE, INFECTED BY TOBACCO MOSIC VIRUS 62
- O. V. SHTAPENKO, YU. I. SLYVCHUK, I. I. GEVKAN
INFLUENCE OF NICKEL CHLORIDE ON MORPHOFUNCTIONAL
AND METABOLIC CHARACTERISTICS OF CELLS *IN VITRO*..... 68

BIOCHEMISTRY

- O. I. BODNAR, G. B. KOVAL'SKA, O. A. SMALUYK, L. A. ONUFRIYCHUK,
V. B. VOITIUK
CHANGES IN METABOLISM IN *CHLORELLA VULGARIS* BEIJ
(CHLOROPHYTA) UNDER THE INFLUENCE OF CHROME AND SELENIUM..... 74
- O. O. RABCHENYUK
INFLUENCE OF ELEVATED CONCENTRATIONS OF Fe³⁺ IONS IN WATER
ON THE CONTENT OF IRON AND TRANSFERRIN IN BLOOD PLASMA OF FISH.. 83
- V. O. KHOMENCHUK, V. YA. BIYAK, B. Z. LYAVRIN, V. Z. KURANT
CORRELATIONAL ANALYSIS OF CONTENTS OF METALS AND INDICATORS
OF PROTEIN-NUCLEIN METABOLISM IN ORGANISM OF FRESHWATER FISH... 88

HYDROBIOLOGY

- T. V. ANDRUSYSHYN, O. I. SKYBA, V. V. HRUBINKO
HYDROECOLOGICAL STATUS OF THE ZBRUCH RIVER AS A RESULT
OF THE CHANGE OF CLIMATIC CONDITIONS 96
- B. Z. LYAVRIN
INTERSPECIES DISTINCTIVITY OF THE CONTENT AND RELATIONS BETWEEN
THE PHASE OF PHOSPHOLYPILS OF SOME SPECIES OF FISH OF SMALL RIVERS
OF WESTERN PODILLIA 102

CONTENTS

N. M. TKACH, V. V. HRUBINKO ZOOPLANKTON AND ZOOBENTHOS OF ZDOLBUNOVSKIY CEMENT-SLATE COMBIMATE'S BORROW BASIN.....	106
ECOLOGY	
L. O. GORBATYUK, O. O. PASICHNA, M. O. PLATONOV, O. M. ARSAN, S. P. BURMISTRENKO THE ROLE OF ANIONIC SURFACTANTS AND PHENOLIC COMPOUNDS IN POLLUTION OF THE KANIV RESERVOIR UNDER THE INFLUENCE OF THE MEGALOPOLIS	111
H. B. HUMENUYK, I. B. CHEN, N. G. ZINKOVSKA HEAVY METALS ACCUMULATION IN THE SAKSAGAN RIVER'S HYDROECOSYSTEM, KRYVYI RIH.....	118
YA. I. KAPELIUKH, N. Y. SEMENOVYCH, I. P. DOBRYVODA, M. I. MURSKA NATURE RESERVE "MEDOBORY". DYNAMICS OF SPECIES COMPOSITION AND NUMBER OF MOUSE RODENTS (<i>RODENTIA</i>) IN THE NATURE RESERVE "MEDOBORY".....	123
I. M. КОНОВЕЦЬ, О. М. АРСАН, В. В. ГРУБІНКО ВПЛИВ ІОНІВ НІКЕЛЮ НА ФУНКЦІОНУВАННЯ АДАПТИВНИХ СИСТЕМ ЗВ'ЯЗУВАННЯ ТА ВИВЕДЕННЯ ЕНДОГЕННОГО АМОНІЮ У КОРОПА	133
O. O. KRAVETS, V. G. KURYATA FEATURES OF MINERAL ELEMENTS REDISTRIBUTION AND PRODUCTIVITY OF TOMATOES UNDER FOLICUR AND ESFON TREATMENT	140
L. V. KRUL'KO THE FAUNA AND STRUCTURE OF AMPHIBIAN COMMUNITIES WITHIN THE TERRITORY OF THE NATIONAL NATURAL PARK "SYNEVYR".....	146
E. V. LAPTEVA INFLUENCE OF TECHNOGENIC POLLUTION KRYVORIZHZHYA ON CYTOGENETIC CHANGES IN SEED PROGENY <i>PINUS SYLVESTRIS</i> L. AND <i>P. PALLASIANA</i> D. DON.....	150
S. V. LITVINOV, M. V. KRIVOHIZHAYA, V. M. KUKHARSKYY, N. M. RASHYDOV CHANGES IN THE NON-PIGMENTED COMPOUNDS IN LEAVES OF IRRADIATED <i>ARABIDOPSIS THALIANA</i> (L.) HEYNH. PLANTS.....	157
YU. V. LIUTA, V. V. GRUBINKO ACCUMULATION OF PHOSPHORUS OF <i>NASTURTIUM OFFICINALE</i> R. BR.....	164
D. V. MEDOVNYK INTERSPECIFIC RELATIONS OF INVASIVE AND NATIVE FISH SPECIES IN SMALL RIVERS OF URBANIZED TERRITORIES	170
I. L. SUKHODOLSKA, V. V. GRUBINKO CONTENT INTERRELATION OF THE NITROGEN ENTITIES AND PIGMENTS OF HIGHER WATER PLANTS IN RIVNE REGIONAL RIVERS WITH DIFFERENT LEVEL OF THE ANTHROPOGENIC EFFECT.....	175
L. YA. FEDONYUK, L. B. FURKA, O. M. YAREMA, YA. I. KAPELYUKH, I. I. BUGALSKAYA THE INFLUENCE OF WEATHER CONDITIONS ON THE NUMBER OF INSECTS, INCLUDED IN THE RED BOOK OF UKRAINE IN THE «MEDOBORY» NATURE RESERVE.....	182
T. IUSYPIVA GREEN PIGMENT CONTENT IN NEEDLES OF <i>PINUS SYLVESTRIS</i> AND <i>PICEA</i> <i>PUNGENS</i> UNDER TECHNOGENIC CONDITIONS OF THE CITY OF DNIPRO	188
PLANT MORPHOLOGY AND HUMAN PHYSIOLOGY	
O. S. VOLOSHYN EVALUATION OF PHYSICAL DEVELOPMENT AND PECULIARITIES OF NERVOUS PROCESSES IN YOUNG PERSONS WITH DIFFERENT CONSTITUTIONAL TYPE.....	192

CONTENTS

V. A. PASTUKHOVA, G. V. LUKYANTSEVA, O. I. KOVALCHUK, S. P. KRASNOVA DYNAMICS OF CHANGES IN THE PROCESSES OF GROWTH OF SKELETAL BONES AFTER PROLONGED ADMINISTRATION OF TARTRAZINE ON THE BACKGROUND OF MODELING A BONE DEFECT	196
O. V. YERMISHEV DEFOCUSED LASER THERAPY AS A SECTION OF REHABILITATION VEGETOLOGY	202
O. SHAMRO, L. BODNAR, S GORBULINSKA, M. KRYZHANOVSKA, O. SHCHERBAKOVA DEPENDENCE OF DROSOPHILA MELANOGASTER LIFESPAN ON OVEREXPRESSION AND FUNCTIONAL KNOCK-OUT OF THE <i>dNOS</i> GENE IN NEURONS	209
REPORTS AND SURVEYS	
O. M. ZAHRYCHUK, Y. H. ZAHRYCHUK, N. M. DROBYK PROSPECTS FOR THE USE OF <i>DESCHAMPSIA ANTARCTICA</i> E. DESV. <i>IN VITRO</i> FOR THE PRODUCTION OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES ..	213
HISTORY OF EDUCATION AND SCIENCES	
M. M. BARNA, L. S. BARNA, S. V. PYDA, N. M. DROBYK, V. Z. KURANT, V. V. HRUBINKO HOLYTSKYI BOTANY AND ENTOMOLOGY PRESERVE OF TERNOPIL NATIONAL PEDAGOGICAL UNIVERSITY: HISTORICAL OUTLINE AND FUTURE PROSPECTS (DEDICATED TO 40TH FOUNDATION ANNIVERSARY) ...	218
L. Y. FEDONYUK, M. M. KORDA, L. D. BABAK, S. S. NAKONECHNA STRATEGY FOR THE DEVELOPMENT OF THE BALTIC UNIVERSITY PROGRAM IN THE CONTEXT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN COOPERATION WITH TSMU.....	233
HISTORY OF SCIENCES. PERSONALIA	
B. YE. YAKUBENKO, I. A. HRYHORIUK, P. I. LAKYDA, P. M. USTYMENKO, M. M. BARNA SERHII YURIIIOVYCH POPOVYCH, A RENOWNED UKRAINIAN BOTANIST, DENDROLOGIST, GEOSOOLOGIST AND EDUCATIONALIST (ON THE OCCASION OF HIS 60TH BIRTHDAY)	239
S. I. KLYMNYUK, N. YA. KRAVETS, L. B. ROMANYUK, V. P. BORAK IVAN ALEKSANDROVICH SITNIK - MICROBIOLOGICAL SCIENTIST, EDUCATIONALIST	244
O. K. HALAHAN, I. M. MYKHALYUK, O. I. DUKH KREMENETS PERIOD IN THE LIFE OF V.I. CHOPYK	248
O. B. KONONCHUK SYNILNYK ANDRII DMYTROYVYCH — AN OUTSTANDING SCIENTIST AND PEDAGOGUE (HONORING HIS 90TH BIRTHDAY)	253
AUTHORS FEATURED	261

БОТАНІКА

УДК 632.35:634.

Л. А. ДАНКЕВИЧ

Інститут мікробіології та вірусології імені Д. К. Заболотного НАНУ
вул. Академіка Заболотного, 154, Київ, 03143

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ЗБУДНИКІВ ОКРЕМИХ БАКТЕРІАЛЬНИХ ХВОРОБ ОГІРКІВ ЗА ОЗНАКАМИ ФЕНОТИПУ

Відомо, що вирощування овочевих культур в умовах закритого ґрунту є одним з найбільш економічно вигідних напрямків агробізнесу. Але умови, які створюються в закритому ґрунті при вирощуванні овочевих рослин, а саме – тривале використання ґрунту, обмежений набір культур, штучний мікроклімат сприяють масовому розвитку хвороб [1]. Останній чинник значно впливає на їх врожайність, а значить і знижує і потенційні економічні зиски. Крім того, інтенсивне пестицидне навантаження, відсутність коректної сівозміни та використання обмеженої кількості сортів призводить як до спалаху епіфітотій, так і до перерозподілу видового складу збудників різної етіології та появи нових фітопатогенів. В Україні традиційно однією з найбільш популярних овочевих культур закритого ґрунту є огірки. Як відомо, основними збудниками бактеріальних хвороб огірок є: *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans* – мокра гниль та в'янення, *Pectobacterium carotovorum* susp. *carotovorum* – м'яка гниль плодів, *Erwinia tracheiphila* – бактеріальне в'янення, *Xanthomonas campestris* pv. *cucurbitae* – бактеріальна плямистість листя [1]. Ураження ряду овочевих рослин за типом м'якого гниття або чорної ніжки, окрім *Pectobacterium carotovorum*, також можуть спричиняти і *Dickeya chrysanthemi*, *Pectobacterium wasabiae*, *Pectobacterium atrosepticum*, декілька флуоресцентних видів бактерій роду *Pseudomonas* тощо [1, 10]. Крім того, на початку 70-х років минулого століття українськими дослідниками вперше в світі виділено в чисту культуру і охарактеризовано за низкою ознак фенотипу новий вид «*Erwinia toxica*» – збудника судинного бактеріозу огіроків, переважно, у закритому ґрунті [2]. Та, не зважаючи на значну шкодочинність таксономічний статус даного збудника до сих пір є невизначеним [3, 7].

Саме тому, метою наших досліджень було багаторічне обстеження насаджень огіроків у закритому ґрунті та дослідження ключових ознак фенотипу ізолюваних нами *Pectobacterium* sp., колекційних «*Erwinia toxica*» штамів і типових представників окремих видів родів *Pectobacterium* і *Dickeya* для коректної таксономії перших на рівні виду.

Матеріал і методи досліджень

Матеріалом для аналізу слугували зразки уражених рослин огіроків відібраних на території одного із найбільших тепличних господарств Київської області протягом 2012–2017 років. Об'єктами досліджень були ізолювані нами з уражених тканин огіроків штами фітопатогенних бактерій *Pectobacterium* sp. 1ог, 2ог, 3ог, 4ог, 5ог, 6ог, 7ог, 8ог, 9ог і 10ог та колекційні штами «*Erwinia toxica*» 8692, 8693, 8694, 8695, 8415, 8416, 8417, 8418, 8419. Для порівняльного аналізу у дослідженнях також використовували наступні типові штами пектолітичних бактерій: *Pectobacterium carotovorum* susp. *carotovorum* УКМ В-1075^T (Українська колекція мікроорганізмів (УКМ)), *Pectobacterium atrosepticum* УКМ В-1084^T, *Dickeya chrysanthemi* УКМ

В-1087^T. У дослідженнях також використали колекційний штам *E. tracheiphila* 7674 (колекція відділу фітопатогенних бактерій ІМВ НАН України). Патогенні властивості бактерій вивчали шляхом штучного зараження рослин огірків і інших баштанних культур а також характеру мацерації ломтиків картоплі і моркви. Морфолого-культуральні і фізіолого-культуральні властивості бактерій вивчали з використанням тест-системи API 20E та API 50CH фірми bioMérieux (Франція), згідно рекомендацій виробника. Штами бактерій для вивчення жирнокислотного складу клітин культивували на картопляному агарі (КА) протягом 24 годин за температури 29^oC. Метиліві ефіри жирних кислот одержували наступним чином: гідроліз клітин проводили у 5 %-му розчині ацетилхлориду у метанолі протягом 4 годин за 100^oC, з наступною екстракцією сумішшю ефір-гексан (1:1). Ідентифікацію метилових ефірів жирних кислот проводили за допомогою хромато-мас-спектрометричної системи Agilent 6800N/5973 inert. Метиліві ефіри ідентифікували автоматично за часом їх утримання у порівнянні зі стандартами. Вміст жирних кислот визначали за допомогою програмного забезпечення Agilent ChemStation і відображали у відсотках від загальної площі піків.

Результати досліджень та їх обговорення

Протягом декількох зимово-весняних періодів було продовжено моніторинг насаджень огірків у закритому ґрунті одного із найбільших тепличних господарств Київської області. З уражених рослин та плодів було виділено близько 50 ізолятів з яких за ключовими фенотиповими властивостями у подальші дослідження відібрано лише 10 штамів.

Вивчення патогенних властивостей показало їх здатність уражувати низку рослин зокрема: огірки, кабачки і, власне, баштанні культури (дині, кавуни) (рис.1а, 1б, 1в). Ізольовані штами також мацерували тканини картоплі та моркви із характерними для представників роду *Pectobacterium* симптомами. Як видно з рис.1г характер мацерації тканин картоплі ізольованими *Pectobacterium* sp., колекційними «*Erwinia toxica*» штамами та типовим штамом *P. carotovorum* susp. *carotovorum* УКМ В-1075^T має дещо відмінний характер від аналогічного процесу, що індукується штамами *P. atrosepticum* УКМ В-1084^T, *D. chrysanthemi* УКМ В-1087^T.



а

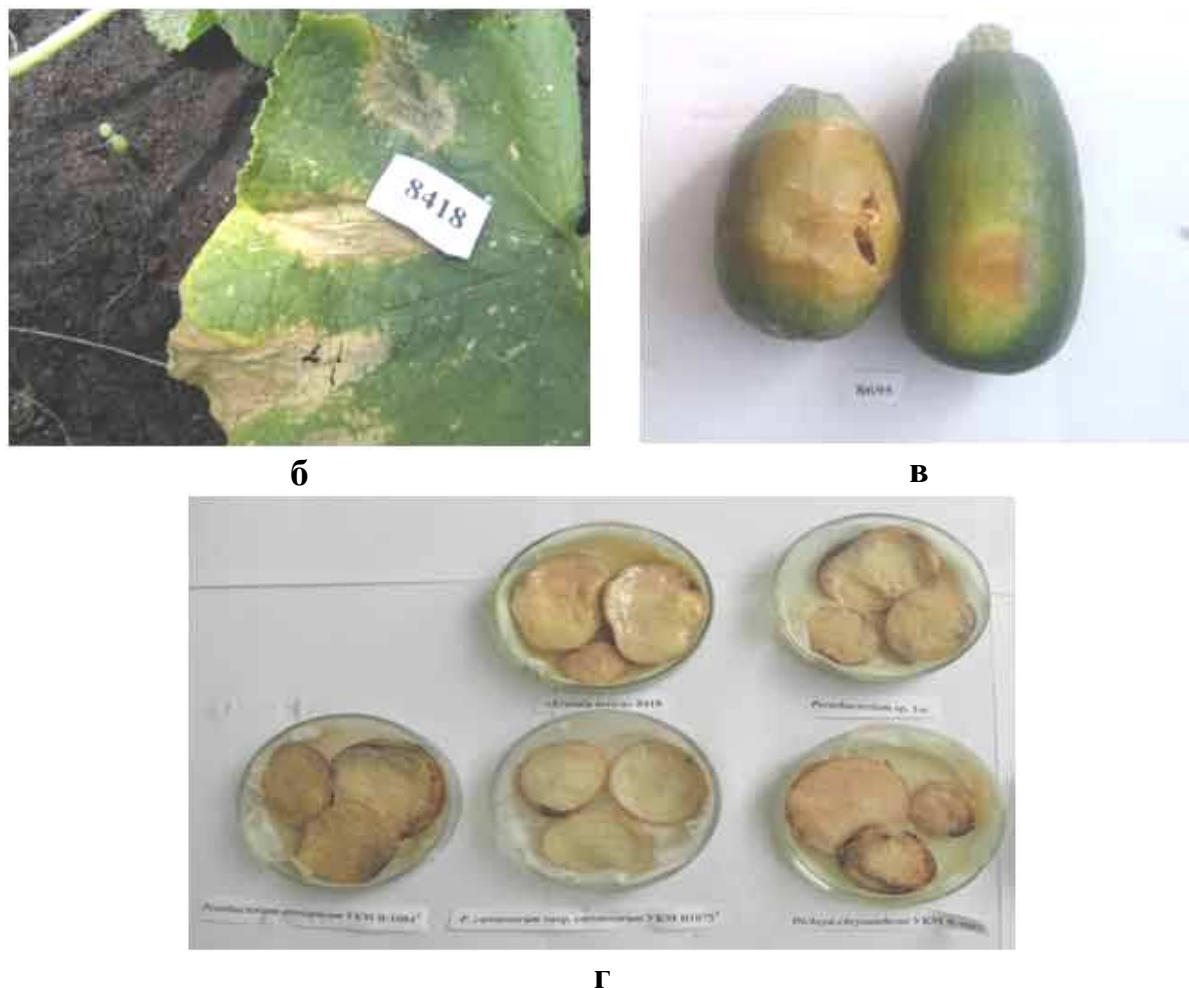


Рис. 1. Штучне зараження огірків, кабачків та мацерація тканин картоплі штамми *Pectobacterium* sp. і «*Erwinia toxica*».

Натомість симптоми, що викликалися при штучному інфікуванні рослин огірків ізольованими *Pectobacterium* sp., колекційними «*Erwinia toxica*» штамми, типовим штамом *P. carotovorum* susp. *carotovorum* УКМ В-1075^T та колекційним штамом *E. tracheiphila* 7674 на початкових етапах інфікування були подібними, що не суперечить даним літератури [5, 10].

На наступному етапі нами був проведений порівняльний аналіз морфолого-культуральних та фізіолого-біохімічних властивостей ізольованих штамів *Pectobacterium* sp. і колекційних «*Erwinia toxica*» штамів та близькоспоріднених з *P. carotovorum* susp. *carotovorum*. збудників бактеріальних хвороб огірків. Усі ізольовані *Pectobacterium* sp. і колекційні «*Erwinia toxica*» штамми за морфологією клітин є прямими рухливими паличками, що розташовувалися поодинокі або парами, грамнегативні і не формували спор. На картопляному агарі утворювали невеликі блискучі сірувато-білі напівпрозорі колонії з рівними краями. За результатами АРІ тестування усі досліджені штамми *Pectobacterium* sp. і «*Erwinia toxica*» споріднені з типовим штамом *P. carotovorum* susp. *carotovorum* УКМ В1075^T (табл. 1, 2). Усі штамми за виключенням колекційного штаму *E. tracheiphila* 7674 використовують D і L -ксилозу, β-гентобіозу, D-рафінозу, метил-α-D-глюкопіранозид. Крім того, усі штамми за виключенням *P. atrosepticum* УКМ В-1084^T ростуть на середовищі з додаванням гліцерину. Також усі досліджені штамми окрім *E. tracheiphila* 7674 і *D. chrysanthemi* В-1087 ростуть на середовищі з додаванням калія глюконату і D-мальтози. Отже досліджені штамми *Pectobacterium* sp. і «*Erwinia toxica*» найбільш споріднені з типовим штамом *P. carotovorum* susp. *carotovorum* УКМ В1075^T за ключовими морфолого-культуральними та фізіолого-біохімічними властивостями, які корелюють з даними літератури [8, 9, 11].

Морфолого-культуральні і фізіолого-біохімічні властивості штамів *Pectobacterium* sp. і «*Erwinia toxica*»

Ознака	Вид, штам					
	<i>Pectobacterium</i> sp.,	« <i>Erwinia toxica</i> »	<i>P. c. susp. carotovorum</i> B 1075 [†]	<i>P. atrosepticum</i> УКМ B-1084 [†]	<i>D. chrysanthemi</i> B-1087	<i>E. tracheiphila</i> 7674
Забарвлення по Граму утворення сірководню, відновлення нітратів, використання інозиту	-	-	-	-	-	-
Рухливість, розрідження желатина, продукція ацетоїна, використання цитратів	+	+	+	+	+	+
Утворення індолу	-	-	-	-	+	-
Наявність ферментів:						
β- галактозидази,	+	+	+	+	+	-
аргініндіридролази, лізіндекарбоксилази, орнітіндекарбоксилази, триптофандезамінази, оксидази, уреази	-	-	-	-	-	-
каталази	+	+	+	+	+	+

Примітки: Тут і в таблиці* – результати, отримані з використанням тест-систем API 20E і API 50CH; «+» – реакція позитивна; «-» – реакція негативна; «W» – реакція слабо позитивна

Так, L. Verdonck et al., при проведенні масштабного API тестування (API 20E, API 50CH) фітопатогенних бактерій попередньо віднесених до роду *Erwinia*, констатували варіабельність ряду ознак у фенонів *Erwinia carotovora*, *Erwinia chrysanthemi*, *Erwinia rhapontici* [11]. Згодом, J. Mergaert з колегами зробили спробу нумерологічної таксономії 123 штамів 18 видів, що раніше належали до роду *Erwinia*, використовуючи API тестування. Такий аналіз дозволив виділити у межах даної групи видів 12 фенонів, з яких можна диференціювати 2–3 підгрупи, але найбільш точно ідентифікувати на основі API тестування вдалося 3 кластера видів – «*amylovora*», «*herbicola*», «*carotovora*» [8]. Згідно сучасних даних з проблематики систематики фітопатогенних бактерій вивчення виключно згаданого вище комплексу властивостей не достатньо для коректної їх видової ідентифікації [3]. Як правило, при поліфазному дослідженні ознак фенотипу даної фізіологічної групи бактерій вивчають додаткові біохімічні критерії [5, 6, 9]. Найчастіше, у якості таких додаткових критеріїв використовують аналіз жирнокислотного складу ліпідів клітин фітопатогенних бактерій, що і було здійснено на наступному етапі наших досліджень.

У жирнокислотних спектрах усіх досліджуваних штамів виявлені жирні кислоти з довжиною вуглецевого ланцюгу від C₁₀ до C₁₈, а саме: ненасичені – гексадецена (C_{16:1}) та *cis*-9 октадецена кислота (C_{18:1 cis 9}); насичені – додекана (C_{12:0}), тетрадекана (C_{14:0}), гексадекана (C_{16:0}), гептадекана (C_{17:0}) та октадекана (C_{18:0}) кислоти та оксикислоти – тригідрокситетрадекана кислота (C_{14:0 3OH}), що є маркерною для всіх представників родів *Pectobacterium* і *Erwinia* (табл. 3).

Використання ізольованими *Pectobacterium* sp., колекційними «*Erwinia toxica*» штамами окремих сполук як єдиного джерела живлення*

Ознака	Вид, штам					
	<i>Pectobacterium</i> sp.	« <i>E. toxica</i> »	<i>P. c. susp. carotovorum</i> В-1075 ^Т	<i>P. atrosepticum</i> В1084	<i>D. chrysanthemi</i> В-1087	<i>E. tracheiphila</i> 7674
D-глюкоза, D-сахароза, L-арабіноза, D-рибоза, D-фруктоза, D-трегалоза, N-ацетилглюкозамин, арбутин, саліцин, D-лактоза, D-галактоза, D-маноза, D-целобиоза, ескулін	+	+	+	+	+	+
D-мелібіоза, D-маніт, L-рамноза, амігдалін, ксилоза, β-гентобіоза, D-рафіноза, метил-αD-глюкопіранозид	+	+	+	+	+	-
D-арабіноза, L-сорбоза, D-тураноза, D-ліксоза, D-тагатаза, фукоза, еритритол, D-адонітол, дульцитол, інулін, крохмаль, глікоген, ксиліт, арабіт, метил-βD-ксилопіранозид, метил-αD-манопіранозид, калію 2-кетоглюконат, калію 5-кетоглюконат	-	-	-	-	-	-
D-сорбіт	+	W\-	+	-	W\-	+
гліцерин	+	+	+	-	+	+
калію глюконат, D-мальтоза	+	+	+	+	-	-

У найбільших кількостях у клітинних ліпідах ізольованих *Pectobacterium* sp., колекційних «*Erwinia toxica*» штамів і типового штаму *P. carotovorum* susp. *carotovorum* УКМ В1075^Т присутні гексадеценава (C_{16:1}) – від 31,8 до 32,9 %; *cis*-9 октадеценава кислоти (C_{18:1 cis 9}) – від 25,4 до 29,0 %; гексадеканова (C_{16:0}) – від 20,9 до 21,8 % відповідно. Слід відмітити, що якісний склад жирних кислот ліпідів клітин ізольованих *Pectobacterium* sp., і колекційних «*Erwinia toxica*» штамів а також типового штаму *P. carotovorum* susp. *carotovorum* УКМ В1075^Т подібний до аналогічного у типових штамів *P. atrosepticum* УКМ В-1084^Т та *D. chrysanthemi* УКМ В-1087^Т, але їх кількість значно різниться. Так, на відміну від зазначеної вище групи штамів, у клітинних ліпідах типового штаму *P. atrosepticum* УКМ В-1084^Т у слідових кількостях присутні тетрадеканова (C_{14:0}), гептадеканова (C_{17:0}) і октадеканова (C_{18:0}) кислоти. Крім того, кількість додеканової (C_{12:0}) та *cis*-9 октадеценової (C_{18:1 cis 9}) кислот у клітинних ліпідах ізольованих *Pectobacterium* sp., колекційних «*Erwinia toxica*» штамів і типового штаму *P. carotovorum* susp. *carotovorum* УКМ В1075^Т порівняно з аналогічними показниками у типового штаму *P. atrosepticum* УКМ В-1084^Т відповідно менша на 48,3 та 12,7 %, а гексадеканової (C_{16:0}) та гексадеценової (C_{16:1}) – більша на 26,6 та 16,1 %. Жирнокислотні профілі клітинних ліпідів типового штаму *D. chrysanthemi* УКМ В-1087^Т та колекційного штаму *E. tracheiphila* 7674 значно різняться від аналогічних профілів ізольованих *Pectobacterium* sp., колекційних «*Erwinia toxica*» штамів і типового штаму *P. carotovorum* susp. *carotovorum* УКМ В1075^Т. Зокрема, у ліпідах клітин *D. chrysanthemi* УКМ В-1087^Т у слідових кількостях присутні: тетрадеканова (C_{14:0}), гептадеканова (C_{17:0}), гексадеканова (C_{16:0}) та октадеканова (C_{18:0}) кислоти. Також кількість гексадеценової (C_{16:1}) і *cis*-9 октадеценової (C_{18:1 cis 9}) кислот на 28,2 і 41,5% більша порівняно з аналогічними показниками для досліджуваної групи штамів.

Жирнокислотний склад загальних клітинних ліпідів колекційних та ізолюваних штамів *Pectobacterium* sp., колекційних штамів «*Erwinia toxica*» та деяких типових представників близькоспоріднених видів

Жирні кислоти*	Вид, штам					
	<i>Pectobacterium</i> sp. 10 штамів	« <i>Erwinia toxica</i> » 9 штамів	<i>P. carotovorum</i> susp. <i>carotovorum</i> УКМ В1075 ^Т	<i>P. atrosepticum</i> УКМ В-1084 ^Т	<i>D. chrysanthemi</i> УКМ В-1087 ^Т	<i>E. tracheiphila</i> 7674
C _{12:0}	9,7±0,7	9,8±0,6	6,6±0,1	4,5±0,1	6,4±0,2	5,5±0,3
C _{14:0}	2,4±0,2	2,5±0,5	2,5±0,1	сл.	сл.	3,1±0,1
C _{14:0 3ОН}	4,5±1,0	4,6±1,2	4,2±0,3	4,5±0,2	9,3±0,3	1,3±0,2
C _{16:1}	32,2±1,8	32,9±2,1	31,8±0,2	38,5±0,7	45,0±0,8	45,0±0,9
C _{16:0}	21,8±1,6	21,7±1,9	20,9±0,5	29,3±0,6	1,0±0,1	25,2±0,7
C _{17:0 cis 9,10}	4,6±0,2	4,8±0,6	4,9±0,1	сл.	сл.	-
C _{17:0 cyclo}	-	-	-	-	-	1,4±0,1
C _{18:1}	25,7±5,6	25,4±6,3	29,0±0,5	23,3±0,5	37,8±0,6	24,8±0,5
C _{18:0}	2,1±0,3	1,3±0,7	сл.	сл.	сл.	-
Співвідношення:						
C _{12:0} до C _{14:0}	4,0	3,9	2,6	9,0	12,8	1,8
C _{16:0} до C _{12:0}	2,2	2,2	3,2	6,5	0,2	4,6
C _{16:1} до C _{18:1}	1,4	1,3	1,1	1,7	1,2	1,8

Примітка: * – вміст жирних кислот вказаний у % від загальної площі піків, «-» – не виявлено, «сл.» – кількість жирних кислот менше 1% від загальної площі піків.

Вміст тригідрокситетрадеканової (C_{14:0 3ОН}) кислоти у ліпідах клітин *D. chrysanthemi* УКМ В-1087^Т в 2,1 рази вищій порівняно з аналогічними показниками у зазначеній вище групи штамів. Кількісні і якісні характеристики жирнокислотних спектрів колекційного штаму *E. tracheiphila* 7674 також відрізняється від подібних у ізолюваних *Pectobacterium* sp., колекційних «*Erwinia toxica*» штамів і типового штаму *P. carotovorum* susp. *carotovorum* УКМ В1075^Т. Зокрема, вміст додеканової (C_{12:0}) у ліпідах клітин даного штаму у 1,6 рази, а тригідрокситетрадеканової (C_{14:0 3ОН}) у 3,5 рази більший порівняно з аналогічним у даної групи штамів. До того ж, кількість гексадеценної (C_{16:1}) кислоти у колекційного штаму *E. tracheiphila* 7674 у 1,4 рази більша порівняно з ізолюваними *Pectobacterium* sp., колекційними «*Erwinia toxica*» штамми і типовим штамом *P. carotovorum* susp. *carotovorum* УКМ В1075^Т. Слід також відмітити, що кількісні співвідношення окремих груп жирних кислот сформовані S.H. de Boer із колегами [4] для диференціації *P. carotovorum* susp. *carotovorum* і *P. atrosepticum* та підтверджені рядом досліджень жирних кислот ліпідів клітин представників виду *P. carotovorum* інших авторів [9, 10] загалом узгоджуються з отриманими нами результатами.

Зокрема S.H. de Boer із колегами [4] встановлено, що у представників виду *P. carotovorum* співвідношення додеканової (C_{12:0}) до тетрадеканової (C_{14:0}) є більшим за 3,71, співвідношеннями гексадеканової (C_{16:0}) до додеканової (C_{12:0}) менше за 4,87, а відношення гексадеценної (C_{16:1}) до *cis*-9 октадеценної кислоти (C_{18:1 cis 9}) менше за 2,70. Як видно з

таблиці 3 за даними показниками ізольовані *Pectobacterium* sp., і колекційні «*Erwinia toxica*» штами а також типовий штам *P. carotovorum* susp. *carotovorum* УКМ В1075^T значно споріднені між собою та віддалені як від типових штамів *P. atrosepticum* УКМ В-1084^T і *D. chrysanthemi* УКМ В-1087^T так і від колекційного штаму *E. tracheiphila* 7674.

Висновки

За комплексом патогенних, морфолого-культуральних, фізіолого-біохімічних властивостей і жирнокислотним складом клітинних ліпідів ізольовані *Pectobacterium* sp., і колекційні «*Erwinia toxica*» найбільш споріднені з типовим штамом *P. carotovorum* susp. *carotovorum* УКМ В1075^T. Зважаючи на здатність *P. carotovorum* susp. *carotovorum* уражувати широкий спектр рослин отримані нами дані є необхідними для створення коректних сівозмін і запобігання виникнення епіфітотій. Результати АРІ тестування фітопатогенних бактерій можуть бути корисними для їх експрес-ідентифікації за умов моніторингу збудників бактеріальних хвороб як при вирощуванні огірків, кабачків так і ряду баштанних культур.

1. Гвоздяк Р.І. Фітопатогенні бактерії. Бактеріальні хвороби рослин / [Гвоздяк Р.І., Пасічник Л.А., Яковлева Л.М. та ін.]; За ред. В.П. Патики. — Київ: ТОВ "НВП "Інтерсервіс", 2011. — 444 с
2. Коробко А.П. Биология возбудителей бактериальных болезней огурцов в СССР: автореф. дис. на соискание науч. степени канд.биол.наук: спец. 03.00.07 «Микробиология» / А.П. Коробко. — Киев, 1973. — 20 с.
3. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology* / Brenner D.J., Krieg N.R., Staley J. T., Garrity G.M. — New York; USA: Springer Science+ Business Media — 2005. — Vol. 1. 2nd ed. — 1108 p
4. Boer S.H. Differentiation of *Erwinia carotovora* ssp. *carotovora* and *Erwinia carotovora* ssp. *atroseptica* on the basis of cellular fatty acids composition. / S.H Boer, M. Sasser // *Canadian Journal of Microbiology*. — 1986. — Vol. 32, No 10. — 796—800.
5. Dadaşoğlu F. Identification and characterization of *Pectobacterium carotovorum*. / F. Dadaşoğlu, R. Kotan // *Journal of Animal and Plant Sciences*. — 2017. — Vol. 27, No 2. — 647—654
6. Duarte V. Characterization of atypical *Erwinia carotovora* strains causing blackleg of potato in Brazil. / V. Duarte V., S.H. de Boer, L.J. Ward, A.M.R. de Oliveira // *Journal of Applied Microbiology*. — 2004. — Vol. 96 — 535—545
7. List of prokaryotic names with standing in nomenclature. [Електронний ресурс] — Режим доступу до бази: www.bacterio.net/pectobacterium.html
8. Mergaert J. Numerical taxonomy of *Erwinia* species using API systems. / J. Mergaert L., Verdonck K., Kersters J., Swings J.-M., J. Boeufgras, J. de Ley // *Journal of General Microbiology*. — 1984. — Vol. 130 — 1893—1910
9. Moretti Ch. *Pectobacterium aroidearum* і *Pectobacterium carotovorum* susp. *carotovorum* as a causal agents of potato soft rot in Lebanon. / Ch. Moretti R., Fakhr P., de Vos M., Cerri L., Geagea I., Cleenwerck R., Buonauro R. // *European Journal of Plant Pathology*. — 2016. — Vol. 144 — 205—211
10. Shuerger A.C. Identification and host range of an *Erwinia* pathogen causing stem rots on hydroponically grown plants. / A.C. Shuerger, J.C. Batzel // *Plant Diseases*. — 1993. — Vol. 77 — 472 — 477
11. Verdonck L. Genus *Erwinia*: Numerical analysis of phenotypic features. / L. Verdonck, J. Mergaert, C. Rijckaert, J. Swings, K. Kersters, J. de Ley // *International Journal of Systematic Bacteriology*— 1987. — Vol. 37, No 3. — 418.

Л. А. Данкевич

Институт микробиологии и вирусологии имени Д. К. Заболотного НАНУ

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ НЕКОТОРЫХ БАКТЕРИАЛЬНЫХ БОЛЕЗНЕЙ ОГУРЦОВ ПО ПРИЗНАКАМ ФЕНОТИПА

В период 2012–2017 г. проведен мониторинг бактериальных болезней огурцов на территории одного из наибольших тепличных хозяйств Киевской области. Из пораженных растений было выделено около 50 изолятов, из которых по ключевым признакам фенотипа в последующие исследования было отобрано 10 высоко и среднеагрессивных штаммов *Pectobacterium* sp.

В результате изучения патогенных свойств изолированных *Pectobacterium* sp. и коллекционных «*Erwinia toxica*» штаммов установлена их способность поражать широкий круг растений хозяев семейства *Cucurbitaceae*. Анализ комплекса патогенных свойств результатов АРІ тестирования (тест-системы АРІ 20Е і АРІ 50СН) данной группы штаммов выявил

значительное их сходство с типовым штаммом *P. carotovorum* susp. *carotovorum* УКМ В1075^T. Количественный и качественный жирнокислотный состав клеточных липидов изолированных *Pectobacterium* sp. и коллекционных «*Erwinia toxica*» штаммов также был подобен аналогичным показателям у типового штамма *P. carotovorum* susp. *carotovorum* УКМ В1075^T. Полученные нами результаты (API тестирования и изучения патогенных свойств) могут быть полезными для экспресс-идентификации данного возбудителя и разработки корректного севооборота с целью предупреждения эпифитотий

L. A. Dankevych

Zabolotny Institute of Microbiology and Virology, NASU, Ukraine

IDENTIFICATION OF AGENTS OF SOME CUCUMBERS' BACTERIAL DISEASES ON THE BASIS OF ITS PHENOTYPICAL PROPERTIES

During the period of 2012-2017, monitoring of bacterial diseases of cucumbers was carried out in the territory of one of the largest greenhouse farms in the Kyiv region. Of the affected plants, about 50 isolates were isolated, of which, according to the key signs of the phenotype, 10 high and medium-aggressive strains of *Pectobacterium* sp. for the next studies were selected.

It has been established ability of isolated *Pectobacterium* sp. and collector "*Erwinia toxica*" strains to affect a wide range of hosts-plants of the family *Cucurbitaceae* on the basis of studying of their pathogenic properties. An analysis of the pathogenic properties and the API testing (API-20E and API 50SN test systems) of this strains revealed a significant affinity to the typical strain *P. carotovorum* susp. *carotovorum* УКМ В1075^T. Quantitative and qualitative fatty acid composition of cellular lipids isolated *Pectobacterium* sp. and collection "*Erwinia toxica*" strains also was similar to those of the typical strain *P. carotovorum* susp. *carotovorum* УКМ В1075^T. The results of API testing and pathogenic properties studying can be useful for the rapid identification of this pathogen and the development of a correct crop rotation for prevent of their spreading.

Рекомендує до друку

Надійшла 22.02.2018

М. М. Барна

УДК 581.522.5

І. О. ЗАЙЦЕВА

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
пр-т. Гагаріна, 72, Дніпро, 49010

ВІДНОСНА КІЛЬКІСТЬ ПРОДИХІВ ЯК ПОКАЗНИК СТІЙКОСТІ ІНТРОДУЦЕНТІВ РОДУ *SYRINGA* L. У СТЕПОВІЙ ЗОНІ

Представлено результати морфоструктурних досліджень асиміляційного апарату видів бузків у зв'язку з їх стійкістю у районах, що відрізняються за ступенем посушливості. Проведено порівняльний аналіз відносної кількості продихів листків родового комплексу *Syringa* L., що формувалися за впливу гідротермічного стресу різної глибини і тривалості. У недостатньо стійких видів морфоструктурна складова механізмів адаптації проявляється у зростанні кількості продихів і, відповідно, ксероморфності листків.

Ключові слова: інтродукція, посухостійкість, кількість продихів, види бузків

Вступ. Морфоанатомічні зміни слугують зовнішніми показниками шляхів адаптивних пристосувань рослин до умов зростання. Ознаки ксероморфності, що спрямовані на зниження стресового впливу високих температур і нестачі вологи, проявляються у змінненні розмірів і співвідношення гістологічних комплексів тканин і органів, площі випаровуючої поверхні,

кількості продохів, числа і діаметра судин ксилеми, підсиленні захисних функцій покривних тканин тощо [7, 11]. Зокрема, для посухостійких рослин характерна велика кількість продохів на одиницю площі листової поверхні [8]. Високу щільність продохів пов'язують із зменшенням площі листової пластинки, яка відбувається за рахунок скорочення фази розтягнення клітин епідермісу листка [6].

Несприятливі гідротермічні фактори середовища найбільшою мірою здатні спричинити виникнення ксероморфних ознак у мезоморфних у нормі листків або підсилювати ці риси у ксерофітів [10], що спостерігається при інтродукції рослин в посушливі райони. А.В. Гурський [2] відзначає, що анатомічна “інверсія” листків – змінення їх будови у бік ксероморфізму – на верхніх ярусах крони і за посушливих умов завжди більш виражена у порід вологолюбних, ніж у посухостійких. Внаслідок цього у посушливих умовах більш щільна мережа жилок і кількість продохів більшою мірою необхідні для вологолюбних видів на відміну від посухостійких.

Таким чином, аналіз літературних даних показує, що ксероморфність розвивається як результат водного стресу в процесі онтогенезу рослин, а ступінь її прояву залежить від виду рослини та умов вирощування. У зв'язку з цим, метою роботи було встановлення закономірностей адаптації інтродуцентів роду *Syringa L.*, різних за своєю посухостійкістю, до ксеротермних умов Степової зони України за морфоструктурними показниками відносної кількості продохів. Більшість видів бузків за своїм ставленням до зволоження проявляють мезофітні властивості і являються нестійкими до посушливих умов [1].

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводили на базі дендрологічних насаджень ботанічного саду ДНУ імені Олеса Гончара (БС ДНУ) та дендропарку Біосферного заповідника «Асканія-нова» (АН). За фізико-географічним та геоботанічним районуванням території України, райони дослідження знаходяться у степовій фізико-географічній зоні – відповідно, у Північностеповій підзоні (різнотравно-типчакowo-ковиловому степу) та Сухостеповій підзоні (типчакowo-ковиловому степу); за інтродукційним районуванням – до Центрального (БС ДНУ) та Приморського (АН) інтродукційного районів.

За кількістю опадів і температурним режимом вегетаційного періоду райони досліджень характеризуються посушливими умовами, які більшою мірою виражені у південному степу (Асканія-Нова), тому за гідротермічними умовами ботанічний сад ДНУ можна розглядати як умовний контроль. Періоди посухи у районах досліджень часто трапляються у весняний період, коли відбувається формування та ріст листових пластинок.

Об'єктами досліджень слугували 9 видів роду *Syringa L.*, які за природним походженням відносяться до різних географічних районів основних осередків розповсюдження роду *Syringa L.* у Балкано-Карпатській, Західногімалайській та Східноазіатській областях. В межах природних ареалів бузки займають різні екотопи за зволоженістю, родючістю ґрунтів та освітленістю і мають відповідні екологічні властивості.

Польову оцінку посухостійкості інтродуцентів проводили візуальними методами за 5-бальною шкалою за критеріями ступеня тургесцентності та ознак пошкодження листків під час посухи [3]. Кількість продохів визначали методом відбитків за Г.Х. Молотковським [9] з нижньої епідерми листка. Для аналізу проби листя відбирали в серпні-вересні. В кожному варіанті досліду підраховували кількість продохів у 25 полях зору мікроскопу при збільшенні 7x20 і перераховували на одиницю поверхні листка (1 мм²), виходячи з розмірів поля зору при даному збільшенні (0,6717 мм²). Обчислювали статистичні параметри отриманого варіаційного ряду та їх достовірність за співвідношенням $t_{\text{досл.}}/t_{\text{табл.}}$.

Результати досліджень та їх обговорення

У таблиці наведені результати комплексної оцінки посухостійкості видів бузків у БС ДНУ, як усереднене значення даних трьох спостережень, отриманих в динаміці протягом вегетаційного періоду. Породи з польовою посухостійкістю 5 балів характеризуються як дуже стійкі до посухи; 4 бали – посухостійкі; 3 бали – недостатньо стійкі; 2 бали – малостійкі; 1 бал – нестійкі до посухи.

Види роду *Syringa L.* мають широкий спектр екологічної валентності по відношенню до несприятливих умов. Слід відзначити, що серед бузків присутні види, мало пристосовані до тривалої посухи (*S.wolfii*, *S.velutina*, *S.komarovii*), і навіть нестійкі види (*S.reticulata*). Саме у цих видів відзначаються значні порушення водного балансу, які виражаються у зниженні оводненості листя [4]. Таким чином, на прикладі роду *Syringa L.* простежується прямий зв'язок оводненості листя й зовнішніх умов.

Таблиця

Польова посухостійкість (ППС) видів бузку різного географічного походження та кількість продихів на 1 мм² листкової пластинки

В и д	ППС, бали	Кількість продихів за районами досліджень	
		БС ДНУ	АН
1. Балкано-Карпатська гірська область			
<i>S.vulgaris</i> L. ¹⁾	5	191,5 ± 14,39	204,7 ± 12,51
<i>S.josikae</i> Jacq. ²⁾	4	312,8 ± 17,11*	206,0 ± 9,54*
2. Західногімалайська гірська область			
<i>S.persica</i> L. ¹⁾	5	233,5 ± 14,79*	287,5 ± 26,25*
3. Східноазіатська гірська область			
Далекий Схід, Північно-Східний Китай			
<i>S.amurensis</i> Rupr. ⁴⁾	5	355,9 ± 18,4	332,6 ± 9,74
<i>S.wolfii</i> C.K.Schneid. ²⁾	2	138,9 ± 17,29*	252,7 ± 19,39*
<i>S.velutina</i> Kom. ³⁾	3	158,1 ± 11,49*	195,3 ± 16,36*
Західний і Центральний Китай			
<i>S.komarovii</i> C.K.Schneid. ²⁾	3	207,3 ± 15,34	228,6 ± 8,90
<i>S.yunnanensis</i> Franch. ²⁾	5	116,7 ± 10,75*	152,5 ± 7,31*
Японія			
<i>S.reticulata</i> (Blume) Hara ⁴⁾	1	113,2 ± 14,39	165,5 ± 17,35*

Примітки: ^{1), 2), 3), 4)} - секції роду: *Eusyringa* C.K. Schneid., *Villosae* C.K. Schneid., *Pubescentes* Lingelsh., *Ligustrina* Rupr.;

* - достовірні відмінності показника між районами дослідження (p<0,05)

Порівняння щільності продихів різних за природним походженням бузків колекції ботанічного саду ДНУ показало, що невисокими значеннями цього показника в цілому характеризуються види, що природно зростають у районах Далекого Сходу (за винятком *S.amurensis*), Китаю та Японії з достатньою зволоженістю клімату. У видів, що природно зростають у районах Передньої Азії та південно-східної Європи, де кількість опадів значно менша, в умовах ботанічного саду ДНУ відносна кількість продихів більша, ніж у видів Східноазіатської області. Виявлені особливості формування продихового апарату узгоджуються з відомими положеннями екологічної анатомії рослин [7, 10].

Відзначені за щільністю продихів та природним походженням групи видів неоднорідні за ступенем польової посухостійкості, який узагальнює різноманітні морфологічні відповідні реакції рослин на стресові фактори і не завжди узгоджується з кількісними показниками продихового апарату. Проте зміни цих показників в умовах ксеротермного стресу різної напруженості (БС ДНУ і АН) дають можливість визначити адаптивний потенціал видів бузку та зробити висновки щодо механізмів формування стійкості за дії посухи. Так, у мало посухостійких видів *S.wolfii*, *S.reticulata* (1-2 бали), *S.velutina*, *S.komarovii* (3 бали) в умовах південного степу зростає відносна кількість продихів і становить 181,9%, 146,2%, 123,5% та 110,3% від показника в умовному контролі (БС ДНУ). Морфоструктурні механізми адаптації відіграють значну роль у формуванні посухостійкості також у стійких до посухи видів *S.vulgaris*, *S.persica*, *S.yunnanensis*, що виражається у зростанні щільності продихів від 106,9% до 130,7%. Зворотня реакція спостерігається у видів з найбільшою кількістю продихів та

високою посухостійкістю в умовах БС ДНУ – *S.amurensis* та *S.josikae*, у яких при напруженні стресових факторів (АН) щільність продохів знижується і становить 93,4% та 65,8% від умовного контролю. Формування стійкості цих видів бузків пов'язане із фізіолого-біохімічними реакціями на водно-температурний стрес [5].

Висновки

Визначено, що відносна кількість продохів видів роду *Syringa* L. змінюється у відповідь на зростання гідротермічного стресу в степовій зоні. У мало посухостійких видів зростання величини щільності продохів за умов посухи є одним з механізмів адаптації на морфоструктурному рівні рослинного організму. Високим адаптивним потенціалом, за цим критерієм, відзначаються види *S.persica*, *S.yunnanensis*, *S.velutina*, *S.komarovii*. Відносна кількість продохів листка може бути використана як показник неспецифічної адаптивної реакції бузків в умовах інтродукції у степовій зоні України.

1. Горб В.К. Оптимальные районы культуры видов сирени и трескуна для озеленения на Украине / В.К. Горб // Теория и методы интродукции растений и зеленого строительства. — К.: Наук. думка, 1980. — С. 112—114.
2. Гурский А.В. Основные итоги интродукции древесных растений в СССР / А.В. Гурский. — М—Л.: Изд-во АН СССР, 1957. — 304 с.
3. Зайцева И.А. Оценка полевой засухоустойчивости древесных интродуцентов / И.А. Зайцева // Фальцфейнівські читання: зб. наук. праць. — Херсон, 2007. — С. 128—131.
4. Зайцева І.О. Адаптаційні механізми мезофітних видів роду *Syringa* L. в умовах посухи / І.О. Зайцева // Фізіологія рослин: стан і перспективи розвитку. — К.: Логос, 2009. — Т. 2. — С. 342—347.
5. Зайцева І.О. Фізіолого-біохімічні основи інтродукції деревних рослин у Степовому Придніпров'ї / І.О. Зайцева, Л.Г. Долгова. — Д.: Вид-во ДНУ, 2010. — 388 с.
6. Овруцька І.І. Дія природного водного дефіциту на структуру поверхні епідермісу листкових пластинок *Sium latifolium* L. / І.І. Овруцька // Укр. ботан. журн. — 2003. — 60, № 4. — С. 463—467.
7. Раскатов П.Б. Экологическая анатомия вегетативных органов деревьев и кустарников / П.Б. Раскатов. — Воронеж: Изд-во ВГУ, 1979. — 180 с.
8. Рум'янков Ю. Анатомо-морфологічні ознаки ксероморфності листків видів роду *Celtis* L. / Ю. Рум'янков // Інтродукція та збереження рослинного різноманіття. — К.: ВПЦ “Київський університет”, 2009. — С. 305—306.
9. Фурст Г.Г. Методы анатомо-гистохимического исследования растительных тканей / Г.Г. Фурст. — М.: Наука, 1979. — 155 с.
10. Эзау К. Анатомия семенных растений / К. Эзау. — М.: Мир, 1980. — 558 с.
11. Jacob J. Stomatal and mesophyll limitations of photosynthesis in phosphate deficient sunflower, maize and wheat plants / J. Jacob, D.W. Lawlor // J. Exp. Bot. — 1991. — 42. — P. 1003—1011.

И. А. Зайцева

Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

ОТНОСИТЕЛЬНОЕ КОЛИЧЕСТВО УСТЬИЦ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ УСТОЙЧИВОСТИ ИНТРОДУЦЕНТОВ р. SYRINGA L. В СТЕПНОЙ ЗОНЕ

Представлены результаты морфоструктурных исследований листового аппарата видов сиреней в связи с их устойчивостью в районах, отличающихся степенью засушливости. Проведен сравнительный анализ плотности устьиц листьев родового комплекса *Syringa* L., которые формировались под влиянием гидротермического стресса разной глубины и продолжительности. У недостаточно устойчивых видов морфоструктурная составляющая механизмов адаптации проявляется в увеличении количества устьиц и, соответственно, ксероморфности листьев.

Ключевые слова: интродукция, засухоустойчивость, количество устьиц, виды сиреней

I. O. Zaitseva

Oles Honchar National University of Dnipro, Ukraine

**RELATIVE QUANTITY OF STOMAS AS THE RESISTANCE INDEX OF SYRINGA SPECIES,
INTRODUCED AT STEPPE ZONE**

Where was studied degree of drought resistance different species of *Syringa* L. It has been investigated morphological and anatomical changes in leaves on example of number stomas sings. Plant introduction test results are integrally assessed, wood and shrub plants introduction success forecasting criteria are defined. Adaptive strategies directions are determined in the general range of modification variability under conditions of steppe zone of Ukraine. Investigation was provided in botanical gardens and dendroparks in contrast conditions, which was established in North Forest-Steppe and different regions of Steppe zone of Ukraine. Where was estimate of correlation between values density stomas and degree drought resistance species of *Syringa* L. Similar kinds of change this sings between plants biogenetically related. The dependence positive results of introduce test plants from climatic conditions in natural areals was determined. The mesophytic characters of morphophysiological processes are peculiar for unstable species (*S.wolfii*, *S.reticulata*). The basis of adaptive mechanisms other species are metabolic processes (*S.josikae*, *S.komarovii*, *S.yunnanensis*) or xeromorphic structure of leafs (*S.persica*, *S.yunnanensis*, *S.velutina*, *S.komarovii*). The research of unstable plants showed that morpho-structural mechanisms were consisted in increase relative quantity stomas and xerophytic peculiarities of leaves. The density stomas may be included as sign of unspecific reaction in water deficit conditions in Steppe zone.

Key words: plant introduction, drought-resistant, quantity of stomas, species of Syringa L.

Рекомендує до друку

Надійшла 20.02.2018

М. М. Барна

УДК 582.091/.097:(083.822)

В. В. КРАСОВСЬКИЙ, Т. В. ЧЕРНЯК, О. В. ЗУБЕНОК

Хорольський ботанічний сад

вул. Кременчуцька 1/79, офіс 46, Хорол, Полтавська обл., Україна, 37800

**ІНВЕНТАРИЗАЦІЙНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВИДІВ ДЕНДРОФЛОРИ
ХОРОЛЬСЬКОГО БОТАНІЧНОГО САДУ**

Наводяться результати інвентаризаційних досліджень дендрофлори Хорольського ботанічного саду, її розподіл за видовим, родовим, родинним складом та за життєвими формами. Станом на 01.01.2018 року обліковано 123 види рослин, які в систематичному відношенні належать до 36 родин та 76 родів. За біоморфологічною структурою переважна більшість видів належить до дерев – 50 %, кущ – дерево – 13 %, дерево – кущ – 13 %, кущ – 19 %, ліана – 5 %. Серед наявних видів домінуючою групою є листопадні рослини, що становить 89%. Найчисленніші за кількістю видів родини Rosaceae (27), Fagaceae (10), Juglandaceae (8), Sapindaceae (7). Такі родини як Ginkgoaceae, Taxaceae, Anacardiaceae, Annonaceae, Araliaceae, Buxaceae, Celastraceae, Elaeagnaceae, Lythraceae, Myrtaceae, Ranunculaceae, Schisandraceae, Simaroubaceae, Tamaricaceae, Raeaniaceae представлені одним видом рослин.

У порівнянні з даними 2011 року, а саме початком функціонування Хорольського ботанічного саду зросли такі його кількісні показники дендрофлори: видовий склад на 84 одиниці, кількість родів на 49, кількість родин на 19 одиниць, голонасінних рослин збільшилось на 14 видів.

Ключові слова: ботанічний сад, дендрофлора, інвентаризація, вид, рід, родина, життєва форма

Хорольський ботанічний сад – новостворена науково-дослідна природоохоронна установа (створено у 2009 р., функціонує з 2011 р., офіційно відкрито у 2013 р.), розташований в межах м. Хорол на площі 18 га.

При розробці проекту створення ботанічного саду (2007 – 2008 рр.) досліджено природні умови його території, а саме розміщення в системі фізико-географічного районування, геологічну будову, гідрогеологічні та геоморфологічні умови, надано загальну характеристику рельєфу місцевості та існуючим ландшафтам.

При дослідженні флористичних особливостей території було відзначено, що в рослинному покриві території мають місце лісові угруповання в яких зростають дуб звичайний (*Quercus robur* L.), липа серцелиста (*Tilia cordata* Mill.), клен польовий (*Acer campestre* L.), клен гостролистий (*Acer platanoides* L.), ясен ланцетний (*Fraxinus lanceolata* Borkh.). Поодинокі зростають бузина чорна (*Sambucus nigra* L.), бруслина Європейська (*Euonymus europaeus* L.). Угруповання дубу звичайного представлене віковими та багатовіковими деревами.

Виходячи з того, що ботанічні сади за своєю структурою займають важливе місце в системі установ, які мають відношення до накопичення колекцій флори для її вивчення, збереження, культивування, інтродукції, акліматизації рослин та з метою упорядкування насаджень (у 2015 р.) розроблено проект організації території Хорольського ботанічного саду. При розробці проекту в залежності від найменування, мети та задачі кожної окремої експозиції використано систематичний, ботаніко-географічний, екологічний та біоценотичний принципи їх влаштування. У результаті запроєктовано 35 експозиційних ділянок представлених деревними, кущовими та трав'янистими рослинами.

Оскільки Хорольський ботанічний сад новостворена установа, на початковому етапі його функціонування у створенні каркасу колекційних насаджень важлива роль відводиться деревним і кущовим рослинам та ліанам серед яких значна частина інтродуцентів.

На даний час сформовано колекцію субтропічних плодкових культур, рослини якої зростають у відкритому ґрунті, сформовано колекції горіхоплідних видів, дубів, залучені до окремих колекційних насаджень рослини, що збереглися з давніх геологічних періодів, рослини що згадуються в Біблії. В результаті створено науково-дослідну ділянку Сад субтропічних плодкових культур, експозиційну ділянку горіховий сад, тематичні колекції парк Юрського періоду та Райський сад, доповнено іншими видами дубу існуюче угруповання дубу звичайного.

Для подальшого розвитку колекційних насаджень ботанічного саду значну кількість видів деревних та кущових рослин вирощують фахівці установи у шкільках на розсадниках, розташованих як на території ботанічного саду так і за його межами.

При збільшенні кількості деревних і кущових рослин та ліан в ботанічному саду постала проблема інвентаризації видового складу дендрофлори, розв'язання якої дає можливість об'єктивно оцінити її склад та реалізувати заходи щодо подальшого урізноманітнення [1, 9].

Матеріал і методи досліджень

Мета інвентаризаційних досліджень – максимально повно в систематичному аспекті виявити таксономічний склад дендрофлори Хорольського ботанічного саду.

Об'єкт досліджень – деревні, кущові рослини та ліани, що зростають на території ботанічного саду як природна флора, у колекційних насадженнях, насаджених зелених загорож, у шкільках на розсадниках, а також насадження деревних і кущових рослин на земельній ділянці біля адміністративного приміщення установи.

Інвентаризаційні дослідження проведені в натурі протягом червня-липня 2017 року методом спостереження з використанням загальноприйнятих методик інвентаризації зелених насаджень [5, 7].

Як інвентаризаційний план досліджень використано картографічний матеріал сучасного стану території ботанічного саду (М: 1:1000) з нанесеною дорожньо-алеюною мережею, водоймами та іншими постійними елементами внутрішньої ситуації, що надавало зручності у проведенні облікових робіт.

В ході польових маршрутних обстежень видова назва деревно-кущових рослин та ліан визначалась за морфологічними ознаками виду шляхом візуального огляду рослин із записом назви виду у робочий журнал обліку, камеральні роботи полягали в уточненні видової назви облікованих деревно-кущових рослин та ліан природної флори та штучних насаджень спираючись на їх систематику.

Українські та латинські назви видів, родів та родин подані за літературними джерелами [2-4, 6, 8, 10-12] та інтернет-ресурсом.

Результати досліджень та їх обговорення

За результатами дослідних даних складена у вигляді таблиці інвентаризаційна відомість дендрофлори. Водночас рослини із незавершеною ідентифікацією або з нез'ясованою систематикою до таблиці не включались. Наразі залишаються не дослідженими 5 таксонів.

У результаті інвентаризаційних досліджень з'ясовано, що станом на 01.01.2018 року дендрофлора Хорольського ботанічного саду налічує 123 вид рослин, які в систематичному відношенні належать до 36 родин та 76 родів. Також встановлено, що за біоморфологічною структурою переважна більшість видів рослин належить до дерев – 50 %, кущ – дерево – 13 %, дерево – кущ – 13 %, кущ – 19 %, ліана – 5 %. Серед наявних видів домінуючою групою є листопадні рослини, що становить 89%.

Найчисельніші за кількістю видів родини ранжуються у слідуєчому порядку: Rosaceae (27), Fagaceae (10), Juglandaceae (8), Sapindaceae (7), Cupressaceae (5), Pinaceae (5), Salicaceae (5), Leguminosae (5), Betulaceae (5), Oleaceae (4).

Такі родини як Ginkgoaceae, Taxaceae, Anacardiaceae, Annonaceae, Araliaceae, Buxaceae, Celastraceae, Elaeagnaceae, Lythraceae, Myrtaceae, Ranunculaceae, Schisandraceae, Simaroubaceae, Tamaricaceae, Paeoniaceae представлені одним видом рослин.

Варто зазначити, що видовий склад дендрофлори території відведеної під ботанічний сад до створення ботанічного саду не відрізнявся різноманітністю у порівнянні з іншими зеленими насадженнями міста та району. Проте, з часу заснування ботанічного саду його територія вперше презентована окремою групою субтропічних плодових культур що зростають у відкритому ґрунті, частина з них вирощуються як вкривні на зиму рослини. Це дало можливість представити флору ботанічного саду низкою нетипових для лісостепової зони України видів, а саме азиміна трилопатева (*Asimina triloba* L.) з родини анонові (Annonaceae DC.), гранатник зернястий (*Punica granatum* L.) з родини плакунові (Lythraceae J. St-Hil.), зизифус справжній (*Zizyphus jujuba* Mill.) з родини жостерові (Rhamnaceae R. Br.), інжир звичайний (*Ficus carica* L.) з родини шовковицеві (Moraceae Link), мигдаль звичайний (*Amygdalus communis* L.) з родини розові (Rosaceae Juss.), мушмула звичайна (*Mespilus germanica* L.) з родини розові (Rosaceae Juss.), хурма віргінська (*Diospyros virginiana* L.) з родини ебенові (Ebenaceae Guer.).

Попри наявності кліматичних ризиків, вирощування субтропічних плодових культур у лісостеповій зоні України є затребуваним, адже вище перелічені види вирізняються стійкістю проти ураження шкідниками і хворобами, що забезпечує одержання цінних плодів з високим вмістом біологічно активних речовин та вітамінів.

Подальші інтродукційні дослідження субтропічних видів сприятимуть їх акліматизації та поширенню як плодових та лікарських культур на територіях навчальних закладів, присадибних ділянках Полтавщини та інших регіонів лісостепової зони України.

Горіховий сад представлений такими видами як горіх волоський (*Juglans regia* L.), горіх чорний (*Juglans nigra* L.), горіх сірий (*Juglans cinerea* L.), горіх айлантолистий (*Juglans ailanthifolia* Carrière), горіх серцеподібний (*Juglans cordiformis* Wangenh.), горіх маньчжурський (*Juglans mandshurica* Maxim.), пекан звичайний (*Carya illinoensis* (Wangenh.) K.Koch), ліщина звичайна (*Corylus avellana* L.), ліщина деревоподібна (*Corylus colurna* L.), фундук (*Corylus maxima* Mill.), ксантоцерас горобинолистий (*Xanthoceras sorbifolium* Bunge).

З огляду глобальної стратегії збереження генофонду рослин особливого значення для ботанічного саду набуває культивування видів, занесених до Червоного списку Міжнародного союзу охорони природи (гінкго дволопатевий (*Ginkgo biloba* L.), метасеквойя гліптоспороїдна (*Metasequoia glyptostroboides* Hu & W. C. Cheng)), Червоної книги України (тис ягідний (*Taxus*

baccata L.), сосна кедрова Європейська (*Pinus cembra* L.)) та регіонально рідкісних видів (спірея звірбієлиста (*Spiraea hypericifolia* L.)).

Висновки

Природна дендрофлора території ботанічного саду формувалась протягом кількох століть. Аналізуючи в історичному аспекті зміни видового складу насаджень досліджуваної території варто зауважити, що з моменту заснування науково-дослідної природоохоронної установи кількість видів дендрофлори зросла на 68 відсотків, тобто більше ніж у двічі.

За короткий проміжок часу кількісні та якісні зміни дендрофлори території відведеної під ботанічний сад відбулись за рахунок створення ботанічних колекцій, насаджених зелених загорож території, а також нових видів ліан, деревних та кущових рослин вирощуваних у шкільках на розсадниках.

У порівнянні з даними 2011 року, а саме початком функціонування Хорольського ботанічного саду зросли такі його кількісні показники дендрофлори: видовий склад на 84 одиниці, кількість родів на 49, кількість родин на 19 одиниць, голонасінних рослин збільшилось на 14 видів.

1. *Байрак О. М.* Парки Полтавщини: історія створення, сучасний стан дендрофлори, шляхи збереження і розвитку / О. М. Байрак, В. М. Самородов, Т. В. Панасенко. — Полтава: Верстка, 2007. — 276 с.
2. *Жизнь растений*: В 6-ти т. Гл. ред. А. Л. Тахтаджян. Том 5. Часть 2. Цветковые растения // Под. ред. А. Л. Тахтаджяна — Москва: Просвещение, 1981. — 512 с.
3. *Жизнь растений*: В 6-ти т. Гл. ред. Ал. А. Федоров. Т. 5. Часть 1: Цветковые растения // Под. ред. А. Л. Тахтаджяна. — Москва: Просвещение, 1980. — 430 с.
4. *Жизнь растений*: В 6-ти т. Гл. ред. Ал. А. Федоров. Том 4. Мхи. Плауны. Хвощи. Папоротники. Голосеменные растения // Под ред. И. В. Грушевицкого и С. Г. Жилина — Москва: Просвещение, 1978. — 447 с.
5. *Інвентаризація* зелених насаджень в Україні. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.epl.org.ua/pravo/dostup-do-pravosuddja/konsultaciji/zeleni-nasadzhennja/inventarizacija-zelenikh-nasadzhen/>.
6. *Каталог* деревьев и кустарников ботанических садов Украинской ССР / Н. А. Кохно и др. — К.: Наук. думка, 1987. — 72 с.
7. *Кичилок О. В.* Інвентаризація садово-паркових об'єктів: методичні рекомендації до лабораторних робіт / О. В. Кичилок, А. І. Гетьманчук, В. П. Войтюк, В. В. Андрєєва. — Луцьк, 2016. — 52 с.
8. *Ковалевський С. Б.* Розроблення науково-обґрунтованих пропозицій щодо впливу урбогенного середовища на стан зелених насаджень та визначення рекомендованого асортименту витривалих порід в населених пунктах. Звіт про науково-дослідну роботу / С. Б. Ковалевський, М. О. Кухарська, В. В. Червоний. Українська корпорація «Укрзеленбуд». 2013 р. — 81 с.
9. *Концепція* Загальнодержавної програми збереження біорізноманіття на 2005-2025 роки: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 22.09.2004 р. № 675-р // Офіційний вісник України. — 2004. — № 38. — С.93. — Ст. 2524. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/675-2004-%D1%80>.
10. *Кохно М. А.* Дендрофлора України. Дикорослі та культивовані дерева й кущі. Голонасінні: Довідник / М. А. Кохно, В. І. Грдєнко, Г. С. Захаренко. — К.: Вища школа, 2001. — 207 с.
11. *Міжнародний* індекс наукових назв рослин (IPNI) (<http://www.ipni.org/index.html>).
12. *Офіційні* переліки регіонально рідкісних рослин адміністративних територій України (довідкове видання) / укл.: д.б.н. проф. Т. Л. Андрієнко, к.б.н. М. М. Перегрим. — К.: Альтерпрес, 2012. — С. 112 — 119.

В. В. Красовский, Т. В. Черняк, О. В. Зубенко

Хорольский ботанический сад

ИНВЕНТАРИЗАЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВИДОВДЕНДРОФЛОРЫ ХОРОЛЬСКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА

Приводятся результаты инвентаризационных исследований дендрофлоры Хорольского ботанического сада, ее распределение за видовым, родовым, семейственным составом и за жизненными формами. Состоянием на 01.01.2018 года учтено 123 вида растений, которые в систематическом отношении принадлежат к 36 семействам и 76 родам. За биоморфологической

структурой подавляющее большинство видов принадлежат к деревьям – 50 %, куст – дерево – 13 %, дерево – куст – 13 %, куст – 19 %, лиана – 5 %. Среди имеющихся видов доминирующей группой являются листопадные растения, что составляет 89%. Самые многочисленные за количеством видов семейства *Rosaceae* (27), *Fagaceae* (10), *Juglandaceae* (8), *Sapindaceae* (7). Такие семейства как *Ginkgoaceae*, *Taxaceae*, *Anacardiaceae*, *Annonaceae*, *Araliaceae*, *Buxaceae*, *Celastraceae*, *Elaeagnaceae*, *Lythraceae*, *Myrtaceae*, *Ranunculaceae*, *Schisandraceae*, *Simaroubaceae*, *Tamaricaceae*, *Paeoniaceae* представлены одним видом растений.

В сравнении с данными 2011 года, а именно началом функционирования Хорольского ботанического сада выросли такие его количественные показатели дендрофлоры: видовой состав на 84 единицы, количество родов на 49, количество семейств на 19 единиц, голосеменных растений увеличилось на 14 видов.

Ключевые слова: ботанический сад, дендрофлора, инвентаризация, вид, род, семейство, жизненная форма

V. V. Krasovsky, T. V. Chernyak, O. V. Zubenok
Khorol botanical garden, Ukraine

INVENTORY INVESTIGATIONS OF SPECIES` COMPOSITION OF DENDROFLORA IN KHOROL BOTANICAL GARDEN

Khorol botanical garden – is a newly created research nature conservation establishment (it was founded in 2009 p., it has begun its activity since 2011 p., it was officially opened in 2013 p.), it is situated in the Khorol borders and occupies 18 hectares.

Nowadays there is a collection of subtropical fruit crops, the crops of which are being growing in open soil, it was formed the collection of nut species and oaks and it was attracted the crops of ancient geological periods and the crops mentioned in the Bible to some collection planting. As a result it was created the research plot “The garden of subtropical fruit crops”, the expositional plot “Nut garden”, the thematic collections “Jurassic Park” and “Paradise Garden” та Райський сад, it was added some oak species to the oak grouping.

A lot of tree and bush species of plants are being growing by specialists on seedlings locating on the territory of Botanical garden and outside of it with a purpose of further developing of collection plantings.

The increasing quantity of wood and bush species of crops causes the inventory problem of species` composition of dendroflora in the botanical garden, the solving of which will give opportunity to estimate objectively its species composition of dendroflora in the botanical garden and realize the actions for further diversity.

The aim of inventory investigations is to find out taxonomic composition of dendroflora in the botanical garden.

The inventory investigations were naturally held during June and July by the observation method taking account common recommendations for inventory of green plantings.

As an inventory research plan it was used cartographic materials about modern state of the territory of botanical garden (M: 1:1000) where road-alley network, reservoirs and other elements of internal situation are applied for carrying out of accounting actions.

During field route examination it was estimated the species name of tree and bush crops and lianas according to morphological features by visual review of the crops by writing down the species name into a work-accounting book. The task was to clarify a species name of accounting tree-bush crops and lianas of nature flora and artificial plantings taking account their systematic.

During inventory investigations it was found out that before January 2018 the dendroflora of Khorol botanical garden contains 123 species crops, belonging to 36 families and 76 species in systematic proportion.

During inventory it was determined that the majority of species crops belongs to trees – 50 %, bush – tree – 13 %, tree – bush – 13 %, bush – 19 %, liana – 5 % according to bio morphological features. The leaf falling plants are 89%. They are dominate.

There is an order of the most numerous families: Rosaceae (27), Fagaceae (10), Juglandaceae (8), Sapindaceae (7), Cupressaceae (5), Pinaceae (5), Salicaceae (5), Leguminosae (5), Betulaceae (5), Oleaceae (4).

Such families as Ginkgoaceae, Taxaceae, Anacardiaceae, Annonaceae, Araliaceae, Buxaceae, Celastraceae, Elaeagnaceae, Lythraceae, Myrtaceae, Ranunculaceae, Schisandraceae, Simaroubaceae, Tamaricaceae, Paeoniaceae consist of only one crop species.

Comparing the dates of 2011, when Khorol botanical garden was founded, the quantitative indicators of dendroflora have increased: species composition to 84 taxons, genus quantity to 49, family quantity to 19, bare seed crops to 14 species.

Key words: botanical garden, dendroflora, inventory, species, genus, family, life form

Рекомендує до друку
М. М. Барна

Надійшла 11.01.2018

УДК 634.11:631.526.32.1:631.541.11

¹Н. М. КУЧЕР, ¹А. І. ОПАЛКО, ²В. В. ЗАМОРСЬКИЙ, ¹О. А. ОПАЛКО

¹Національний дендрологічний парк «Софіївка» НАН України
вул. Київська, 12а, Умань, Черкаська область, 20300

²Уманський національний університет садівництва
вул. Інститутська 1, Умань, Черкаська область, 20305

АНАТОМІЯ ПРИЩЕПНОГО АФІНІТЕТУ *PYRUS ELAEAGNIFOLIA* PALL. І *PYRUS USSURIENSIS* MAXIM. EX RUPR. НА *PYRUS COMMUNIS* L.

У статті обговорюється значення якості зрощування компонентів щеплення для подальшого росту і розвитку саджанця, продуктивності плодового чи привабливості декоративного дерева та проблеми, пов'язані з анатомо-фізіологічною несумісністю, що найчастіше спостерігаються при міжвидових щепленнях і проявляються у неповноцінному міжклітинному контакті, що перешкоджає доступу води і мінеральних речовин у верхню частину рослини — щепу, і асимілянтів — у напрямку до кореня підщепи. Характеризуються механізми тканинної сумісності/несумісності та чинники, що мають значення для успішності зрощування компонентів міжвидових щеплень, а також аналізуються можливі наслідки тканинної несумісності.

Досліджено сумісність зон меристематичної активності на анатомічному рівні у рослин видів *Pyrus* за щеплення методами простого копулірування і літнього окулірування. Визначено анатомічні особливості міжвидових щеплень *Pyrus* spp. та розглянуто потенційні можливості їхнього росту і розвитку.

Внаслідок порівняння повздовжніх перерізів щеп, виконаних через 11 місяців після окулірування і через 15 місяців після весняного копулірування, з'ясовано, що у контрольному варіанті *P. communis*/*P. communis* у місці щеплення способом копулірування залишки калюсу були суттєво більшими, ніж за літнього окулірування. Припускається, що у добре сумісних комбінуваннях за умови оптимального волого- і теплозабезпечення тканина калюсу може переходити в меристематичний стан. У комбінації щеплення *P. ussuriensis*/*P. communis* краще зрощення було при щепленні способом весняного копулірування, ніж при літньому окуліруванні, однак за обох способів щеплення якість зрощення при міжвидових щепленнях поступалася зрощенню у контрольній комбінації *P. communis*/*P. communis*. У варіанті *P. elaeagnifolia*/*P. communis* ділянки з шарами відмерлих захисних тканин були більшими в порівнянні з контрольним варіантом, а також з варіантом *P. ussuriensis*/*P. communis*. При цьому

в обох варіантах щеплення (літнього окулірування і простого копулірування) тканини прищепи *P. elaeagnifolia* були менш розвинені, ніж у підщепи.

Анатомічні дослідження місць зрощення компонентів щеплення за використання способу окулірування і копулірування засвідчили певну відмінність щодо зрощення елементів ксилеми. У контрольному варіанті *P. communis/P. communis* за використання окулірування елементи центральної ксилеми утворили ранову загальну деревину практично по всій довжині контакту, а за використання простого копулірування некротичні елементи формували чітку лінію розмежування, що може гальмувати транспорт води та поживних елементів. У варіантах *P. ussuriensis/P. communis* та *P. elaeagnifolia/P. communis* за простого копулірування спостерігали найбільш привабливу ситуацію: некротичні елементи не створювали стійкого суцільного бар'єру між компонентами щеплень.

Результати комплексної оцінки анатомічних особливостей зрощення підщепи і прищепи за міжвидових щеплень *Pyrus* spp. засвідчили переваги щеплення способом простого копулірування, за якого досягалося більш ефективне з'єднання компонентів щеплень у міжвидових варіантах *P. ussuriensis/P. communis* та *P. elaeagnifolia/P. communis*, ніж за літнього щеплення способом окулірування. Натомість якість зрощення *P. communis/P. communis* була кращою за щеплення способом окулірування.

Ключові слова: анатомо-фізіологічна несумісність, елементи центральної ксилеми, копулювання, меристематичний стан, некротичні елементи, окулірування, якість зрощення

Успішне зрощування і перезимівля щеп та подальший ріст і розвиток щепленого саджанця, а в наступному й продуктивність плодового чи привабливість декоративного дерева залежать від сумісності зон меристематичної активності [1, 2]. Проблеми, пов'язані з анатомо-фізіологічною несумісністю трапляються і при гомопластичних (внутрішньовидових), і при гетеропластичних (міжвидових) щепленнях, однак найчастіше виникають у останніх.

На анатомічному рівні несумісність зумовлюється порушенням цілісності васкулярних елементів, які перериваються шаром некротичних клітин у зоні контакту прищепи та підщепи. Фізіологічно неповноцінний міжклітинний контакт створює бар'єр, що перешкоджає доступу води і мінеральних речовин у верхню частину рослини — щепу, і асимілянтів — у напрямку до кореня підщепи. Несумісність може бути також наслідком порушення формування плазмодесм на ранній стадії розвитку щепи [3, 4]. Різниця в концентрації фенольних сполук і крохмалю, їх надлишок нижче і вище зони зрощення компонентів щеплення, так само як і пероксидаз, може бути біохімічним маркером несумісності між прищепою і підщепою [5]. Внаслідок несумісності прищепи та підщепи пригнічується ріст рослини, що часто стає причиною її загибелі. Підбір генетично і біохімічно схожих компонентів щеплення може мінімізувати проблеми несумісності [3, 4].

Однак спосіб, яким виконується щеплення також має суттєве значення, про що свідчать результати дослідження конкретних прищепно-підщепних комбінувань за прищепним афінітетом, тобто анатомічною, фізіологічною, біохімічною і генетичною сумісністю між прищепою і підщепою при їх зрощуванні, а також подальшим ростом і розвитком щеплених саджанців і дерев [6, 7], що зокрема залежать від сумісності передермальної, камбіальної та перемедулярної зон прищепи й підщепи [8]. Є свідчення про залежність фотосинтетичної активності від підщепи [9].

Щеплення, як і багато інших садівничих операцій, зокрема обрізування, різні способи вегетативного розмноження і пов'язане з ними утворення калусу, загоєння порізів, регенерація, розвиток додаткових коренів і бруньок, тощо, стають більш усвідомленими при розумінні структурних основ цих процесів [10, 11]. Відомо, що калусні тканини можуть рости без диференціювання, тобто калус може бути морфогенним і неморфогенним [12, 13], а при пошкодженні склеренхімного циліндра стебла дводольної рослини (внаслідок відрізування його з одного боку міжвузля) цілісність циліндра відновлюється за рахунок диференціювання склереїд усередині ранового калусу [14]. Розташування таких відновлених склереїд загалом буває схожим з розташуванням вихідної склеренхіми (переважно волокон) у непошкодженному стеблі [13].

Механізми тканинної несумісності при щепленні не є універсальними щодо всіх видів і щеплених комбінувань; насправді, прищепна несумісність може проявитися на будь-якому етапі формування щепи [15], навіть через багато років після щеплення [16]. Розрізняють транслокаційну несумісність, пов'язану з накопиченням крохмалю в області щеплення, дегенерацією флоєми або стисненням флоєми в місцях надмірного розростання та локалізовану несумісність, що характеризується камбіальними або судинними розривами у місці з'єднання. За транслокаційної несумісності проміжні (інтеркалярні) вставки неефективні щодо усунення несумісності підщепи і прищепи на відміну від локалізованої несумісності. Локалізована несумісність може бути подолана використанням взаємно сумісних інтеркалярів [17].

Фаб'єн Ермель з колегами [17] спостерігали різко виражений інтерфейс як стиковану поверхню у корі грушево-айвових щеплень. Вони припустили, що сепарація кори може поширюватись усередину, що в кінцевому підсумку призводитиме до відокремлення судинної тканини. Є повідомлення [18] про гірший транспорт радіоактивно-маркірованої дезоксиглюкози у певних комбінуваннях, що підтверджує зменшені зв'язки флоєми. Переривчасту флоєму та інші структурні розлади при щепленні, зокрема лігніфіковані, кругові або кільцеві меристеми, спостерігали й інші дослідники на різних зерняткових і кісточкових плодових рослинах при щепленні [17, 19–21].

Про анатомічні дослідження щеп щодо якості зрощування є й інші повідомлення [6, 7, 20, 22–26], однак у згаданих роботах гомопластичні і гетеропластичні щеплення аналізувалися без особливого акцентування на способах щеплення, хоча є й публікації стосовно анатомії поперечних перерізів щеплених різними способами компонентів у вишні [27].

Намагання з'ясувати відмінності щодо якості зрощення прищепи з підщепою за копулірування і окулірування спонукали до проведення анатомічних досліджень місця щеплення. Річ утім, що рух елементів живлення і води за існуючої технології окулірування відбувається лише вузьким каналом провідних елементів у нижній частині щеплення, в той час як у верхній частині утворюється непродуктивна зона захисної тканини. Це дає підстави сподіватись, що вдосконалення техніки окулірування (вирощування саджанців з шипом, детальний контроль за послабленням і зняттям обв'язки тощо) може сприяти кращому відновленню судинної провідності між підщепою і прищепою, а значить, якості зрощення.

Матеріал і методи досліджень

Анатомічні відміни прищепного афінітету *Pyrus communis* L., *P. elaeagnifolia* Pall. і *P. ussuriensis* Maxim. ex Rupr. за щеплення методами копулірування й окулірування досліджували на матеріалах колекції Національного дендрологічного парку «Софіївка» НАН України «Софіївка» у відділі генетики, селекції та репродуктивної біології рослин. Окулірування вічком у Т-подібний розріз виконували у третій декаді серпня, а щеплення способом копулірування — у другій декаді квітня на дослідній ділянці відділу за загальноприйнятими методиками [28–30]. Анатомічну будову у відібраних зразках вивчали за допомогою мікроскопу „Біолам” С1У4.2, на повздовжніх зрізах, виконаних мікротомом МЗ-1 з пристосуванням ТОС-2. Зображення зрізів фіксували на комп'ютері з допомогою відеоприставки “Philips ToUcam camera” та спеціальної системи для мікроскопії й аналізу “Image Scope Lite”.

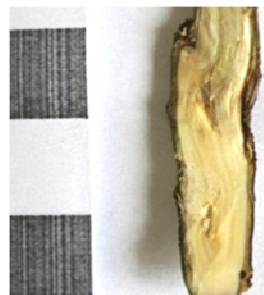
Результати досліджень та їх обговорення

Аналіз отриманих даних щодо анатомічної будови повздовжніх перерізів щеп через 11 місяців після окулірування і через 15 місяців після весняного копулірування засвідчив, що залишки калюсу у місці щеплення у контрольному комбінуванні *P. communis*/*P. communis* виконаному способом копулірування були суттєво більшими, ніж за літнього окулірування. Відомо, що калюс має відносно товсті клітинні оболонки і не належить до меристематичних тканин, однак за певних умов тканина калюсу може переходити в меристематичний стан [6]. Можна припускати, що в умовах оптимального волого- і теплозабезпечення у добре сумісних комбінуваннях такий перехід відбувається краще.

У комбінації щеплення *P. ussuriensis*/*P. communis* краще зрощення було при щепленні способом весняного копулірування, ніж при літньому окуліруванні, однак якість зрощення за обох способів була гіршою, ніж у контрольній комбінації *P. communis*/*P. communis* (рисунок).



просте копулірування



окулірування

P. communis/*P. communis*



просте копулірування



окулірування

P. ussuriensis/*P. communis*



просте копулірування



окулірування

P. elaeagnifolia/*P. communis*

Рис. Повздовжній розріз ділянок зрощення щеплених способами простого копулірування та окулірування *Pyrus* spp. (2014 р.)

У варіанті простого копулірування *P. ussuriensis*/*P. communis* на зрізі можна бачити лише невеличку ділянку в ксилемі, де видно шар захисних тканин, натомість при літньому окуліруванні такі ділянки виражені більш чітко. Захисна тканина, що зазвичай виникає в місці поранення поряд з калюсом, складається з відмерлих клітин і здебільшого може залишатися без значних структурних змін на весь час існування щепленої рослини. При цьому такі захисні тканини не є місцем зрощення підщепи з прищепою.

У варіанті *P. elaeagnifolia*/*P. communis* ділянки з шарами відмерлих захисних тканин були ще більшими в порівнянні з попередніми варіантами. При цьому в обох випадках тканини прищепи *P. elaeagnifolia* були менш розвинені, ніж у підщепи, а у варіанті простого

копулірування можна бачити відмерлі тканини у вигляді сидельця. Шари захисних тканин у варіанті літнього окулірування займали більшу частину ділянки і виражені більш чітко.

Анатомічними дослідженнями місць зрощення компонентів щеплення також виявлено певні відмінності щодо зрощення елементів ксилеми, які забезпечують рух пасоки. Так, за використання окулірування у контрольному варіанті *P. communis/P. communis* елементи центральної ксилеми утворили раневу загальну деревину, що виконує роль заболони (в понятті забезпечення транспорту води і поживних речовин) практично по всій довжині щеплення. Відмерлі елементи деревини, особливо на лінії стикання компонентів підщепи і прищепи, зафіксовані лише поодинокі та розміщені краплино в місці переходу підщепи в прищепу.

Натомість за використання простого копулірування у контрольній комбінації *P. communis/P. communis* формувалась чітка лінія розмежування з некротичних елементів, що може утруднювати транспорт води та поживних елементів для росту рослин. Схожу картину спостерігали і у комбінуваннях щеплення *P. ussuriensis/P. communis* та *P. elaeagnifolia/P. communis*. Слід зазначити, що за простого копулірування у згаданих комбінуваннях спостерігали найбільш привабливу ситуацію: некротичні елементи не створювали стійкого суцільного бар'єру між елементами щеплень.

Результати дослідження особливостей зрощення компонентів у гомо- і гетеропластичних щепленнях також засвідчили відмінності щодо функціонування камбію в залежності від таксономічної близькості компонентів щеплення. Так, у варіантах простого копулірування та окулірування в контрольній комбінації *P. communis/P. communis* спостерігали суттєву взаємодію камбіальних компонентів. Натомість у гетеропластичних комбінуваннях щеплення *P. ussuriensis/P. communis* та *P. elaeagnifolia/P. communis* відбувалося самостійне функціонування компонентів камбію, схоже на описане О.Д. Чижом з колегами [31], які з'ясували, що під час наступних вегетацій у таких щеп'єднаннях камбію підщепи й прищепи постійно порушується, як і цілісність зрощення елементів кори й деревини. При цьому деревина набувала невластивої щепленим видам рослин секторіальної будови, а в деяких комбінуваннях у зонах контакту компонентів щеплення спостерігали деструкцію елементів деревини.

Висновки

Отже, результати комплексної оцінки анатомічних особливостей зрощення підщепи і прищепи за міжвидових щеплень *Pyrus* spp. засвідчили переваги щеплення способом простого копулірування, за якого досягалося більш ефективне з'єднання компонентів щеплення у міжвидових варіантах *P. ussuriensis/P. communis* та *P. elaeagnifolia/P. communis*, ніж за літнього щеплення способом окулірування. Натомість якість зрощення *P. communis/P. communis* була кращою за щеплення способом окулірування.

1. Кренке Н.П. Хирургия растений (травматология) / Н.П. Кренке. — М.: Новая деревня, 1928. — 657 с.
2. Hartman H.T. Plant Propagation: Principles and Practices / Hudson Th. Hartmann, Dale E. Kester, Fred T. Davies junior, Robert L. Geneve. [6th ed.]. — N.J.: Prentice-Hall, 1997. — 770 p.
3. Дарикова Ю.А. Структура годичных колец прививок кедровых сосен как отражение взаимодействия привоя и подвоя / Ю.А. Дарикова, Е.А. Ваганов, Г.В. Кузнецова, А.М. Грачев // Журнал СФУ. Биология. — 2014. — Т. 7, № 4. — С. 411—426.
4. Darikova J.A. Grafts of woody plants and the problem of incompatibility between scion and rootstock (a review) / Julia A. Darikova, Yulia V. Savva, Eugene A. Vaganov, Alexi M. Grachev and Galina V. Kuznetsova // Journal of Siberian Federal University. Biology. — 2011. — Vol. 4, № 1. — P. 54—63.
5. Hudina, M. The phenolic content and its involvement in the graft incompatibility process of various pear rootstocks (*Pyrus communis* L.) / Metka Hudina, Primož Orazem, Jerneja Jakopic and Franci Stampar // Journal of plant physiology. — 2014. — Vol. 171, № 5. — P. 76—84.
6. Заморський В.В. Особливості анатомічної будови щеплених саджанців як фактора формування потенційної продуктивності яблуні / В.В. Заморський, В. М. Найченко // Агробіологія. — 2012. — Вип. 9. — С. 90—96.
7. Zamorskyi V.V. The study of the anatomical structure of apple-tree tissues and apple fruits (*Malus* Mill.) / Volodymyr V. Zamorskyi and Anatoly I. Opalko // Ecological consequences of increasing crop

- productivity: plant breeding and biotic diversity / [Eds. Anatoly I. Opalko et al.]. Toronto; New Jersey: Apple Academic Press, 2015. — Ch. 14. — P. 127—139.
8. *Спивак В.А.* Влияние подвоя на рост и развитие побеговой части однолетних саженцев груши / В.А. Спивак, Н.А. Спивак, А.П. Грабенко // Бюллетень Ботанического сада Саратовского государственного университета. — 2015. — № 13. — С. 206—212.
 9. *Bosa K.* Photosynthetic productivity of pear trees grown on different rootstocks / Karolina Bosa, E. Jadczyk-Tobjasz and Hazem Mohamed Kalaji // *Annali di Botanica*. — 2016. — Vol. 6. — P. 69—75. — DOI: 10.4462/annbotrm-13172.
 10. *Mudge, K.* A history of grafting / Ken Mudge, Jules Janick, Steven Scofield and Eliezer E. Goldschmidt // *Horticultural reviews*. — 2009. — Vol. 35, Ch. 9. — P. 437—493.
 11. *Mudge K.W.* Grafting: Theory and Practice / Kenneth W. Mudge // *Plant Propagation Concepts and Laboratory Exercises* / [Eds. Caula A. Beyl and Robert N. Trigiano]. — Boca Raton: CRC Press, 2015. — Ch. 25. — P. 301—321.
 12. *Александров В.Г.* Анатомия растений / В.Г. Александров. — М.: Высшая школа, 1966. — 431 с.
 13. *Evert R.F.* Sclerenchyma / Ray F. Evert // *Esau's plant anatomy: Meristems, cells, and tissues of the plant body: Their structure, function, and development.* / [3th ed.]. — Hoboken: John Wiley & Sons, 2006. — Ch. 8. — P. 191—209.
 14. *Warren W.J.* Regeneration of sclerenchyma in wounded dicotyledon stems / Wilson J. Warren, S.J. Dircks and R.I. Grange // *Annals of botany*. — 1983. — Vol. 52, № 3. — P. 295—303.
 15. *Moore R.* Physiological aspects of graft formation / Randy Moore // *Vegetative compatibility responses in plants* / [Ed.: Randy Moore]. — Waco: Baylor University Press, 1983. — P. 89—105.
 16. *Herrero J.* Studies of compatible and incompatible graft combinations with special reference to hardy fruit trees / J. Herrero // *Journal of Horticultural Science*. — 1951. — Vol. 26. — P. 186—237.
 17. *Ermel F.F.* Localized graft incompatibility in pear/quince (*Pyrus communis/Cydonia oblonga*) combinations: multivariate analysis of histological data from 5-month-old grafts / Fabienne F. Ermel, J. Kervella, A.M. Catesson and J.L. Poëssel // *Tree physiology*. — 1999. — Vol. 19, № 10. — P. 645—654.
 18. *Moing A.* Growth and the composition and transport of carbohydrate in compatible and incompatible peach/plum grafts / A. Moing, G. Salesses and P.H. Saglio // *Tree Physiology (Oxford Academic)*. — 1987. — Vol. 3, № 4. — P. 345—354.
 19. *Adams S.W.* The effects of rootstock, scion, grafting method and plant growth regulators on flexural strength and hydraulic resistance of apple: Thesis for the degree of Master of Science in Plant science presented and submitted to Utah State University on 9-2016 / Stuart W. Adams. — Logan, 2016. — 172 p.
 20. *Soumelidou K.* The anatomy of the developing bud union and its relationship to dwarfing in apple / Katerina Soumelidou, N.H. Battey, P. John and J.R. Barnett // *Annals of Botany*. — 1994. — Vol. 74, № 6. — P. 605—611.
 21. *Zarrouk O.* Changes in cell/tissue organization and peroxidase activity as markers for early detection of graft incompatibility in peach/plum combinations / Olfa Zarrouk, Pilar S. Testillano, María Carmen Risueño, María Ángeles Moreno and Yolanda Gogorcena // *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 2010. Vol. 135, № 1. P. 9—17.
 22. *Atkinson C.J.* Root and stem hydraulic conductivity as determinants of growth potential in grafted trees of apple (*Malus pumila* Mill.) / C.J. Atkinson, M.A. Else L. Taylor and C.J. Dover // *Journal of Experimental Botany*. — 2003. — Vol. 54, № 385. — P. 1221—1229.
 23. *Atkinson C.J.* The rootstock graft union: a contribution to the hydraulics of the worked fruit tree / C.J. Atkinson, M.A. Else L. Taylor and A.D. Webster // *Acta Horticulturae (ISHS)*. — 2001. — Vol. 557, № 14. — P. 117—122.
 24. *Atkinson C.* A Questioning life: The hows and whys in the application of plant science: [Monograph] (Technical report an inaugural professorial lecture delivered at the University of Greenwich, Wednesday, 28th June, 2017) / Christopher J Atkinson. — London: University of Greenwich, 2017. — 78 p.
 25. *Jones O.P.* Endogenous growth regulators and rootstock/scion interactions in apple and cherry trees / O.P. Jones // *Acta Horticulturae (ISHS)*. — 1986. — Vol. 179, № 18. — P. 177—184. — DOI: 10.17660/ActaHortic.1986.179.18.
 26. *Soumelidou K.* Auxin transport capacity in relation to the dwarfing effect of apple / K. Soumelidou, D.A. Morris, N.H. Battey, J.R. Barnett and P. John // *Journal of Horticultural Science*. 1994. — Vol. 69, № 4. — P. 719—725. — DOI: 10.1080/14620316.1994.11516505.
 27. *Шарафутдинов Х.В.* Анатомические особенности срастания привитых компонентов у вишни / Х.В. Шарафутдинов // *Известия Тимирязевской с.-х. академии*. — 2013. — № 4. — С. 48—65.
 28. *Куян В.Г.* Плодівництво / В.Г. Куян. — К.: Аграрна наука, 1998. — 472 с.
 29. *Hartmann H.T.* Techniques of budding / Hudson T. Hartmann, Dale E. Kester, Fred T. Davies and Robert Geneve // *Hartmann & Kester's Plant Propagation: Principles and Practices* [8th ed.]. — Pearson Education, Limited, 2013. — P. 483—506.

30. *Hartmann H.T.* Techniques of Grafting / Hudson T. Hartmann, Dale E. Kester, Fred T. Davies and Robert Geneve // *Hartmann & Kester's Plant Propagation: Principles and Practices* [8th ed.]. — Pearson Education, Limited, 2013. — P. 509—557.
31. *Чиж О.Д.* Агробіологічні основи вирощування саджанців плодкових культур / О.Д. Чиж, В.І. Власов, В.В. Фільов. — К.: Преса України, 2010. — 112 с.

Н. Н. Кучер, А. И. Опалко, В. В. Заморский, О. А. Опалко

Национальный дендрологический парк «Софиевка» НАН Украины
Уманский национальный университет садоводства

АНАТОМИЯ ПРИВИВОЧНОГО АФФИНИТЕТА *PYRUS ELAEAGNIFOLIA* PALL. И *PYRUS USSURIENSIS* MAXIM. EX RUPR. НА *PYRUS COMMUNIS* L.

В статье обсуждается значение качества сращивания компонентов прививки для дальнейшего роста и развития саженца, продуктивности плодового или привлекательности декоративного дерева и проблемы, связанные с анатомо-физиологической несовместимостью, которые чаще всего наблюдаются при межвидовых прививках и проявляются в неполноценном межклеточном контакте, что препятствует доступу воды и минеральных веществ в верхнюю часть растения — привой, и ассимилянтов — по направлению к корню подвоя. Характеризуются механизмы тканевой совместимости/несовместимости и факторы, имеющие значение для успешности сращивания компонентов межвидовых прививок, а также анализируются возможные последствия тканевой несовместимости.

Исследована совместимость зон меристематической активности на анатомическом уровне у растений видов *Pyrus* при прививке методами простой копулировки и летней окулировки. Определены анатомические особенности межвидовых прививок *Pyrus* spp. и рассмотрены потенциальные возможности их роста и развития.

В результате сравнения продольных сечений привитых растений, сделанных через 11 месяцев после окулировки и через 15 месяцев после весенней копулировки, установлено, что в контрольной комбинации *P. communis/P. communis* остатки каллуса в месте прививки способом копулировки были существенно большими, чем при летней окулировке. Предполагается, что в хорошо совместимых комбинациях при оптимальном влаго- и теплообеспечении ткань каллуса может переходить в меристематическое состояние. В комбинации *P. ussuriensis/P. communis* лучшее срастание было при прививке способом весенней копулировки, чем при летней окулировке, однако при обоих способах прививки качество срастания при межвидовых прививках было хуже по сравнению с контрольной комбинацией *P. communis/P. communis*. В варианте *P. elaeagnifolia/P. communis* участки со слоями отмерших защитных тканей были большими по сравнению с контрольной комбинацией, а также с *P. ussuriensis/P. communis*. При этом в обоих вариантах прививки (летней окулировки и простой копулировки) ткани привоя *P. elaeagnifolia* были менее развиты, чем ткани подвоя.

Анатомические исследования мест сращивания компонентов прививки при использовании способа окулировки и копулировки показали определённые отличия в срастании элементов ксилемы. В контрольном варианте *P. communis/P. communis* при использовании окулировки элементы центральной ксилемы образовывали раневую общую древесину практически по всей длине контакта, а при использовании простой копулировки некротические элементы формировали четкую линию разграничения, что может препятствовать транспорту воды и питательных элементов. В вариантах *P. ussuriensis/P. communis* и *P. elaeagnifolia/P. communis* при простой копулировке наблюдали наиболее привлекательную ситуацию: некротические элементы не создавали устойчивого сплошного барьера между компонентами прививок.

Результаты комплексной оценки анатомических особенностей сращивания подвоя и привоя при межвидовых прививках *Pyrus* spp. показали преимущества прививки способом простой копулировки, при котором достигалось более эффективное соединение компонентов прививок в межвидовых комбинациях *P. ussuriensis/P. communis* и *P. elaeagnifolia/P. communis*, чем при летней прививке способом окулировки. Зато качество срастания *P. communis/P. communis* было лучшим при прививке способом окулировки.

Ключевые слова: анатомо-физиологическая несовместимость, элементы центральной ксилемы, копулировка, меристематическое состояние, некротические элементы, окулировка, качество срачивания

N. M. Kucher, A. I. Opalko, V. V. Zamorskyi, O. A. Opalko
National dendrological park «Sofiyivka» of NAS of Ukraine, Ukraine
Uman National University of Horticulture, Ukraine

ANATOMY OF GRAFTED AFFINITY OF *PYRUS ELAEAGNIFOLIA* PALL. AND *PYRUS USSURIENSIS* MAXIM. EX RUPR. TO *PYRUS COMMUNIS* L.

The importance of fusion quality of grafting components for further growth and development of a seedling, productivity of a fruit tree and attractiveness of an ornamental one and the problems connected with anatomical-physiological incompatibility, which occur most often in interspecific grafting and are seen in an inadequate inter-cellular contact that prevents water and mineral substances from coming to the upper part of a plant — a graft, and assimilates — towards rootstock root, is discussed in the paper. The mechanisms of tissue compatibility/incompatibility and the factors which are important for a successful fusion of interspecific grafting components are characterized; potential consequences of tissue incompatibility are analyzed.

The compatibility of meristematic activity zones on an anatomical level in the plants of *Pyrus* species, when grafting was done by simple copulation and summer budding, was studied. Anatomical peculiarities of interspecific grafting of *Pyrus* spp. were identified, their potential of growth and development was considered.

As a result of the comparison of longitudinal sections of grafts, done 11 months after budding and 15 months after spring copulation, it was found out that in the control variant *P. communis/P. communis* in a grafting area by copulation method, the remains of callus were much larger than when summer budding was done. It is supposed that in compatible combinations under optimal moisture and heat, callus tissue can change into meristematic state. In grafting combination *P. ussuriensis/P. communis* better fusion was recorded under spring copulation compared with summer budding; however under both ways of grafting, fusion quality under interspecific grafting was not as good as that in the control combination *P. communis/P. communis*. In *P. elaeagnifolia/P. communis* variant the areas with dead protective layers were larger as compared with the control variant and *P. ussuriensis/P. communis* variant. And in both grafting variants (summer budding and simple copulation) *P. elaeagnifolia* graft tissues were less developed than those of rootstock.

Anatomical studies of fusion areas of grafting components, when budding and copulation are used, confirm certain difference as to the fusion of xylem elements. In the control variant *P. communis/P. communis* with budding, central xylem elements formed wounded general wood along a contact line, whereas with simple copulation necrotic elements formed a distinct separation line, which in turn could hinder the movement of water and nutrients. In the variant *P. ussuriensis/P. communis* and *P. elaeagnifolia/P. communis* under simple copulation a favorable situation was observed: necrotic elements did not create a stable integrate barrier between grafting components.

The results of complex estimation of anatomical peculiarities of graft-rootstock fusion with interspecific grafting of *Pyrus* spp. proved the advantages of simple copulation, when more productive fusion of grafting components in interspecific variants *P. ussuriensis/P. communis* and *P. elaeagnifolia/P. communis* occurred than under summer grafting by budding method. Instead, fusion quality of *P. communis/P. communis* was better under budding method.

Key words: anatomical-physiological incompatibility, elements of central xylem, copulation, meristematic condition, necrotic elements, budding, fusion quality

УДК 582. 475. 2

Н. І. ЦИЦЮРА, А. С. ІВАНЮК

Кременецька обласна гуманітарно-педагогічна академія імені Тараса Шевченка
вул. Лицейна, 1, Кременець, Тернопільська обл., 47000

ІНТРОДУКОВАНІ ВИДИ ТА ФОРМИ РОДУ *JUNIPERUS* L. У КОНІФЕРЕТУМАХ БОТАНІЧНИХ САДІВ УКРАЇНИ

Наведено перелік видів та форм роду *Juniperus*, які ростуть у коніферетумах ботанічних садів лісостепової зони України. Дано біолого-екологічну характеристику 19 видів та морфологічну характеристику 37 форм роду *Juniperus*. Проведено класифікацію видів та форм за їх зовнішнім виглядом (габітусом). Подано рекомендації до використання представників роду *Juniperus* у різних категоріях зелених насаджень.

Ключові слова: лісостепова зона України, ботанічний сад, рід *Juniperus*, габітус, інтродукція

Вступ. Науково обґрунтованою інтродукцією займаються ботанічні сади, завдяки яким накопичено значне видове та формове різноманіття деревно-чагарникових рослин. Впровадження нових видів диктується тим, що вони мають бути корисними людині на новому місці та підвищувати її добробут.

До таких перспективних інтродуцентів відносяться види та форми роду *Juniperus*, які успішно застосовуються у зеленому будівництві у багатьох країнах Європи. В Україні багато з них попередньо випробувані у колекціях ботанічних садів, де виявилися стійкими до несприятливих факторів навколишнього середовища, а також цінними високодекоративними рослинами. Отож, виникла необхідність проведення інвентаризації роду *Juniperus* задля виявлення його сучасного складу, визначення перспектив розвитку та шляхів використання.

Матеріал і методи досліджень

Для встановлення таксономічного складу та здійснення класифікації роду *Juniperus* проведено експедиційні дослідження у 10 ботанічних садах лісостепової зони України. Опрацьовано каталоги та результати досліджень вчених, котрі займалися вивченням досліджуваного роду [1-3,5,7-10].

Видовий та формовий склад характеризували, використовуючи класифікацію Г. Крюссмана [6], в основу якої покладено габітус рослини, а саме: А. Форма пряма, середньої потужності, широка до кеглеподібної; Б. Форма вузькокеглеподібна до колоноподібної; В. Форма розлога без чітко вираженого центрального пагона; Г. Чагарник зазвичай низькорослий.

За річним приростом пагонів визначали швидкість росту, виділивши три групи: повільнорослі (до 10 см), помірнорослі (10-20 см), швидкорослі (більше 20 см).

Враховуючи габітус та швидкість росту, визначали можливість використання досліджуваних таксонів у таких категоріях зелених насаджень як солітери, групи, алеї, живі стіни та боскети, кам'янисті гірки, ґрунтопокривні, садові вази, садові композиції, фігурні вироби, клумби.

Результати досліджень та їх обговорення

Рід Ялівець (*Juniperus*) належить до родини Кипарисові (*Cupressaceae*) порядку Кипарисові (*Cupressales*) класу Хвойні (*Pinopsida*) відділу Голонасінні (*Pinophyta*). Це один із найчисельніших за видовим складом рід родини *Cupressaceae*. У світовій флорі налічується близько 70 видів [4]. У коніферетумах ботанічних садів лісостепової зони України культивують 19 видів, 8 з яких включають 37 форм (див. табл.).

Таксономічний склад роду *Juniperus* у коніферетумах ботанічних садів

Вид	Форма	Габітус *	Швидкість росту **	Місце- знаходження ***	Рекомендована категорія насадження ****
<i>Juniperus chinensis</i> L.		A	ср	3, 5	I, II
	`Ketelerii`	Б	ср	10	I, II, III, IV
	`Old Gold`	Г	пр	4, 6, 10	II, V
	`Pfitzeriana`	В	шр	1, 6, 10	II, IV
	`Pfitzeriana Aurea`	В	шр	10	II, IV
	`Pfitzeriana Glauca`	В	шр	6, 10	II, III, IV
	`Stricta`	Б	пр	4	II, IV, VIII
	`Variegata`	Б	пр	4	I, II, V, VIII
<i>Juniperus communis</i> L.		A	пр	2, 3, 4, 9	II, IV
	`Depressa`	Г	ср	10	II, VI, VIII
	`Hibernica`	Б	ср	1, 2, 5, 6, 7, 9	I, III, V, IX
	`Repanda`	Г	ср	8, 10	V, VI, X
	`Suecica`	Б	шр	1	I, III, V, IX
<i>Juniperus davurica</i> Pall.		Г	пр	4	V, VI
<i>Juniperus excelsa</i> M. Bieb.		В	пр	5	II, III
<i>Juniperus foetidissima</i> Willd.		A	пр	5	I, III, IV
<i>Juniperus horizontalis</i> Moench		Г	ср	3, 9	V, VI, VIII
	`Andorra Compacta`	Г	пр	10	V, VI, VIII
	`Blue Chip`	Г	пр	5, 6, 8	V, VI, VIII, X
	`Blue Moon`	Г	шр	10	V, VI, VIII, X
	`Glauca`	Г	ср	3, 4, 9, 6	V, VI, VIII, X
	`Var. Harbour`	Г	шр	4	V, VI
	`Wiltonii`	Г	шр	10	V, VI
<i>Juniperus x media</i> P.J.Melle	`Pfitzeriana`	В	ср	8	II, V, VIII
	`Pfitzeriana Glauca`	В	ср	6	II, V, VIII
	`Gold Star`	Г	ср	4	V, VI, VIII
<i>Juniperus oblonga</i> Lamb.		A	пр	5	II, VIII
<i>Juniperus occidentalis</i> L.		В	пр	5	II, VIII
<i>Juniperus procumbens</i> Sieb.		Г	пр	4	V, VI, X
<i>Juniperus pseudosabina</i> Fisch. et Mey.		Г	пр	5	V, VI
<i>Juniperus sabina</i> L.		В	пр	2-4, 6, 7, 9	II, V, VI
	`Cupressifolia`	Г	пр	3	V, VI
	`Erecta`	A		10	II, IV
	`Fastigiata`	Б	ср	6	I, II, III
	`Nana`	Г	пр	6	V, VI, VII
	`Rockery Gem`	Г	шр	6	II, V, VI
	`Tamarisci-folia`	Г	пр	1- 4, 8, 9	V, VI
	`Variegata`	Г	пр	1- 6, 9	V, VI, X
<i>Juniperus sargentii</i> (Henry) Takeda ex Koidz.		Г	ср	3, 5	V, VI, X
<i>Juniperus scopulorum</i> Sarg.	`Blue Arrow`	Б	пр	4, 7	I, II, III, IX
<i>Juniperus semiglobosa</i> Regel.		A	пр	9	II, III
<i>Juniperus seravschanica</i> Kom.		В	пр	3	I, II, III, VIII

БОТАНІКА

продовження таблиці					
<i>Juniperus sibirica</i> Burgsd.		Г	пр	3	V, VI
<i>Juniperus squamata</i> Lamb.		Г	ср	3, 6	V, VI, VII
	`Blue Carpet`	Г	шр	10	V, VII, VIII
	`Blue Star`	Г	пр	6	V, VI, VII, X
	`Hunnetorp`	Г	ср	4	I, II, V
	`Meyeri`	В	ср	8, 10	I, II, VIII
<i>Juniperus virginiana</i> L.		А	ср	3, 8, 5, 9	I, II, III, VIII
	`Grey Owl`	В	ср	6, 10	I, II, VIII
	`Helle`	Г	ср	4	V, VI
	`Pyramidalis Glauca`	Б	ср	6, 10	I, III, IX
	`Skyrocket`	Б	шр	4, 6	I, IV
	`Venusta`	Б	ср	5	I, II, VIII

Примітка.

* – А. Форма пряма, середньої потужності, широка до кеглеподібної; Б. Форма вузькокеглеподібна до колоноподібної; В. Форма розлога без чітко вираженого центрального пагона; Г. Чагарник зазвичай низькорослий.

** – пр – повільнорослий (до 10 см), ср – середньорослий (10-20 см), шр – швидкорослий (більше 20 см).

*** – ботанічні сади:

- Прикарпатського національного університету ім. Василя Стефаника,
- Львівського національного медичного університету ім. Данила Галицького,
- Львівського національного університету ім. Івана Франка,
- Кременецький ботанічний сад,
- Подільського державного аграрно-технічного університету,
- Хмельницького національного університету,
- Вінницького державного аграрного університету,
- Черкаського національного університету ім. Б. Хмельницького,
- Полтавського національного університету ім. В. Г. Короленка,
- Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича.

**** – I - солітери, II - групи, III - алейні насадження, IV - живі стіни та боскети, V - кам'янисті гірки, VI - ґрунтопокривні, VII - садові вази, VIII - садові композиції, IX - фігурні вироби, X - клумби.

J. chinensis (Я. китайський) – ширококеглевидний кущ. Кора стовбура бура, гілок – світло-коричнева. Пагони зелені, округлі. Голчасті листки кільчасті (по 3), видовжено-ланцетні, загострені, відхилені від пагона, блискучі. Лускоподібні листки загостренояцеподібні, притиснуті, із загнутою всередину верхівкою, зі смоляною залозкою на спинці [4,11]. Маловимогливий до родючості ґрунту, вимогливий до вологи, геліофіт, газостійкий, у суворі зими частково обмерзають однорічні пагони. У коніферетумах ботанічних садів ростуть такі форми. `*Ketelerii*` (Кетелері) – вузькокеглеподібне дерево із щільною кроною. Пагони припідняті, короткі, тонкі. Хвоя лускоподібна, дуже гостра, світло-зелена з блакитним нальотом. `*Old Gold*` (Старовинне Золото) – розпростертий невисокий кущ. Мутація `*Pfitzeriana Aurea*`. Хвоя диморфна з яскравим зеленувато-жовтим, а взимку бурожовтим забарвленням. `*Pfitzeriana*` (Пфітцера) – чагарник із широкою, розлогою кроною. Кінці молодих пагонів красиво звисають, з віком піднімаються. Хвоя диморфна. На молодих і нижніх старих гілках – голчаста, зверху з блакитними смужками, сильно загострена, на верхніх гілках – лускоподібна, світло-зелена. `*Pfitzeriana Aurea*` (Пфітцера Золотистий) – габітус аналогічний `*Pfitzeriana*`. Молоді пагони жовті, влітку поступово зеленіють, взимку жовто-зелені. `*Pfitzeriana Glauca*` (Пфітцера Сизий) – форма, як у `*Pfitzeriana*`, але більш розлога. Хвоя голчаста, сильно загострена та колюча, від сріблясто-сірої до сріблясто-зеленої, взимку з легким пурпурово-блакитним нальотом. `*Stricta*` (Щільна) – вузькокеглеподібний

гостровершинний кущ з гіллястою, щільною кроною. Пагони рівномірно розміщені, прямі, короткі, ростуть вертикально. Хвоя голчаста, зверху блакитно-зелена, знизу ніби покрита інеем, взимку блакитно-сталевого відтінку. *'Variegata'* (‘Строкатолиста’) – кущ із щільною, ширококеглевидною кроною. Пагони жорсткі, короткі. Хвоя на молодих зелених пагонах лускоподібна зелено-блакитного кольору. Характерною рисою є виступаючі пагони із хвою жовто-кремового забарвлення.

J. communis (Я. звичайний) – невисоке дерево з конусоподібною формою крони. Рослина дводомна. Жіночі особини компактні, вузькі, чоловічі – пухнастіші, інколи зі звисаючими кінцями гілок. Кора сірувато-бура, поздовжньо злущується, гілочки – цегляно-брунатні. Хвоя голчаста, блискуча, жорстка, розміщена на пагонах кільчасто (по 3). Шишкоягоди кулясті, ледь приплюснуті, з сизуватим восковим нальотом, на верхівці з білуватим трикутником [4,11]. Маловимогливий до родючості ґрунту та вологи, факультативний геліофіт, газостійкий, зимостійкий. У коніферетумах ботанічних садів ростуть такі форми. *'Depressa'* (‘Пригнічений’) – невисокий розлогий кущ. Довгі товсті пагони припідняті, розташовані рівномірно по колу, формуючи правильну симетричну крону. Хвоя голчаста, коротка, гостра. *'Hibernica'* (‘Ірландський’) – дерево з колоноподібною, вузькою, дуже густою кроною. Гілки висхідні, чітко спрямовані догори. Хвоя коротка, гостра, але не колюча, зелено-блакитного забарвлення. *'Repanda'* (‘Репанда’) – низький, розпростертий кущ із щільними, тонкими, коричневими гілками, які рівномірно відходять по колу. Хвоя неколюча, сріблясто-зелена. *'Suecica'* (‘Шведська’) – широка колоновидна багатостовбурна форма. Пагони прямі, кінці яких злегка звисають. Хвоя голчаста, колюча, блакитно-сіро-зелена.

J. davurica (Я. даурський) – сланкий кущ, гілки якого злегка припідняті. Крона подушкоподібна, густа. Кора попелясто-сіра, вкрита лусками. На верхівці пагонів хвоя лускоподібна, тупа чи дещо загострена, щільно притиснута до пагонів, нижче – голчаста, не колюча, відхилена від пагонів, зверху з широкою білою смугою, розділеною до середини тонкою зеленою жилкою. Взимку листки і пагони буріють. Маловимогливий до родючості ґрунту та вологи, геліофіт, газостійкий, зимостійкий.

J. excelsa (Я. високий) – однодомне дерево з округлою кроною. Кора сіро-коричнева, злущується смужками. Молоді пагони округлі, зігнуті дугою. Лускоподібна хвоя ромбічна, на спинці із смоляною залозкою та сизим восковим нальотом. Голчаста хвоя розміщується у кільцях (по 3), з двома блакитними смугами. Маловимогливий до родючості ґрунту та вологи, геліофіт, відносно газостійкий, зимостійкий.

J. foetidissima (Я. смердючий) – дводомне дерево з ширококеглевидною кроною. Кора брунатна, злущується тонкими довгими волокнами, гілки – дугоподібні, бурі, гілочки – червонувато-бурі. Хвоя диморфна: голчаста – кількоподібна, лускоподібна – ланцетна. Зірвана хвоя неприємно пахне (звідси німецька назва „ялівець смердючий”). Маловимогливий до родючості ґрунту та вологи, геліофіт, відносно газостійкий, зимостійкий.

J. horizontalis (Я. горизонтальний) – сланкий низькорослий кущ. Гілки довгі, вкорінюються. Кора попелясто-брунатна з вишневим відтінком. Пагони густо покриті хвою. Лускоподібна хвоя щільно прилягає до пагона. Голчаста хвоя кільчаста (по 3), зверху майже плоска, з сизим восковим нальотом [4,11]. Маловимогливий до родючості ґрунту та вологи, геліофіт, відносно газостійкий, зимостійкий. У коніферетумах ботанічних садів ростуть такі форми. *'Andorra compacta'* (‘Андора Компактна’) – щільний компактний, подушкоподібний кущ. Пагони дуже густо розташовані і злегка підняті. Хвоя диморфна, дуже вузька і дрібна, влітку сіро-зелена, взимку набуває легкого фіолетового відтінку. *'Blue Chip'* (‘Блакитна Стружка’) – невисокий сланкий кущ. Форма крони подушкоподібна. Пагони щільні, з легко піднятими кінцями, розростаються від середини променями. Хвоя дрібна, сріблясто-блакитного кольору, взимку фіолетова. *'Blue Moon'* (‘Блакитний місяць’) – розлогий невисокий кущ. Хвоя лускоподібна, біля основи крони голковидна, зелено-блакитного кольору. *'Glauca'* (‘Сиза’) – широкий сланкий кущ. Пагони численні, тонкі, довгі. Головні пагони прямі, спочатку щільно лежать на землі, пізніше нашаровуються один на одного. Хвоя лускоподібна, дуже дрібна, м’яка, сріблясто-блакитна. *'Var. Harbour'* (‘Гавань’) – дуже низький розлогий кущ. Крона щільна, густа. Гілки тонкі, сланкі, оранжево-коричневі, на кінцях – мережані, лілові. Хвоя дуже

дрібна, сіро-зелена, восени має пурпуровий відтінок. *'Wiltonii'* (‘Килим’) – низький сланкий кущ. Пагони довгі, щільні, сланкі. Хвоя лускоподібна, у центрі крони дуже дрібна голчаста.

J. x media (Я. середній), ф. *'Pfitzeriana'* (‘Пфітцера’) – середньо-низький кущ. Крона щільна, розлога. Пагони ростуть горизонтально. Хвоя диморфна, світло-зеленого забарвлення. *'Pfitzeriana Glauca'* (‘Пфітцера Сиза’) – компактний середньо-низький кущ. Крона широка, розлога. Кінці пагонів загнуті догори. Хвоя голчаста сріблясто-зеленого забарвлення. Взимку стає пурпурово-блакитною. *'Gold Star'* (‘Золота зірка’) – компактний середньо-низький кущ. Крона густа, асиметрична, розлога, подушкоподібна. Пагони товсті, сильно розгалужені, розростаються нерівномірно. Хвоя диморфна, золотисто-зеленувато-жовта.

J. oblonga (Я. довголистий) – дерево середнього росту. Габітус схожий до *Juniperus communis*. Хвоя знизу з чітко помітним кілем по всій довжині. Посухостійкий, не газостійкий, зимостійкий.

J. occidentalis (Я. західний) – одностовбурне високе дерево. Крона конічна. Кора від червоно-коричневого кольору, лущиться тонкими смужками. Гілки розходяться горизонтально та вгору. Хвоя зелена, розташована на стеблі супротивно, двома парами навхрест або по три навколо стебла. Молода хвоя – голчаста, зріла – луската. Невимогливий до родючості ґрунту, посухостійкий, геліофіт, газостійкий, зимостійкий.

J. procumbens (Я. лежачий) – низькорослий сланкий кущ. Пагони жорсткі, розкидисті, спрямовані догори, у центрі розташовані щільно. Хвоя наближена до пагонів, блакитно-зелена, із зеленою серединною жилкою, знизу вигнута, з двома білими плямами біля основи. Маловимогливий до родючості ґрунту, факультативний геліофіт, зимостійкий.

J. pseudosabina (Я. несправжньокозацький) – сланкий кущ з припіднятими кінцями гілок. Хвоя лускоподібна, на старих гілках – голчаста. Маловимогливий до родючості ґрунту та вологи, геліофіт, газостійкий, зимостійкий.

J. sabina (Я. козацький) – середньорослий кущ з нахиленим стовбуром. Кора червонувато-брунатна, потріскана. Гілки лежачі та висхідні, з піднятими доверху верхівками. Лускоподібна хвоя супротивна, яйцеподібна, на спинці із смоляною залозкою. Голчаста хвоя відхилена від пагона, зверху з білуватою смугою і зеленою жилкою, знизу – темно-зелена, блискуча, видовжено-ланцетна, не колюча [4,11]. Маловимогливий до родючості ґрунту та вологи, геліофіт, газостійкий, зимостійкий. У коніферетумах ботанічних садів ростуть такі форми. *'Cupressifolia'* (‘Кипарисолиста’) – широкий низький кущ. Пагони направлені догори. Хвоя лускоподібна, темно-зелена, притиснута до пагона, всередині крони – голчаста. *'Erecta'* (‘Пряма’) – широке пряме дерево. Пагони тонкі, висхідні, верхівки нахилені, розташовані густо. Хвоя зелена. *'Fastigiata'* (‘Колоноподібний’) – дерево з вузькоколоноподібною кроною. Пагони направлені догори. Хвоя лускоподібна, зелена. *'Nana'* (‘Мала’) – карликовий кущ із щільною кроною. Пагони щільно притиснуті. Хвоя лускоподібна, темно-зелена. *'Rockery Gem'* (‘Рокері Джем’) – розлогий сланкий кущ. Крона дуже щільна, густа. Пагони горизонтально розпростерті, частково лежать на землі, дуже густо покриті лускоподібною насичено-зеленою дрібною хвоєю *'Tamariscifolia'* (‘Тамариксолиста’) – карликовий низькорослий кущ з розлогою кроною. Пагони розпростерті, ростуть горизонтально. Лускоподібна хвоя на верхівці пагонів загострена, голчаста – шилоподібна, коротка, кільчаста (по 3), сизувато-зелена. *'Variegata'* (‘Пістряволиста’) – низькорослий кущ. Гілки розпростерті, сланкі, від центру куща розростаються рівномірно, формуючи щільну, округлу крону. Хвоя лускоподібна, зеленого забарвлення. Характерна риса – частина пагонів має кремово-біле забарвлення.

J. sargentii (Я. Саржента) – низький розпростертий кущ. Пагони довгі, горизонтально розташовані, чотиригранні. Хвоя на молодих пагонах голкоподібна, яскраво-зелена, на старих – густа, лускоподібна, сиза [4,11]. Маловимогливий до родючості ґрунту, вимогливий до вологи, геліофіт, відносно газостійкий, в суворі зими підмерзають кінці однорічних пагонів.

J. scopulorum (Я. скельний), ф. *'Blue Arrow'* (‘Блакитна стріла’) – високе дерево з надзвичайно вузькоколоноподібною, прямою, дуже щільною кроною. Пагони ростуть вертикально, щільно прилягають один до одного та до стовбура. Хвоя лускоподібна, невелика, щільно прилегла до пагонів, насиченого сіро-блакитного забарвлення.

J. semiglobosa (Я. напівкулястий) – невисоке дерево з широкою кроною, головний стовбур розгалужується на кілька другорядних, які нахилені до землі і мають припідняті верхівки. Кора стовбура і старих гілок попелясто-бура, молодих – жовтувато-бура. Хвоя диморфна: лускоподібна – ланцетно-ромбічна з незначним восковим нальотом, голчаста – загострено-ланцетна, колюча, зверху з білим восковим нальотом, знизу має блискуче, зелене забарвлення. Маловимогливий до родючості ґрунту, вимогливий до вологи, геліофіт, посухостійкий, зимостійкий.

J. seravschanica (Я. зеравшанський) – дерево з густою широкою кроною та червонувато-сірою корою. Гілки дугоподібно спрямовані догори, короткі, товсті. Лускоподібна хвоя супротивна, притиснута, овально-ланцетна, на спинці із смоляною залозкою, голчаста – загострено-ланцетна, біля основи прилегла до пагонів, майже плоска, кільчаста (по 3), зверху білувата від воскового нальоту, посередині із зеленою жилкою, знизу зелена, блискуча. Маловимогливий до родючості ґрунту та вологи, геліофіт, газостійкий, незимостійкий.

J. sibirica (Я. сибірський) – низькорослий сланкий розпростертий кущ. Гілки короткі, товсті, 3-гранні, часто зігнуті. Хвоя прихилена до пагонів, загострена, зверху ввігнута, з білуватим восковим нальотом, знизу темно-зелена, блискуча, з тупим кілем. Маловимогливий до родючості ґрунту та вологи, факультативний геліофіт, газостійкий, морозостійкий.

J. squamata (Ялівець лускатий) – густорозгалужений низькорослий сланкий кущ. Кора сірувато-бура з червонуватим відтінком. Пагони зеленкувато-жовті, 3-гранні, ростуть горизонтально. Хвоя голчаста, жорстка, зеленого кольору, блискуча [4,11]. Маловимогливий до родючості ґрунту, вимогливий до вологи, геліофіт, відносно газостійкий, у суворі зими підмерзають кінці однорічних пагонів. У коніферетумах ботанічних садів ростуть такі форми. *'Blue carpet'* (Блакитний Килим) – середньорослий кущ із розпростертою кроною. Пагони довгі, густі, гіллясті. Хвоя голчаста, жорстка, густа, інтенсивного сріблясто-блакитного забарвлення. *'Blue Star'* (Блакитна Зірка) – карликовий сланкий кущ. Крона густа компактна, спочатку майже куляста, з віком стає широкоокруглою. Пагони короткі, густі. Хвоя голчаста, колюча, сріблясто-синього забарвлення. *'Hunnertop'* (Хуннетоп) – низькорослий великий кущ. Пагони товсті, довгі, з численними бічними гілочками, від центру куща розростаються нерівномірно під невеликим кутом, спрямовані догори. Хвоя лускоподібна, дрібна, дуже щільна, стара – блакитно-темно-зелена, молода – синьо-блакитна. *'Meyeri'* (Меєра) – великий кущ з неправильною чашоподібною кроною. Пагони ростуть косо, їх кінці злегка звисають. Хвоя густа, гостра, сріблясто-блакитного кольору.

J. virginiana (Я. віргінський) – високоросле дерево з кеглеподібною формою крони. Пагони висхідні, розпростерті, тонкі. Кора стовбура сірувато-бура, пагонів – брунатна. Хвоя диморфна, дуже дрібна, відхилена від пагона, не колюча, зелена з білуватим восковим нальотом і тонкою, зеленою жилкою посередині, майже плоска [4,11]. Маловимогливий до родючості ґрунту та вологи, факультативний геліофіт, газостійкий, зимостійкий. У коніферетумах ботанічних садів ростуть такі форми. *'Grey Owl'* (Сіра Сова) – розлогий сильнорослий кущ з широкою, густою кроною. Пагони діагонально піднесені із звисаючими кінцями. Хвоя всередині крони голчаста, з боків – луската сіро-зеленого забарвлення. *'Helle'* (Хеле) – кущ із широкою кроною. Пагони розкидисті, зеленого кольору. Хвоя яскраво-зеленого кольору. *'Pyramidalis Glauca'* (Пірамідальна Сиза) – струнке дерево середньої висоти з ширококолоноподібною кроною. Пагони прямі, товсті, розростаються рівномірно, під гострим кутом спрямовані догори. Хвоя диморфна: всередині крони – голчаста, з боків – луската синьо-зеленого забарвлення. *'Skyrocket'* (Небесна Ракета) – середньоросле дерево з вузькоколоноподібною кроною. Гілки прямі, вертикально відходять від стовбура. Хвоя красива, сірувато-блакитна. *'Venusta'* (Колоноподібна) – дерево з вузькоколоноподібною щільною кроною. Хвоя диморфна, темно-сизувато-зелена.

Висновки

Рід *Juniperus* L. у коніферетумах ботанічних садах лісостепової зони України представляють 19 видів, 8 з яких включають 37 форм, а саме, (*J. chinensis* (7 ф.), *J. communis* (4 ф.), *J. davurica*, *J. excelsa*, *J. foetidissima*, *J. horizontalis* (6 ф.), *J. x media* (3 ф.), *J. oblonga*, *J. occidentalis*,

J. procumbens, *J. pseudosabina*, *J. sabina* (7 ф.), *J. sargentii*, *J. scopulorum* (1 ф.), *J. semiglobosa*, *J. seravschanica*, *J. sibirica*, *J. squamata* (4 ф.), *J. virginiana* (5 ф.).

За зовнішнім виглядом 54 досліджуваних таксонів віднесено до 4 класифікаційних груп. Група А (форма пряма, середньої потужності, широка до кеглеподібної) включає 7 таксонів, що складає 13% від загальної кількості, Б (форма вузькокеглеподібна до колоноподібної) – 10 таксонів (18,5%), В (форма розлога без чітко вираженого центрального пагона) – 11 таксонів (20,4%), Г (чагарник зазвичай низькорослий) – 26 таксонів (48,1%).

Представників А, Б та В груп ми рекомендуємо для використання у таких категоріях зелених насаджень як солітери, групи, алеї, живі стіни та боскети, садові композиції, вибірково, на кам'янистих гірках та для фігурного підстригання. Як ґрунтопокривні, на кам'янистих гірках, клумбах, у вазах, групах та композиціях доречно використовувати представників групи Г.

Визначено щорічний приріст пагонів досліджуваних таксонів, що дало можливість виокремити 3 групи за швидкістю росту (повільно-, середньо- та швидкокорослі), що має практичне значення при створенні садово-паркових композицій.

Висловлюємо подяку науковим співробітникам ботанічних садів за сприяння у проведенні досліджень.

1. Казімірова Л. П. Культивована дендрофлора Кам'янецького Придністров'я та перспективи її використання : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук : спец. 03.00.05 "Ботаніка" / Л. П. Казімірова. — Київ, 1996. — 23 с.
2. Кармазин Р. В. Интродукция голосеменных деревьев и кустарников в западных областях Украинской ССР : автореф. дис. на соискание науч. степени канд. биол. наук : спец. 03.00.05 „Ботаника” / Р. В. Кармазин. — Львов, 1970. — 39 с.
3. Козак Л. А. Биологические особенности видов рода можжевельник (*Juniperus* L.) в связи с использованием в декоративных насаждениях в Лесостепи Украины : дис. ... канд. биол. наук : 03.00.05 / Л. А. Козак. — Київ, 1993. — 173 с.
4. Кохно М. А. Дендрофлора України. Дикорослі та культивовані дерева й кущі. Голонасінні: Довідник / М. А. Кохно, С. І. Кузнецов, В. І. Гордієнко, Г. С. Захаренко. — К.: Вища школа, 2001. — 207 с.
5. Коцун Л. О. Культивована дендрофлора Волині та перспективи її використання : дис. ... канд. біол. наук : 03.00.05 / Л. О. Коцун. — Львів, 1999. — 226 с.
6. Крюссман Г. Хвойные породы / Г. Крюссман. — М.: Лесн. пром-сть, 1986. — 256 с.
7. Маринич І. С. Біологічні особливості Північноамериканських шпилькових у зв'язку з їх культурою в лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук : 03.00.05 "Ботаніка" / І. С. Маринич. — Київ, 1999. — 31 с.
8. Миронова Г. А. Хвойные в культурфитоценозах Лесостепи Украины в связи с их реконструкцией : автореф. дис. на соискание научн. степени канд. с-х. наук : спец. 06.03.01 „Лесное хозяйство” / Г. А. Миронова. — Киев, 1991. — 24 с.
9. Пономаренко В. О. Декоративні форми роду *Juniperus* L. у дендропарку "Софіївка" НАН України / В. О. Пономаренко // зб. наук. праць за матеріалами міжнарод. наук. конф. — Варшава, 2001. — С. 227—232.
10. Рева Н. Н. Можжевельник виргинский на Украине и история его интродукции / Н. Н. Рева // Интродукция растений и зелёное строительство. — К. : Наук. думка, 1972. — С. 121-123.
11. Черняк В. М. Біологічні особливості видів родини *Cupressaceae* F. Nees у зв'язку з інтродукцією на Волино-Поділлі : монографія / В. М. Черняк, Н. І. Цицюра. — Кременець : ВЦ КОГПА, 2015. — 176 с.

Н. И. Цицюра, А. С. Иванюк

Кременецкая областная гуманитарно-педагогическая академия имени Тараса Шевченко

ИНТРОДУЦИРОВАННЫЕ ВИДЫ И ФОРМЫ РОДА *JUNIPERUS* L. В КОНИФЕРЕТУМАХ БОТАНИЧЕСКИХ САДОВ УКРАИНЫ

Приведен перечень видов и форм рода *Juniperus*, которые растут в кониферетумах ботанических садов лесостепной зоны Украины. Дано биолого-экологическую характеристику 19 видов и морфологическую характеристику 37 форм рода *Juniperus*. Проведена

классификация видов и форм по их внешнему виду (габитусу). Даны рекомендации к использованию представителей рода *Juniperus* в разных категориях зеленых насаждений.

Ключевые слова: лесостепная зона Украины, ботанический сад, род *Juniperus*, габитус, интродукция

N. I. Tsytsyura, A. S. Ivanyuk

Kremenets Regional Humanitarian-Pedagogical Academy Named after Taras Shevchenko, Ukraine

INTRODUCED TYPES AND FORMS OF *JUNIPERUS* L. IN THE KONIFERETUMS OF BOTANICAL GARDENS OF UKRAINE

The list of species and forms of *Juniperus* genus, growing in the koniferetums of the botanical gardens in the forest-steppe zone of Ukraine, has been introduced. The biological and ecological characteristics of 19 species and the morphological characteristics of 37 forms of *Juniperus* genus have been given. Classification of species and forms has been held according to their appearance (habitus). The recommendations for the use of *Juniperus* species in different categories of greenery have been suggested.

Key words: forest-steppe zone of Ukraine, botanical garden, *Juniperus* genus, habitus, introduction

Рекомендує до друку

Надійшла 03.03.2018

М. М. Барна

УДК 581.93 : (477.84)

¹Р. Л. ЯВОРІВСЬКИЙ, ²Т. І. ЗГУРСЬКА, ¹М. Т. ГРАТКОВСЬКА

¹Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка
вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027

²ДПТНЗ «Яготинський центр професійно технічної освіти»
вул. Київська, 6, Яготин, Київська область, 07700

ГОЛИЦЬКИЙ БОТАНІЧНИЙ ЗАКАЗНИК: СИСТЕМАТИЧНИЙ, ЕКОЛОГО–ЦЕНОТИЧНИЙ АНАЛІЗ ФЛОРИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

У статті наведені результати аналізу систематичної та еколого-ценотичної структур флори Голицького ботанічного заказника. Встановлено, що на його території зростають 337 видів вищих судинних рослин, котрі належать до 4 відділів, 5 класів, 68 родин та 233 родів, проаналізовано основні флористичні пропорції, провідні родини та роди. Виокремлено 8 флороценотипів та охарактеризовано ценоелементи, які виступають едифікаторами виділених типів рослинних угруповань. Коротко проаналізовано раритетну фракцію флори заказника та перспективи його подальшого розвитку.

Ключові слова: флора, Голицький ботанічний заказник, провідні родини та роди, флороценотип, ценоелемент

Голицький ботанічний заказник загальнодержавного значення розташований між селами Куряни та Демня у південній частині Бережанського району Тернопільської області. Це переважно лучно-степова ділянка площею 60 га, що приурочена до пд. і пд.–зх. схилів гори Голиця [1].

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводили протягом 1996–2017 рр. Метою досліджень було встановлення видового складу вищих судинних рослин, що зростають на території Голицького ботанічного

заказника та проведення його систематичного й еколого-ценотичного аналізів. Для реалізації мети досліджень використовували наступні методи: аналіз літературних джерел, польові (детально-маршрутний та напівстаціонарний), камеральні (критико-таксономічна обробка гербарного матеріалу). Зібраний матеріал обробляли варіаційно-статистичним методом за В. М. Шмідтом [11].

Результати досліджень та їх обговорення

За результатами маршрутно-експедиційних та геоботанічних досліджень різних типів фітоценозів заказника було встановлено чи підтверджено, що на його території зростають 337 видів вищих судинних рослин, котрі належать до 4 відділів, 5 класів, 68 родин та 233 родів [2, 12–14, 18].

Про ступінь видового та родового різноманіття у різних відділах судинних рослин свідчать певні флористичні пропорції, тобто співвідношення середньої кількості родів у родині та видів у родині і роді. Для досліджуваної флори ця основна пропорція становить 3,43: 4,95: 1,45, тобто середня кількість родів у родині 3,43, видів у родині – 4,95, а видів у межах роду – 1,45.

Панівними у систематичній структурі флори Голицького ботанічного заказника є представники відділу *Magnoliophyta* (327 видів; 97%), а судинні спорові та голонасінні відіграють незначну роль у формуванні його флори (10 видів; 3%), що є характерним для всіх регіональних флор і флори земної кулі в цілому. Ці 10 видів належать до 3 відділів, один із яких (*Equisetophyta*) представлений лише родом *Equisetum*, що включає 5 видів, а два інших – *Polypodiophyta* та *Pinophyta* презентуються п'ятьма монотипними родами *Asplenium* L., *Pteridium* Scop., *Polypodium* L., *Dryopteris* Adans. та *Pinus* L. Співвідношення класів *Liliopsida* (46 видів; 13,65%) та *Magnoliopsida* (291 вид; 86,35%) у межах відділу *Magnoliophyta* становить 1 : 6,32.

У сучасній флористиці при аналізі флор значна увага приділяється 10 провідним родинам, які відображають основні властивості флори і становлять значну частку її видового спектру. До 10 провідних родин флори заказника належать: 1) *Asteraceae* – 44 види (13,05%); 2) *Fabaceae* – 32 (9,50%); 3) *Rosaceae* – 26 (7,71%); 4) *Lamiaceae* – 25 (7,42%); 5) *Poaceae* – 19 (5,64%); 6) *Ranunculaceae* – 17 (5,04%); 7) *Apiaceae* – 16 (4,75%); 8) *Scrophulariaceae* – 12 (3,56%); 9) *Orchidaceae* – 10 (2,9%); 10) *Caryophyllaceae* – 9 видів (2,67%) (табл. 1).

Таблиця 1

Провідні родини флори Голицького ботанічного заказника

№ з/п	Родина	К-сть видів	%
1.	<i>Asteraceae</i>	44	13,05
2.	<i>Fabaceae</i>	32	9,50
3.	<i>Rosaceae</i>	26	7,71
4.	<i>Lamiaceae</i>	25	7,42
5.	<i>Poaceae</i>	19	5,64
6.	<i>Ranunculaceae</i>	17	5,04
7.	<i>Apiaceae</i>	16	4,75
8.	<i>Scrophulariaceae</i>	12	3,56
9.	<i>Orchidaceae</i>	10	2,97
10.	<i>Caryophyllaceae</i>	9	2,67
РАЗОМ		210	62,31

Отже, провідні 10 родин флори заказника нараховують 210 видів або 62,31% загальної кількості (для Волино-Поділля – 55,42%, у флорі України – 53,8%), а інші 58 родин представлені лише 127 видами (37,69%), тобто більшість цих родин презентовані 1–3 видами.

Перші три місця у родинному спектрі флори заказника займають представники *Asteraceae*, *Fabaceae* та *Rosaceae*, на які припадає 102 види (30,57%) й цей показник лише трохи більший, ніж для Волино-Поділля (26,14%) та флори України (28,9%). Зокрема, центральні позиції в ієрархії родин займають види *Fabaceae*, *Rosaceae* та *Lamiaceae*, й за цими

кількісними показниками флора заказника певною мірою тяжіє до флор середземноморського типу. Високий ранг родини *Rosaceae* пов'язаний ще й, очевидно, з великою кількістю вікаруючих видів у її складі, а чільна позиція *Fabaceae* обумовлена значною часткою у структурі флори заказника лучних екотопів. Типова для аридних флор родини *Apiaceae* займає 7 позицію, як і високим є сукупне положення родин *Lamiaceae*, *Poaceae* та *Caryophyllaceae*, що обумовлено їх участю у формуванні структури досить поширених степових та лучно-степових угруповань. Присутність у структурі провідних родин представників *Orchidaceae* обумовлена флористичною унікальністю території дослідження та значною часткою у структурі її флори рідкісних рослин, занесених до «Червоної книги України. Рослинний світ (2009)».

Необхідно також відзначити родини, що займають у видовому спектрі 11–20 місця, а саме: 11) *Liliaceae* – 9 видів (2,67%); 12) *Boraginaceae* – 8 (2,37%); 13–16) *Brassicaceae*, *Euphorbiaceae*, *Rubiaceae* та *Campanulaceae* – по 6 видів (по 1,78%); 17) *Equisetaceae* – 5 (1,48%); 18–19) *Dipsacaceae* та *Geraniaceae* – по 4 (по 1,18%); 20) *Cyperaceae* – 3 види (0,89%). Таким чином, у структуру 20 провідних родин флори Голицького ботанічного заказника входять 267 видів, що становить 79,22% від загальної видової різноманітності території. Решта 48 родин охоплюють лише 70 видів (20,08%) й середня кількість видів у родині становить тут лише 1,46, при показнику 4,95 для флори заказника у цілому.

Значна кількість родин флори – 40 (58,82% від їх загальної кількості), нараховує лише один рід, причому в 32 із них (47,05%) цей рід є монотипним, тобто включає лише один вид, що є характерним у цілому для флор Голарктичного царства.

Більш тонко відображають специфічні риси систематичної структури будь якої регіональної флори абсолютні та відносні показники видової різноманітності таксонів нижчого рангу, ніж родини. Найчастіше для такого аналізу використовують родові таксони. Поліморфними для такої невеликої за площею території можемо вважати ті роди, які включають по 3 і більшу кількість видів.

20 провідних родів у структурі флори Голицького ботанічного заказника розподіляються наступним чином: 1) *Trifolium* L. – 7 видів; 2–5) *Equisetum* L., *Euphorbia* L., *Potentilla* L. та *Campanula* L. – по 5 видів; 6–11) *Anemone* L., *Rosa* L., *Galium* L., *Stachys* L., *Salvia* L., *Centaurea* L. – по 4; 12–20) *Ranunculus* L., *Viola* L., *Medicago* L., *Geranium* L., *Peucedanum* L., *Veronica* L., *Plantago* L., *Carlina* L. та *Festuca* L. – по 3 види. Сукупно поліморфні роди нараховують 78 видів, що становить 23,14% від загальної кількості видів досліджуваної території (табл. 2).

Таблиця 2

Провідні роди флори заказника

№ з/п	Рід	К-сть видів	%
1.	<i>Trifolium</i> L.	7	2,07
2–5.	<i>Equisetum</i> L., <i>Euphorbia</i> L., <i>Potentilla</i> L., <i>Campanula</i> L.	по 5	по 1,48
6–11.	<i>Anemone</i> L., <i>Rosa</i> L., <i>Galium</i> L., <i>Stachys</i> L., <i>Salvia</i> L., <i>Centaurea</i> L.	по 4	по 1,18
12–20.	<i>Ranunculus</i> L., <i>Viola</i> L., <i>Medicago</i> L., <i>Geranium</i> L., <i>Peucedanum</i> L., <i>Veronica</i> L., <i>Plantago</i> L., <i>Carlina</i> L., <i>Festuca</i> L.	по 3	по 0,89
РАЗОМ		78	23,14

45 родів (19,31%) складаються лише із 2 видів, зокрема: *Pulsatilla* Mill., *Quercus* L., *Betula* L., *Dianthus* L., *Cerastium* L., *Silene* L., *Rumex* L., *Primula* L., *Daphne* L., *Cerasus* L., *Filipendula* Mill., *Rubus* L., *Fragaria* L., *Melilotus* Mill., *Coronilla* L., *Vicia* L., *Onobrychis* Mill., *Anthyllis* L., *Lotus* L., *Lathyrus* L., *Acer* L., *Linum* L., *Euonymus* L., *Sambucus* L., *Scabiosa* L., *Anchusa* L., *Pulmonaria* L., *Echium* L., *Rhinanthus* L., *Melampyrum* L., *Ajuga* L., *Lamium* L., *Teucrium* L., *Prunella* L., *Carduus* L., *Senecio* L., *Taraxacum* Wigg., *Hieracium* L., *Artemisia* L., *Gymnadenia* R. Br., *Orchis* L., *Carex* L., *Elytrigia* Desv., *Phleum* L. та *Poa* L.; 168 родів (72,1%) у структурі флори заказника є монотипними [14].

Поруч із систематичним аналізом флори не менш важливим є аналіз її еколого-ценотичної структури, в основу якого покладено узагальнене поняття про ценоелемент як вид, що приурочений до рослинного угруповання певного синтаксону у ранзі групи формацій або класів. Такі видові ценоелементи розподіляють на флороцено типи. Сукупність рослинних формацій визначають едифікатори, які мали загальну адаптивну еволюцію під впливом умов, що існували протягом певного періоду на певній території [17].

Скориставшись класифікаційною схемою флороцено типів помірних флор, на території Голицького ботанічного заказника визначено 8 флороцено типів: 1) лучний (*Mesopojon holarcticum*); 2) неморальний або чорнолісся (*Therodrymion nemorale*); 3) степовий (*Xeropojon eurosibiricum*); 4) синантропний (*Synantropophyton*); 5) чагарниковий (*Xerothermion stepposum*); 6) піщаний або псамофільний (*Psammophyton*); 7) кам'яний або петрофільний (*Petrophyton*); 8) водно-болотний (*Hydrophyton-Paludophyton*) (табл. 3).

Перш ніж перейти до розподілу ценоелементів за флороцено типами, зауважимо, що види, котрі беруть участь в утворенні декількох фітоценозів, об'єднуються в один – певною мірою доміантний.

Таблиця 3

Еколого-ценотична структура флори Голицького ботанічного заказника

№ з/п	Флороцено тип	К-сть видів	%
1.	Лучний (<i>Mesopojon holarcticum</i>)	161	47,7
2.	Неморальний (<i>Therodrymion nemorale</i>)	86	25,5
3.	Степовий (<i>Xeropojon eurosibiricum</i>)	24	7,1
4.	Синантропний (<i>Synantropophyton</i>)	16	4,7
5.	Чагарниковий (<i>Xerothermion stepposum</i>)	14	4,2
6.	Псамофільний (<i>Psammophyton</i>)	13	3,9
7.	Петрофільний (<i>Petrophyton</i>)	12	3,6
8.	Водно-болотний (<i>Hydrophyton-Paludophyton</i>)	11	3,3
РАЗОМ		337	100

Домінуючим у еколого-ценотичній структурі Голицького ботанічного заказника є лучний флороцено тип, який нараховує 161 вид, що складає 47,7% від загальної кількості видів. Найбільш повно тут представлені види родин *Asteraceae* (*Compositae*) – 25 видів, *Lamiaceae* – 16, *Fabaceae* – 12, *Scrophulariaceae* та *Poaceae* – по 8 видів. Це закономірно, оскільки більшу частину території заказника займають саме рослинні угруповання лучного типу.

Флороцено тип неморальної рослинності нараховує 86 видів або 25,5% від загальної чисельності флори і поступається лише перед лучним, до якого генетично тяжіє. Лісові масиви займають пн.-зх. схили гори Голиця та її вершину. Вони представлені формацією *Carpinus betulus* L. у складі субформації буково-грабових і дубово-грабових лісів. Із чагарників домінує *Corylus avellana* L.. Тут також зростають *Betula pendula* Roth та *B. pubescens* Ehrh., *Tilia cordata* Mill., *Padus avium* Mill., *Cerasus avium* (L.) Moench, *Robinia pseudoacacia* L., *Acer platanoides* L. та *A. pseudoplatanus* L.. Решта ценоелементів належать до трав'янистих рослин, причому найчастіше трапляються види родів *Anemone* L., *Stellaria* L., *Sanicula* L., *Vinca* L., *Galium* L., *Pulmonaria* L., *Ajuga* L., *Galeobdolon* Adans., *Stachys* L. та ін.

У суто степовому флороцено типі нараховується 24 види або 7,1% від загальної кількості. Едифікуючими видами тут є *Cerasus fruticosa* (Pall.) Woron., *Echium vulgare* L., *Myosotis arvensis* (L.) Hill., *Festuca rupicola* Heuff., *Phleum phleoides* (L.) Karst., *Helictotrichon pubescens* (Huds.) Pilg., а також червонокнижні *Stipa pulcherrima* C. Koch, *Carlina onopordifolia* Bess. ex Szaf., Kulcz. et Pawl. та *Adonis vernalis* L..

Досить значна частка у еколого-ценотичній структурі Голицького заказника належить також синантропофітону – 16 видів або 4,7% від загальної кількості. Це пояснюється експансією окремих видів у структуру флори заказника, оскільки біля підніжжя гори розташовані землі ПП «АУСА» а на полях трапляються типові представники синантропної

флори *Papaver rhoeas* L., *Cerastium arvense* L., *Convolvulus arvensis* L., *Daucus carota* L., *Euphorbia helioscopia* L., *Reseda lutea* L. та ін.

У чагарниковому флороценоотипі відомо 14 видів кущів, переважно неморального габітусу (4,2%). Едифікаторами тут виступають *Rosa tomentosa* Smith, *Swida sanguinea* (L.) Opřz, *Sambucus nigra* L., *Viburnum opulus* L. та ін.

Псамофітний флороценоотип нараховує 13 видів (3,9%), причому поселяються вони на ділянках степової рослинності, а іноді й на кальцефільних породах. Типовими представниками даного типу угруповань є *Potentilla arenaria* Borkh., *Onobrychis arenaria* (Kit.) DC., *Alissum gmelinii* Jord..

У місцях виходу на поверхню літотамнієвих вапняків тортонського ярусу неогенової системи зростають 12 видів (3,6%), що презентують петрофільний флороценоотип. Домінуючими тут є *Teucrium montanum* L., *Jurinea calcarea* Klok., *Rosa czackiana* Bess. та *R. jundzillii* Bess., *Cerintho minor* L., *Anchusa barrelieri* (All.) Vitm..

В окремих місцях на території заказника на поверхню виходять підземні та ґрунтові води, що зумовило поширення 11 видів водно-болотного флороценоотипу (3,3%). Домінантними у структурі цих фітоценозів є *Caltha palustris* L., *Stachys palustris* L., *Eupatorium cannabinum* L., *Sanguisorba officinalis* L., *Eriophorum polystachyon* L., *Juncus inflexus* L., *Carex acuta* L. та *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud..

Узагальнюючи аналітичні дані приходимо до висновку, що домінуюче становище у еколого-ценотичній структурі Голицького ботанічного заказника належить лучним і лісовим видам й за цими ознаками досліджувана флора належить до неморальних флор Центральної та Середньої Європи і відповідно до ботаніко-географічного районування України – до зонального Лісостепу прозахідної орієнтації [17].

Унікальність флори Голицького ботанічного заказника визначають її червонокнижні, рідкісні та ендемічні види. Зокрема, із виявлених 337 видів 25 (7,4%) занесені до «Червоної книги України. Рослинний світ» (2009), що належать до 10 родин: 11 видів родини *Orchidaceae* (*Gymnadenia conopsea* (L.) R. Br. та *G. odoratissima* (L.) Rich., *Cephalanthera longifolia* (L.) Fritsch., *Neottia nidus-avis* (L.) Rich., *Anacamptis morio* (L.) R. M. Bateman, Pringeeon et M.W.Chase, *Orchis militaris* L., *Listera ovata* (L.) R. Br., *Epipactis atrorubens* (Hoffm. ex Bernh.) Besser та *E. palustris* (L.) Crantz, *Dactylorhiza sambucina* (L.) Soб., *Platanthera bifolia* (L.) Rich.), по 3 види з родин *Asteraceae* (*Carlina cirsioides* Klokov і *C. onopordifolia* Besser ex Szafer, Kulcz. et Pawl., *Senecio besserianus* Minder.) та *Ranunculaceae* (*Anemone narcissiflora* L., *Pulsatilla grandis* Wender., *Adonis vernalis* L.), 2 види з родини *Fabaceae* (*Hippocrepis comosa* L. та *Trifolium rubens* L.) і по 1 виду з таких родин як *Poaceae* (*Stipa pulcherrima* C. Koch), *Liliaceae* (*Lilium martagon* L.), *Euphorbiaceae* (*Euphorbia volhynica* Besser ex Racib.), *Thymelaeaceae* (*Daphne cneorum* L.), *Rosaceae* (*Rosa czackiana* Bess.) та *Rutaceae* (*Dictamnus albus* L.) [3, 7–10, 15, 16].

Результати досліджень засвідчили, що популяції окремих рідкісних видів протягом останніх п'яти років чисельно зросли, а саме: *Dictamnus albus* L., *Euphorbia volhynica* Bess. ex Szaf., Kulcz. et Pawl., *Trifolium pannonicum* L., *Laserpitium latifolium* L., *Genista tinctoria* L., *Centaurea ternopoliensis* Dobrocz., *Achyrophorus maculatus* (L.) Scop., *Trifolium pannonicum* L. Проте, популяції окремих видів мають тенденцію до скорочення чисельності ареалів, що очевидно, пов'язано з малосніжними зимами та малою кількістю опадів протягом весняного періоду в останні роки, коли саме й відбувається вегетаційний період цих весняних ефемероїдів. Зокрема, скоротилися площі *Anemone sylvestris* L., *Pulsatilla latifolia* Rupr., а також *Veratrum nigrum* L., *Trinia multicaulis* Schischk. та *Sisyrinchium montanum* Greene. Необхідно також зазначити, що останніми роками значно підвищилась експансія *Crataegus* L., що часто є причиною зменшення популяцій рідкісних трав'янистих рослин, а тому необхідно терміново провести комплекс робіт, спрямованих на вирубку глоду з ділянок зростання раритетних угруповань трав'янистих рослин [14, 17].

Окрім того, на території заказника зростає понад 50 регіонально-рідкісних видів, зокрема: *Euphorbia amygdaloides* L., *Potentilla alba* L., *Coronilla coronata* L., *Laserpitium latifolium* L., *Galium exoletum* Klok., *Anchusa barrelieri* (All.) Vitm., *Digitalis grandiflora* Mill.,

Melittis sarmatica Klok., *Achyrophorus maculatus* (L.) Scop., *Centaurea ternopoliensis* Dobroc., *Scorzonera purpurea* L., *Jurinea calcarea* Klok., *Veratrum nigrum* L., *Iris hungarica* Waldst. et Kit., *Sisyrinchium montanum* Greene, *Carex humilis* Leys. тощо [1, 8, 10].

Висновки

Із прийняттям Закону України "Про загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі на період 2000–2015 років" наступив новий етап у розбудові заказника [4].

Статус Голиці та її роль у перспективній екомережі повинні бути особливими. Поки що Голицький заказник – ізольований природно-заповідний об'єкт невеликої площі, недостатньо сприятливий для повноцінного збереження та відтворення унікального генофонду. Тому завданням найближчого майбутнього є істотне збільшення заповідних ландшафтів навколо Голиці як шляхом розширення меж наявного заказника, так і за рахунок створення нових заказників. Нами пропонується включення у структуру існуючого заказника урочища «Лози», де зростають *Platanthera bifolia* (L.) Rich., *Listera ovata* (L.) R. Br., *Dactylorhiza maculata* (L.) Soó.) та *Senecio besserianus* Minder., а також заказника місцевого значення «Гора Могила», де доволі чисельними популяціями трапляються *Gymnadenia conopsea* (L.) R. Br. та *Carlina cirsioides* Klokov. Також планується створення геолого-спелеологічного Підвисоцького заказника на площі 200 га для збереження унікальних геолого-геоморфологічних форм карстового рельєфу і пов'язаних з ними специфічної рослинності та тваринного світу. Науковцями педагогічного університету обґрунтовувалась можливість, входження території до перспективного Опільського природного національного парку, розташованого у прилеглих районах Тернопільської, Івано–Франківської та Львівської областей та створення Голицького заповідника [5]. Найбільш вірогідною вважаємо пропозицію входження Голицького ботанічного заказника до складу регіонального ландшафтної парку "Бережанське Опілля" загальною площею близько 1500 га.

Отже, Голицькому природному ядру потрібні додаткові заповідні площі для належної біотичної і ландшафтної репрезентації Бережанського горбогірного району. Голиця має всі передумови бути одним із найунікальніших біологічних центрів у системі природних ядер перспективних регіональної та національної екомереж [6].

1. *Голицький ботаніко-ентомологічний заказник загальнодержавного значення: монографія* / [М. М. Барна, Л. П. Царик, С. В. Зелінка та ін.]; за заг. ред. М. М. Барни. — Тернопіль: Лілея, 1997. — 164 с.
2. *Определитель высших растений Украины* / [Доброчаева Д. Н., Котов М. И., Прокудин Ю. Н. и др.] — Киев: Наук. думка, 1987. — 548 с.
3. *Охорона генофонду флори і рослинності Голицького державного ботаніко—ентомологічного заказника на Тернопільщині* / [С. В. Зелінка., М. М. Барна., Н. Д. Шанайда та ін.] // Наук. запис. Терноп. держ. пед. ін-ту. Сер. біол., хім., пед. — 1994. — Вип. 1. — С. 35—38.
4. *Природно-ресурсний потенціал сталого розвитку України* / [Данилишин Б. М., Дорогунцов С. І., Міщенко В. С. та ін.]. — К.: РВПС України. 1999. — 716 с.
5. *Свинко Й. М.* Про створення Голицького державного заповідника / Й. М. Свинко, В. М. Черняк, П. М. Дем'янчук // Матеріали міжнар. наук. конф. «Еколого-географічні дослідження в сучасній географічній науці», (Тернопіль, 6–7 жовт. 1999 р.). — Тернопіль: ТДПУ, 1999. — С. 86—88.
6. *Царик Л. П.* Природні заповідні території / Л. П. Царик. — Тернопіль, 1998. — 60 с.
7. *Червона книга України. Рослинний світ* / за ред. Я. П. Дідуха. — К.: Глобалконсалтинг, 2009. — 912 с.: іл.
8. *Червона книга України. Рослинний світ (2009) та охорона рідкісних рослин Голицького ботанічного заказника загальнодержавного значення* / [Барна М. М., Барна Л. С., Яворівський Р. Л. та ін.] // Дослідження флори і фауни Західного Поділля: регіон. наук.-практ. конф., (24–25 трав. 2013 р., с. Гутисько Бережанського р-ну Тернопільської обл.): матеріали конф. — Тернопіль, 2013. — С. 72—76.
9. *Червоні книги України. Рослинний світ (1980, 1996, 2009): таксономічні, географічні та соціологічні аспекти* / [М. М. Барна, Р. Л. Яворівський, Н. В. Герц та ін.] // Освіта та наука на хім.-біол. ф-ті Терноп. нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка (1940-2010): регіон. наук.-практ. конф., (20-21 трав. 2010 р., с. Гутисько Бережанського р-ну Тернопільської обл.): матеріали конф. — Тернопіль: Вид—во ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2010. — С. 12—15.

10. *Червонокнижні рослини* Голицького ботанічного заказника та їх охорона / [М. М. Барна, Л. С. Барна, Р. Л. Яворівський та ін.] // Наук. запис. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біологія. — 2014. — № 3 (60). — С. 16—30.
11. *Шмидт В. М.* Математические методы в ботанике / В. М. Шмидт. — Л. : Изд-во ЛГУ, 1984. — 288 с.
12. *Яворівський Р. Л.* Видовий склад родини *Fabaceae* L. у флорі Бережанського району Тернопільської області / Р. Л. Яворівський, М. В. Стахурська // Біологічні дослідження — 2017 : зб. наук. праць VIII Всеукр. наук.-практ. конф. з міжнар. участю, (Житомир, 14–16 берез. 2017 р.). — Житомир : ПП «Рута», 2017. — С. 45—46.
13. *Яворівський Р. Л.* Видовий склад *Pteridophyta* у флорі Бережанського району Тернопільської області / Р. Л. Яворівський, І. В. Чендей // Біологічні дослідження — 2018 : зб. наук. праць IX Всеукр. наук.-практ. конф., (Житомир, 14–16 берез. 2018 р.). — Житомир : ПП «Рута», 2018. — С. 64—65.
14. *Яворівський Р. Л.* Систематична структура флори Голицького ботаніко-ентомологічного заказника / Р. Л. Яворівський // Матеріали регіон. наук.-практ. конф., присвяченої 10-річчю створення Голицького біостаніонару ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, (6-7 трав. 2008 р., с. Гутисько Бережанського р-ну Тернопільської обл.). — Тернопіль: Вид-во ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2008. — С. 23—25.
15. *Яворівський Р. Л.* Червонокнижні види флори Тернопільської області / Р. Л. Яворівський, П. М. Дем'янчук // Матеріали XIV з'їзду Українського ботанічного товариства, (Київ, 25–26 квітня 2017 р.). — К., 2017. — С. 139.
16. *Яворівський Р. Л.* Червонокнижні рослини Бережанського району Тернопільської області, їх видовий склад та стан охорони / Р. Л. Яворівський, І. В. Відзівашець // Пробл. та перспект. наук в умовах глобал.: матеріали ІV Всеукр. наук. конф. — Тернопіль: ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2008. — С. 61—64.
17. *Яворівський Р. Л.* Еколого-ценотична структура флори Голицького ботанічного заказника / Р. Л. Яворівський, М. М. Барна, Н. Й. Созанська // Освіта та наука на хім.-біол. ф-ті Терноп. нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка (1940—2010): регіон. наук.-практ. конф., (20–21 трав. 2010 р., с. Гутисько Бережанського р-ну Тернопільської обл.): матеріали конф. — Тернопіль: Вид-во ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2010. — С. 29—31.
18. *Czerepanov S. K.* Vascular plants of Russia and adjacent states (the former USSR) / S. K. Czerepanov. — Cambridge: Univ. Press, 1995. — 516 p.

Р. Л. Яворівський, Т. І. Згурська, М. Т. Гратковська

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка
ГПТУЗ «Яготинський центр професійно технічного образования»

ГОЛИЦЬКИЙ БОТАНИЧЕСКИЙ ЗАКАЗНИК: СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ, ЭКОЛОГО– ЦЕНОТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ФЛОРЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

В статье приведены результаты анализа систематической и эколого-ценотической структур флоры Голицького ботанического заказника. Установлено, что на его территории произрастают 337 видов высших сосудистых растений, которые принадлежат к 4 отделам, 5 классам, 68 семействам и 233 родам, проанализированы основные флористические пропорции, ведущие семейства и роды. Выделены 8 флороценотипов и охарактеризованы ценоэлементы, которые выступают эдификаторами выделенных типов растительных сообществ. Коротко проанализирована раритетная фракция флоры заказника и перспективы его дальнейшего развития.

Ключевые слова: флора, Голицький ботанический заказник, ведущие семейства и роды, флороценотип, ценоэлемент

R. L. Yavorivsky, T. I. Zgurska, M. T. Gratkovska

Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine
Yagotin Center of professionally technical education, Ukraine

GOLITSKY BOTANIC RESERVE: SYSTEMATIC, ENVIRONMENTAL AND PRECONDITIC ANALYSIS OF FLORA AND DEVELOPMENT PROSPECTS

Golitsky Botanical Reserve of national importance is located between the villages of Kuryan and Demnia in the southern part of the Berezhany district of the Ternopil region. This is mainly a meadow-steppe area of 60 hectares, which is timed to the southern and southwestern slopes of Golitsa Mount.

The research was conducted during 1996–2017. The aim of the research was to determine the species composition of higher vascular plants growing in the territory of the reserve and conducting its systematic and ecological-cenocchnical analyzes.

According to the results of route-expedition and geo-botanical research of various types of phytocoenoses, it was established or confirmed that 337 species of higher vascular plants belonging to 4 divisions, 5 classes, 68 families and 233 genera grow within its boundaries.

Up to 10 leading families of the reserve flora belong: 1) *Asteraceae* – 44 species; 2) *Fabaceae* – 32; 3) *Rosaceae* – 26; 4) *Lamiaceae* – 25; 5) *Poaceae* – 19; 6) *Ranunculaceae* – 17; 7) *Apiaceae* – 16; 8) *Scrophulariaceae* – 12; 9) *Orchidaceae* – 10; 10) *Caryophyllaceae* – 9 species. The leading families have 210 species or 62,31% of the total number (for Volyn-Podillya – 55,42%, in the flora of Ukraine – 53,8%), while other 58 families are represented by only 127 species (37,69%), ie the majority these families are represented by 1–3 species.

The 20 leading genera in the structure of the flora of the Golitsky Botanical Gardens are distributed as follows: 1) *Trifolium* L. – 7 species; 2–5) *Equisetum* L., *Euphorbia* L., *Potentilla* L. та *Campanula* L. – for 5 species; 6–11) *Anemone* L., *Rosa* L., *Galium* L., *Stachys* L., *Salvia* L., *Centaurea* L. – for 4 species; 12–20) *Ranunculus* L., *Viola* L., *Medicago* L., *Geranium* L., *Peucedanum* L., *Veronica* L., *Plantago* L., *Carlina* L. та *Festuca* L. – in 3 species. Cumulative polymorphic genera are 78 species, representing 23,14% of the total number of species of the study area.

Using the classification scheme of florentotypes of temperate flora, there are 8 florentocytes on the territory of the reserve: 1) meadow (*Mesopojon holarcticum*) – 161 species; 2) immoral or blackberry (*Therodrymion nemorale*) – 86; 3) steppe (*Xeropojon eurosibiricum*) – 24; 4) synanthropic (*Synantropophyton*) – 16; 5) shrub (*Xerothermion stepposum*) – 14; 6) sandy or psammophyllous (*Psammophyton*) – 13; 7) stone or petrophyllum (*Petrophyton*) – 12; 8) wetlands (*Hydrophyton-Paludophyton*) – 11 species.

The unique flora of the Golitsky Botanical Reserve is determined by its red-book, rare and endemic species. Of the 337 species identified, 25 (7,4%) were included in the «Red Data Book of Ukraine. Flora» (2009)» belonging to 10 families: 11 species of the *Orchidaceae* family, 3 from the families *Asteraceae* and *Ranunculaceae*, 2 species of the *Fabaceae* family and 1 species from such families as *Poaceae*, *Liliaceae*, *Euphorbiaceae*, *Thymelaeaceae*, *Rosaceae* and *Rutaceae*.

The Golitsky natural nucleus requires additional protected areas for the proper biotic and landscape representation of the Berezhansky mountain range.

The Golytsia has all the prerequisites to be one of the most unique biological centers in the system of natural nuclei of promising regional and national ecological networks.

Key words: flora, Golitsky botanic reserve, lead families and genera, florocenotype, cenoelement

Рекомендує до друку
М. М. Барна

Надійшла 26.02.2018

БІОТЕХНОЛОГІЯ

УДК 579.695

О. Г. ГОРШКОВА, Т. В. ГУДЗЕНКО, О. В. ВОЛЮВАЧ, І. П. КОНУП, Т. О. БЄЛЯЄВА,
М. О. ЧЕРНИШОВА

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082

ДЕСТРУКТИВНА ТА МЕТАЛ-АКУМУЛЮЮЧА ЗДАТНІСТЬ БАКТЕРІЙ РОДУ *PSEUDOMONAS*

Встановлено високу здатність непатогенних штамів бактерій *Pseudomonas cepacia* ONU-327 і *Pseudomonas fluorescens* ONU-328 до деструкції важкоокиснювальних циклічних ароматичних ксенобіотиків: фенолу, вуглеводнів нафти, N-цетилпіридинію бромистого, та сорбційно-акумулюючу здатність щодо Pb (II), Zn(II), Cr(VI). Виявлено помітний синергетичний ефект у процесі біодеструкції фенолу, вуглеводнів нафти і детоксикації води від Cr(VI) за її обробки асоціацією штамів *P. cepacia* ONU-327 і *P. fluorescens* ONU-328.

Ключові слова: *Pseudomonas cepacia* ONU-327, *Pseudomonas fluorescens* ONU-328, деструктори циклічних ароматичних ксенобіотиків, сорбенти іонів важких металів

Вступ. У більшості країн світу із відомих методів очистки води від токсичних поллютантів різної природи перевагу віддають мікробіологічним методам. Вони порівняно з фізико-хімічними методами екобезпечні, енергонезалежні, ефективні, не викликають вторинного забруднення. Актуальним залишається пошук нових біохімічно-активних непатогенних мікроорганізмів з поліфункціональною біотехнологічною здатністю: деструктивною щодо важкоокиснювальних циклічних ароматичних ксенобіотиків і сорбційно-акумулюючою щодо іонів важких металів (ІВМ).

Мета дослідження – запропонувати для використання в біотехнології очистки багатокомпонентних за складом стічних вод біохімічно-активні штами мікроорганізмів, що володіють поліфункціональною здатністю: деструктивною щодо важкоокиснювальних циклічних ароматичних ксенобіотиків (фенольних сполук, «біологічно жорстких» синтетичних поверхнево-активних речовин (ПАР) катіонного типу, вуглеводнів нафти) і сорбційно-акумулюючою щодо ІВМ.

Матеріал і методи досліджень

Як об'єкти дослідження використовували два біохімічно-активних штами мікроорганізмів, що за жирнокислотним складом ідентифіковані як *Pseudomonas cepacia* ONU-327 (виділений із ґрунту) і *Pseudomonas fluorescens* ONU-328 (виділений із морського середовища). Ці непатогенні штами зберігаються в колекції мікроорганізмів кафедри мікробіології, вірусології та біотехнології ОНУ імені І.І. Мечникова. Оцінку деструктивної та метал-акумулюючої здатності штамів та їх асоціації здійснювали за ступенем очистки водних розчинів від поллютантів: $\alpha = [(C_0 - C) / C_0] \times 100\%$, де C_0 і C – концентрації конкретного поллютанта до та після обробки. Для визначення концентрації фенолу у контрольних і дослідних пробах використовували фотометричний метод із використанням 4-аміноантипірину за присутності гексаціаноферату (III) при pH=10,0±0,2 [3]; концентрацію «біологічно жорсткої» поверхнево-

активної речовини катіонного типу N-цетилпіридинію бромистого визначали екстракційно-колориметричним методом використанням метилоранжу [1]; вміст високотоксичних ароматичних вуглеводнів нафти і її аліфатичної фракції – методом інфрачервоної спектроскопії (аналітичні сигнали реєстрували FTIR-спектрометром Frontier фірми PerkinElmer у діапазоні хвильових чисел 3200-2700 см⁻¹); концентрацію іонів важких металів (ІВМ: свинець, цинк, хром) – методом електротермічної ААС з використанням приладу «Сатурн-2» у полум'ї суміші «повітря-пропан-бутан» при відповідних довжинах хвиль. Результати оброблені за допомогою редактора MS Excel 2003.

Результати досліджень та їх обговорення

Експериментально підтверджено високу ефективність способу мікробіологічної очистки води від фенолу, який полягає в тому, що води, у складі яких присутній фенол, очищують реагентом, який відрізняється від [4] тим, що в якості реагенту використовують бактеріальну асоціацію штамів *P. ceracia* ONU-327 і *P. fluorescens* ONU-328 (1:1 за об'ємом), що культивують протягом доби за температури +30 °С на МПА, далі бактеріальні клітини суспендують у мінеральне середовище М-9, що містить до 300 мг/л фенолу, і витримують протягом 10 діб (рис. 1). Раніше нами було встановлено, що при введенні до забрудненої води штаму *P. ceracia* ONU-327 у кількості 7,5×10⁵ КУО/мл ступінь очистки води від фенолу на 10 добу досягав ~ 45 % [2]. Використання штаму *P. fluorescens* ONU-328 підвищувало ефективність дефенолізації води до 78 % на 10 добу (рис. 1).

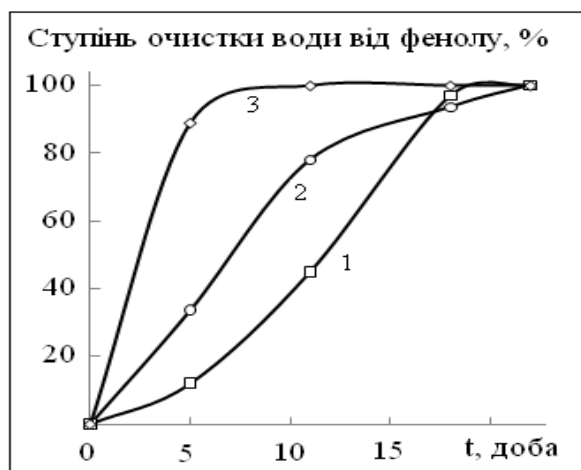


Рис. 1. Ступінь очистки води від фенолу (%) від часу (t, доба) за дії штамів *P. ceracia* ONU-327 (1); *P. fluorescens* ONU-328 (2); їх асоціації 1:1 за об'ємом (3). Примітки: вихідна концентрація фенолу – 300 мг/л; концентрація бактеріальних клітин – 7,5×10⁵ КУО/мл

Вперше встановлено, що використання бактеріальної асоціації штамів *P. ceracia* ONU-327 і *P. fluorescens* ONU-328 (1:1 за об'ємом) за такий самий термін (10 діб) сприяє глибокій очистці води від фенолу – на 100%. Запропонований спосіб, порівняно з [4], дозволяє у 2,2 раза пришвидшити процес дефенолізації води.

Встановлено здатність штамів *P. ceracia* ONU-327 і *P. fluorescens* ONU-328 до деструкції інших важкоокиснювальних ксенобіотиків – вуглеводнів нафти і «біологічно жорсткого» N-цетилпіридинію бромистого та виявлено синергетичну нафто- і ПАР-деструктивну здатність асоціації цих штамів в об'ємному співвідношенні 1:1 (рис. 2, рис. 3). Ступінь біодеструкції вуглеводнів нафти за дії використаних штамів, що культивували 48 год за температури +28±2 °С у збагаченому пептоном (10 г/л) і дріжджовим екстрактом (5 г/л) живильному середовищі М-9, протягом 10 діб експозиції досягав 62–73 % та був максимальним (82 %) за дії асоціації штамів. У присутності окремих штамів зі збільшенням терміну експозиції до 20 діб концентрація вуглеводнів нафти зменшувалася у 2,6–3,7 раза, а на тридцять добу – у 5 разів. За весь термін експозиції концентрація вуглеводнів нафти за дії асоціації штамів *P. ceracia* ONU-327 і *P. fluorescens* ONU-328 зменшилась у 10-11 разів порівняно з вихідною концентрацією – 500 мг/л (рис. 2).

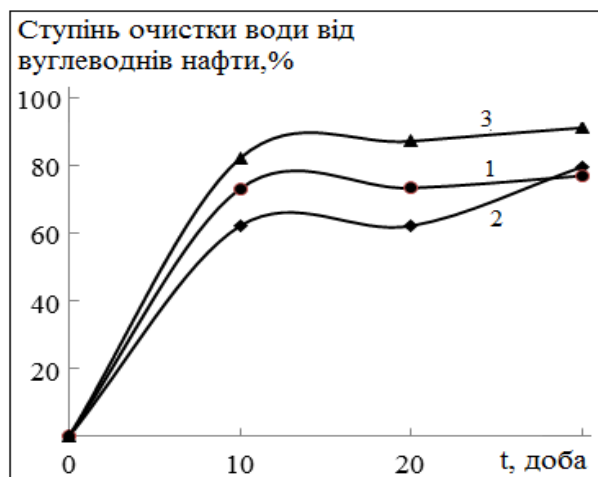


Рис. 2. Ступінь очищення води від вуглеводнів нафти (%) від часу (t, доба) за дії штамів *P. cepacia* ONU-327 (1), *P. fluorescens* ONU-328 (2) та їх асоціації (3).

Примітки: вихідна концентрація вуглеводнів нафти – 500 мг/л; концентрація бактеріальних клітин – 10^8 КУО/мл

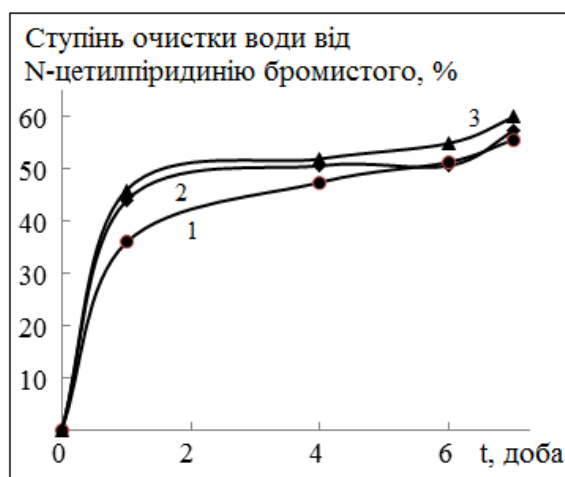


Рис. 3. Ступінь очищення води від N-ЦПБ (%) від часу (t, доба) за дії штамів *P. cepacia* ONU-327 (1), *P. fluorescens* ONU-328 (2) та їх асоціації (3). *Примітки:* вихідна концентрація N-ЦПБ – 20 мг/л; концентрація бактеріальних клітин – $(10 \times 10^4 - 5,0 \times 10^4)$ КУО/мл

Менш помітний синергізм деструктивних властивостей асоціації досліджуваних штамів спостерігався в процесі деструкції цетилпіридинію бромистого (N-ЦПБ): ступінь очищення води від N-ЦПБ на 7 добу складав 60 % (від його вихідної концентрації – 20 мг/л) при одноразовому введенні штамів *P. cepacia* ONU-327 і *P. fluorescens* ONU-328 (рис. 3). При додатковому введенні свіжих порцій асоціації непатогенних штамів *P. cepacia* ONU-327 і *P. fluorescens* ONU-328 або використанні більш високої стартової дози штамів-деструкторів ефективність очищення води від N-ЦПБ збільшується до 98 %, що відповідає нормі скидання обробленої води у каналізацію.

Обидва досліджувані штами бактерій роду *Pseudomonas* проявляли резистентність відносно високотоксичних іонів Pb(II), Zn(II), Cr(VI) та володіли особливо високою сорбційно-акумулюючою здатністю щодо IBM у катіонній формі. При детоксикації іонів Pb(II) і Zn(II) з їх вихідною концентрацією у модельних розчинах 60 мг/л і 20 мг/л ступінь очищення води вільними клітинами бактерій *P. cepacia* ONU-327 сягав 99,6 % і 84 %, відповідно; вільними клітинами бактерій *P. fluorescens* ONU-328 – 93,2 % і 53,5 %, відповідно. Процес очищення води від IBM підвищувався при використанні іммобілізованих у складі біофлокул клітин бактерій *P. cepacia* ONU-327, *P. fluorescens* ONU-328 та їх асоціації (1:1 за об'ємом), і це підвищення було особливо помітним для Cr(VI) – з 42,4 % (із використанням вільних бактеріальних клітин) до 93,0–99,9 % (із використанням іммобілізованих у складі біофлокул бактеріальних клітин) при вихідній «пороговій» концентрації Cr(VI) у водних розчинах 70 мг/л. При складанні нового біопрепарату на основі асоціації штамів *P. cepacia* ONU-327, *P. fluorescens* ONU-328 встановлено її синергетичну детоксикуючу дію щодо Cr(VI). Використання іммобілізованих у складі біофлокул (за присутністю перекису водню і хлориду кальцію) бактеріальних клітин *P. cepacia* ONU-327, *P. fluorescens* ONU-328 сприяло також пришвидшенню процесу очищення води у 6–8 разів для кожного із IBM, час обробки зменшувався з 90–120 хв до 20 хв.

Висновки

Встановлено здатність непатогенних штамів бактерій *P. cepacia* ONU-327, *P. fluorescens* ONU-328 до деструкції важкоокиснювальних циклічних ароматичних ксенобіотиків: фенолу,

вуглеводнів нафти, N-цетилпіридинію бромистого і сорбційно-акумуляуючу здатність щодо іонів важких металів: Pb (II), Zn(II), Cr(VI). Виявлено помітний синергетичний ефект у процесі біодеструкції фенолу, вуглеводнів нафти і детоксикації води від Cr(VI) за її обробки асоціацією штамів *P. cepacia* ONU-327 і *P. fluorescens* ONU-328 (1:1 за об'ємом). Притаманна штамам *P. cepacia* ONU-327, *P. fluorescens* ONU-328 поліфункціональність біотехнологічних властивостей дозволяє рекомендувати їх до широкого використання в біотехнології очистки багатокомпонентних за складом стічних вод, що містять IBM, важкоокиснювальні циклічні ароматичні ксенобіотики.

1. *Абрамзон А.А.* Поверхностно-активные вещества / Абрамзон А.А., Зайченко Л.П., Файнгольд С.И. – Л.: Химия, 1988. — 200 с.
2. *Горшкова О.Г.* Біотехнологічні властивості штаму *Pseudomonas cepacia* ONU-327 — деструктора фенольних і важкоокиснювальних сполук / Горшкова О.Г., Гудзенко Т.В., Волювач О.В. // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія», 2017. — № 3 (70). — С. 60—64.
3. *Лурье Ю.Ю.* Аналитическая химия промышленных сточных вод / Лурье Ю.Ю. — М.: Химия, 1984. – 448 с.
4. *Пат.* 114829 Україна. C02F 1/24. Мікробіологічний спосіб очистки води від фенолу / Іваниця В.О., Горшкова О.Г., Гудзенко Т.В., Волювач О.В., Конуп І.П., Беляєва Т.О.; заявл. 25.07.2016; опубл. 27.03.2017. Бюл. № 6.

Е. Г. Горшкова, Т. В. Гудзенко, О. В. Волювач, И. П. Конуп, Т. А. Беляева, М. А. Чернышова
Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова

ДЕСТРУКТИВНАЯ И МЕТАЛЛ-АККУМУЛИРУЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ НЕПАТОГЕННЫХ БАКТЕРИЙ РОДА *PSEUDOMONAS*

Установлена высокая способность непатогенных штаммов бактерий *Pseudomonas cepacia* ONU-327 и *Pseudomonas fluorescens* ONU-328 к деструкции трудноокисляемых циклических ароматических ксенобиотиков: фенола, углеводородов нефти, N-цетилпиридиния бромистого и сорбционно-аккумуляующую способность по отношению к Pb (II), Zn (II), Cr (VI). Обнаружен существенный синергетический эффект в процессе биодеструкции фенола, углеводородов нефти и детоксикации воды от Cr (VI) при обработке воды ассоциацией штаммов *Pseudomonas cepacia* ONU-327 и *Pseudomonas fluorescens* ONU-328.

Ключевые слова: *Pseudomonas cepacia* ONU-327, *Pseudomonas fluorescens* ONU-328, деструкторы циклических ароматических ксенобиотиков, сорбенты ионов тяжелых металлов

O .G. Gorshkova, T. V. Gudzenko, O. V. Voliuvach, I. P. Konup, T. O. Belyaeva, M. O. Chernyshova
I. I. Mechnikov Odessa National University, Odessa, Ukraine

DESTRUCTIVE AND METAL-ACCUMULATING ABILITY OF NON-PATHOGENIC BACTERIA OF THE GENUS *PSEUDOMONAS*

The high ability of non-pathogenic strains of bacteria *Pseudomonas cepacia* ONU-327 and *Pseudomonas fluorescens* ONU-328 to the destruction of difficultly oxidized cyclic aromatic xenobiotics: phenol, petroleum hydrocarbons, N-cetylpyridinium bromide and sorption-accumulating ability against Pb(II), Zn(II), Cr(VI), which was assessed by the degree of water purification from pollutants. When water was introduced into the contaminated water of strain *P. cepacia* ONU-327 in the amount of 7.5×10^5 CFU/ ml, the degree of water purification from phenol on day 10 reached ~ 45%, and under the action of strain *P. fluorescens* ONU-328, the water dephenolization efficiency was up to 78%. It was first established that the use of bacterial association of strains *P. cepacia* ONU-327 and *P. fluorescens* ONU-328 (1: 1 by volume) for the same period (10 days) promotes deep purification of water from phenol - by 100%. A synergistic oil- and surfactant-destructive ability of association of these strains of bacteria has been discovered. The degree of biodegradation of petroleum hydrocarbons by individual strains of *P. cepacia* ONU-327 and *P. fluorescens* ONU-328

reached 62.0-73.0% for 10 days and was maximum (82%) when using association strains. In the process of biodegradation of oil hydrocarbons by the association of strains of *P. cepacia* ONU-327 and *P. fluorescens* ONU-328 (1: 1 by volume), the concentration of oil hydrocarbons over the entire exposure time (30 days) decreased by 10-11 times compared to the initial concentration - 500 mg/l. Less noticeable synergism of the destructive properties of the association of the studied strains of microorganisms was observed during the destruction of the "biologically rigid" surfactant of the cationic type, N-cetylpyridinium bromide. The degree of purification of water from N-cetylpyridinium bromide on day 7 was 60% (from its initial concentration of 20 mg/l) with a single injection of strains *P. cepacia* ONU-327 and *P. fluorescens* ONU-328 in an amount (10.0×10^4 - 5.0×10^4) CFU/ml. Both strains of bacteria of the genus *Pseudomonas* showed resistance against highly toxic ions Pb(II), Zn(II), Cr(VI). In the detoxification of Pb(II) and Zn(II) ions with their initial concentration in solutions of 60 mg/l and 20 mg/l, the degree of water purification by free cells of bacteria *P. cepacia* ONU-327 reached 99.6% and 84.0% respectively; free cells of bacteria *P. fluorescens* ONU-328 - 93.2% and 53.5%, respectively. The efficiency of the process of water purification from heavy metal ions was increased by using immobilized cells of *P. cepacia* ONU-327, *P. fluorescens* ONU-328 and their associations (1: 1 by volume) in the bioflocula. This increase was especially noticeable for Cr(VI), from 42.4% (using free bacterial cells) to 93.0-99.9% (using bacterial cells immobilized in the biofloculum) at the initial "threshold" concentration of Cr(VI) in aqueous solutions 70 mg/l. The polyfunctionality of biotechnological properties inherent in the strains of *P. cepacia* ONU-327, *P. fluorescens* ONU-328 makes it possible to recommend them for widespread use in biotechnology of purification of multi-component wastewater containing ions of heavy metals, difficult to oxidize cyclic aromatic xenobiotics.

Key words: *Pseudomonas cepacia* ONU-327, *Pseudomonas fluorescens* ONU-328, destructors of cyclic aromatic xenobiotics, sorbents of heavy metal ions

Рекомендує до друку
Н. М. Дробик

Надійшла 24.01.2018

УДК 579.84:631.427.2:631.461:632:35:633/635

В. П. ПАТИКА

Інститут мікробіології і вірусології імені Д. К. Заболотного НАН України
вул. Академіка Заболотного, 154, Київ, 03143

МІКРОБІОМ РОСЛИН У БІОКОНТРОЛІ ФІТОПАТОГЕННИХ БАКТЕРІЙ

Наведено результати дослідження кількісного та якісного складу мікробних угруповань ризосфери пшениці, сої, козлятника, люпину, ріпаку, перцю пряного. Дослідження амоніфікуючої та нітрифікуючої здатності ґрунту при вирощуванні досліджуваних рослин показали, що використання мінеральних добрив, а особливо біопрепаратів позитивно впливає на ці показники. Показано, що вирощування рослин без добрив порівняно з використанням мінеральних добрив і біопрепаратів сприяє збільшенню виділення CO₂ у 2 рази. Такі самі закономірності спостерігали і за визначення поглинання O₂. Дослідження безпосереднього впливу фільтратів культуральних рідин *Pseudomonas savastanoi* рв. *glycinea* (кутаста плямистість), *Xanthomonas axonopodis* рв. *glycines* (пустульний бактеріоз), *Pseudomonas syringae* рв. *tabaci* (дикий опік), – *Fusarium oxysporum* (фузаріозу), *Ascochyta sojaecola* Abramov

(аскохітозу) та водного екстракту хворих рослин сої на вірусну мозаїку спостерігається зниження ефективності функціонування бобово-ризобіальної системи.

Ключові слова: соя, козлятник, пшениця, жито, ріпак, перець, мікробіом, фітопатогенні мікроорганізми

Вступ. Важливою функціональною ланкою системи ґрунт – мікроорганізм рослина є мікробіоценоз ризосфери, що являє собою складне угруповання різноманітних мікроорганізмів, які взаємодіють на основі екологічних і трофічних потреб і зв'язків. Відомо, що визначальним фактором мікробного ценозу ризосфери (ризоплани) є рослина [5,14-16]. Завдяки біологічним особливостям, що зумовлюють формування рослинно-мікробних систем у ризосфері, з'являється можливість використовувати мікробні агенти біоконтролю для управління поширення хвороб, зокрема фітопатогенних бактерій, що, соєю чергою, створює умови для підтримки ефективності управління за участю природних біологічних механізмів [6]. Проте, мікробне угруповання є сприйнятливим щодо дії будь-яких чинників навколишнього середовища [5,6]. Для мікробного ценозу ризосфери характерна здатність стабілізувати рівновагу. Дія ж абіотичних і біотичних чинників порушує цю рівновагу [5,6,11].

Важливими є питання формування мікробного оточення, яке сприяє реалізації ефективної взаємодії рослин з асоціативними мікроорганізмами. Досліджуючи кількісний та якісний склад мікробних угруповань ризосфери пшениці, сої, козлятника, люпину, ріпаку, перцю пряного, властивості домінуючих видів, можна зрозуміти процеси, які відбуваються у ґрунті ризосфери [18,23].

Метою проведених досліджень було визначення різноманітності мікробіому рослин у біоконтролі фітопатогенних бактерій.

Матеріал і методи досліджень

Мікробіологічні аналізи проводили за допомогою методики розведення ґрунтових суспензій з використанням живильних селективних середовищ [4,9,10]. Враховувалась загальна чисельність амоніфікуючих бактерій на м'ясопептонному агарі (МПА), спороутворюючі бактерії – м'ясо-сусловому агарі (МПА+СА), стрептоміцети і бактерії, що засвоюють мінеральний азот – крохмало-аміачному агарі (КАА), олігонітрофільні мікроорганізми на середовищі Ешбі, целюлозоруйнуючі на середовищі Гетчінсона, мікроскопічні гриби - сусло-агарі (СА), крім того, враховувались бактерії, що ростуть на агаризованій ґрунтовій витяжці (ГА).

Розміри продуктивності бактеріальних клітин і продукцію біомаси бактерій визначали, сумуючи всі достовірні підйоми чисельності або, відповідно, біомаси бактерій за період спостережень [1,2].

Мікробний пейзаж вивчали методом капілярної педоскопії [17] у модифікації Т.В. Аристовської [1].

Амоніфікуючу активність ґрунту визначали за інтенсивністю мінералізації пептону, нітрифікуючу – при компостуванні ґрунту з додаванням розчину $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$ [3,10]. Інтенсивність «дихання» ґрунту визначали по виділенню CO_2 і поглинанню O_2 манометричним методом на апараті Варбурга [13].

Математична обробка експериментальних даних проводилась у відповідності з методикою Б.А. Доспехова [8].

Результати досліджень та їх обговорення

Дослідження мікрофлори ризосфери ґрунту під посівами сільськогосподарських рослин, які реагують на вплив зовнішніх чинників та слугують індикаторами стану екосистеми і сукцесійних процесів, що в ній відбуваються, є надзвичайно актуальним. Показано, що співвідношення різних еколого-трофічних груп ґрунтових мікроорганізмів змінюється залежно від рослини [19-23,25]. Дані наведені в табл. 1.

Чисельність ґрунтових мікроорганізмів під посівами сільськогосподарських культур

Культура	Чисельність ґрунтових мікроорганізмів (КУО на 1 г абс. сухого ґрунту)					%
	Мікроміцети •10 ³	Амоніфікатори •10 ⁶	Оліготрофи •10 ⁶	Педотрофи •10 ⁶	Бактерії, що асимілюють мінеральний азот, •10 ⁶	<i>Azotobacter</i>
Пшениця	30	8,6	6,3	7,0	9,1	60
Жито	24	12,1	8,7	6,8	8,9	71
Соя	21	18,7	14,4	11,8	6,2	120
Люпин	28	13,5	12,1	9,4	6,5	101
Козлятник	19	16,5	12,8	10,2	7,6	98
Ріпак	31	4,3	3,1	4,0	9,4	51
Перець пряний	28	12,9	13,0	7,8	8,6	89
НР ₀₅	11	2,7	2,0	1,6	1,6	21

Як видно з табл.1, для бобових вміст амоніфікаторів був у – 1,5 і більше разів вищим, ніж при вирощуванні злакових, 3,5 і більше хрестоцвітої культури ріпаку, що свідчить про значне збагачення ґрунту органічною речовиною рослинного походження та забезпечення амонійним азотом за рахунок його фіксації з повітря. Відповідні зміни чисельності спостерігались у випадку з бактеріями, що використовують для свого живлення мінеральний азот. Максимальна чисельність цих мікроорганізмів у ґрунті була відзначена при вирощуванні ріпаку, пшениці, жита, перцю і становила відповідно – 9,4; 9,1; 8,9; 8,6 млн. КУО / г абс. сухого ґрунту. Це свідчить про значне використання цими культурами мінерального азоту. Позитивний баланс спостерігали і для азотобактера. Що стосується мікроміцетів, то слід зазначити, що коливання їх чисельності не було таким значним, як бактеріальної флори, але в агроценозах пшениці, люпину, ріпаку, перцю вона була вищою, ніж у ґрунті під соєю, козлятником, житом.

Для того, щоб оцінити спрямованість мікробіологічних процесів у ґрунті під посівами сої та інших сільськогосподарських культур здійснювався розрахунок коефіцієнтів оліготрофності, педотрофності та коефіцієнта мінералізації-імобілізації (табл. 2).

Таблиця 2

Спрямованість мікробіологічних процесів у ґрунті під посівами сої та інших сільськогосподарських культур

Варіант (культура)	Коефіцієнт оліготрофності	Коефіцієнт педотрофності	Коефіцієнт мінералізації-імобілізації
Пшениця	0,94	1,27	1,07
Жито	0,79	0,98	0,94
Соя	0,30	0,45	0,60
Люпин	0,41	0,56	0,84
Козлятник	0,42	0,40	0,59
Ріпак	1,20	2,40	1,42
Перець пряний	0,84	0,91	1,03

Як видно з табл. 2, показники оліготрофності та педотрофності ґрунту зростали зі зміною культури у такому порядку (соя → люпин → козлятник → жито → перець → пшениця → ріпак) і свого максимального значення сягали при вирощуванні ріпаку та становили відповідно 1,20 і 2,40. Підвищення показника педотрофності свідчить про збільшення інтенсивності розкладу органічної речовини ґрунту, зокрема гумусових сполук, а збільшення оліготрофності ґрунту вказує на зниження вмісту в ґрунті поживних речовин, зокрема доступного азоту.

Мінімальними ці показники були при вирощуванні сої і становили: коефіцієнт оліготрофності – 0,30; коефіцієнт педотрофності – 0,45, що в 4 та в 5,3 рази менше порівняно до максимальних значень цих показників при вирощуванні ріпаку. Напруженість мінералізаційних процесів у ґрунті теж збільшувалася пропорційно, від сої до ріпаку, і максимального значення сягала для ріпаку, коефіцієнт мінералізації-імобілізації складав – 1,42, що в 2,4 рази вище, ніж при вирощуванні сої. Сукцесійно-динамічні зміни мікробного угруповання ґрунту пов'язані, в першу чергу, з впливом на біоценоз вирощуваних культур та абіотичних чинників, таких як температура та вологість.

У дослідженнях біомаса бактерій при застосуванні мінеральних добрив збільшувалася порівняно з варіантом без добрив у понад – 1,2 і більше разів, при застосуванні біопрепаратів (ризобіфіт, діазофіт) в 1,8 і більше разів. Тобто застосування мінеральних азотних добрив знижувало азотфіксувальний потенціал бобових культур. Чисельність олігонітрофільних бактерій, що беруть участь у трансформуванні залишкових кількостей органічної речовини в 1,6 разів, а стрептоміцетів – у 2,1 разів.

Дослідження амоніфікуючої та нітрифікуючої здатності ґрунту при вирощуванні досліджуваних рослин показали, що використання мінеральних добрив, а особливо біопрепаратів позитивно впливає на ці показники.

Результати досліджень показали, що вирощуванні рослин без добрив порівняно з використанням мінеральних добрив і біопрепаратів сприяє збільшенню виділення CO₂ у 2 рази (табл. 3).

Таблиця 3

Інтенсивність виділення CO₂ і поглинання O₂ ґрунтом при вирощуванні досліджуваних рослин за різних видів добрив

Варіант	Інтенсивність виділення CO ₂ і поглинання O ₂ , мкг/г	
	CO ₂	O ₂
Контроль – без добрив:		
соя	2,8	2,3
козлятник	3,2	2,8
пшениця	2,4	2,1
ріпак	3,0	2,8
перець	1,9	2,1
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ :		
соя	5,4	5,1
козлятник	4,1	4,5
пшениця	4,3	5,0
ріпак	4,9	4,8
перець	4,8	5,3

Примітка: x/ P = 0,05; t_{st} = 3,31

Такі самі закономірності спостерігали і за визначення поглинання O₂. При вирощуванні сільськогосподарських культур без добрив у ґрунті складаються менш сприятливі умови для життєдіяльності мікроорганізмів, у результаті чого знижується його біологічна активність.

Важливе значення для уявлення про характер і функції мікроорганізмів, що населяють ґрунт, має вивчення мікробного пейзажу [18].

	<p>Рис. 1. Мікробний пейзаж дерново-підзолистого ґрунту при вирощуванні <i>Capsicum annum L.</i> без добрив. Зб. х 1000 1,2,3,4 – бактерії; 5,6 – гриби зі спороношенням; 7,8 – грибне спороношення; 9 – депресивний міцелій мікроскопічного гриба; 10 – стрептоміцет; 11 – проростаюча спора актиноміцету; 12 – амеба; 13 – нематода</p>
	<p>Рис. 2. Мікробний пейзаж дерново-підзолистого ґрунту при вирощуванні <i>Capsicum annum L.</i> з $N_{60}P_{60}K_{60}$ Зб. х 1000 1,2,3,4 – бактерії; 5 – бактерії на поверхні актиноміцету; 6 – мікроскопічні гриби; 7,8 – спороношення мікроскопічного гриба; 9 – скупчення бактерій на місці мацерованої грибної гіфи; 10 – спороношення актиноміцета; 11 – обростання актиноміцетом органічної частини; 12 – водорості; 13 – нематода.</p>
	<p>Рис. 3. Мікробний пейзаж дерново-підзолистого ґрунту при вирощуванні <i>Capsicum annum L.</i> з внесенням діазофіту Зб. х 1000; 1-8 – різноманітні форми бактерій; 9 – двохкомпонентний ценоз, що складається з мікроскопічного гриба і бактеріальної колонії; 10 – обростання грибної гіфи бактеріями; 11 – ланцюжок спороносних бактерій; 12 – плодоношення мікроскопічного гриба; 13 – актиноміцети; 14 – амеба; 15 – діатомові водорості.</p>

Нами на прикладі перцю встановлено, що вирощування *Capsicum annuum L.* із застосуванням мінеральних і бактеріального препарату діазофіту у порівнянні з варіантами без добрив підвищує густину мікробних обростань каналів капілярів і сприяє збільшенню якісної різноманітності складу мікроорганізмів, що їх заселяють. Серед мікроорганізмів домінуюче становище займають бактерії, які утворюють короткі ланцюжки клітин, мікроколонії і безформні скупчення (рис. 2 - (1-4), рис. 1 – (1-8)). По всьому полю зору розсіяні одинокі клітини спороутворюючих бактерій або їх невеличкі групки. Досить представницькими є мікроскопічні гриби (рис. 1 - (5-9), рис. 2 – (6-8), рис. 3 – (9,12)).

Із водоростей найбільше представницькою є група ціанобактерій, а з найпростіших – амеби. Привертає увагу, домінуюча присутність у ґрунті без добрив при вирощуванні *Capsicum annuum L.* нематод (рис. 1 - (13)), спостерігаються анастомози гриба. При внесенні мінеральних добрив також спостерігається присутність нематод (рис. 2.-(13)). Нематоди відсутні у варіанті з застосуванням діазофіту. Наявність нематод може слугувати показником несприятливого фітосанітарного стану ґрунту.

Якщо порівняти мікробні пейзажі дерново-підзолистого ґрунту за різних систем удобрення, то мікробні пейзажі ґрунту при використанні діазофіту характеризується найбільшою бактеріальною різноманітністю у порівнянні з варіантами удобрення (рис. 3.-(1-8)). Розташування бактеріальних асоціацій здебільшого хаотичне, групове.

Сукупність відносин, які складаються у біотичній спільноті, дуже складні, різноманітні і відповідають вище переліченим варіаціям залежно від того, стимулюється чи обмежується життєдіяльність кожного з них, і часто до кінця не вивчені. Це стосується перш за все відносин між ризобіями та фітопатогенними бактеріями [7, 24].

Нами на прикладі сої проведення вивчення впливу бактеріальних, грибних метаболітів та вірусної інфекції на нітрогеназну активність бульбочок. Дослідження безпосереднього впливу фільтратів культуральних рідин *Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea* (кутаста плямистість), *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines* (пустульний бактеріоз), *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci* (дикий опік), – *Fusarium oxysporum* (фузаріоз), *Ascochyta sojaecola* Abramov (аскохітозу) та водного екстракту хворих рослин сої на вірусну мозаїку на симбіотичну систему соя – бульбочкові бактерії показали, що під їх дією змінюється азотфіксувальна активність бульбочок сої. При замочуванні бульбочок в культуральних рідинах та водному екстракті зазначених фітопатогенних мікроорганізмів значно знижувалась їх нітрогеназна активність у порівнянні з контрольним варіантом (табл. 5) [7, 19].

Таблиця 5

Вплив культуральної рідини фітопатогенних бактерій, грибів та ВМС на нітрогеназну активність бульбочок сортів сої [33]

Варіант	Нітрогеназна активність, мкмоль C ₂ H ₄			
	на 1 рослину за годину		на 1г бульбочок за годину	
	Горлиця	КиВін	Горлиця	КиВін
Контроль (поживне середовище для бактерій)	5,87 ± 0,29	4,88 ± 0,17	6,03 ± 0,38	5,23 ± 0,24
Контроль (поживне середовище для грибів)	4,53 ± 0,32	4,76 ± 0,21	4,35 ± 0,21	5,05 ± 0,18
Культуральна рідина <i>Pseudomonas savastanoi</i> pv. <i>glycinea</i>	0,12 ± 0,02	0,09 ± 0,02	відсутня	відсутня
Культуральна рідина <i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>glycines</i>	0,31 ± 0,09	0,20 ± 0,05	0,12 ± 0,01	відсутня
Культуральна рідина <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tabaci</i>	0,24 ± 0,07	відсутня	0,09 ± 0,01	відсутня
Культуральна рідина <i>Fusarium oxysporum</i>	0,27 ± 0,06	відсутня	відсутня	відсутня
Культуральна рідина <i>Ascochyta sojaecola</i> Abramov	0,30 ± 0,12	0,14 ± 0,02	0,09 ± 0,01	Відсутня
Водний екстракт хворих рослин сої на вірусну мозаїку	5,33 ± 0,44	відсутня	5,76 ± 0,32	відсутня

Проте, при дії вірусу мозаїки сої (ВМС) зниження азотфіксувального потенціалу бульбочкових бактерій сої сорту Горлиця не виявлено. Дослідження безпосереднього впливу фільтратів культуральних рідин *Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea* (кутаста плямистість), *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines* (пустульний бактеріоз), *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci* (дикий опік), – *Fusarium oxysporum* (фузаріозу), *Ascochyta sojaecola* Abramov (аскохітозу) та водного екстракту хворих рослин сої на вірусну мозаїку та симбіотичну систему соя сорту КиВін – бульбочкові бактерії показали, що під їх дією змінюється азотфіксувальна активність бульбочок сої. Це дає змогу зробити висновок, що дія фітопатогенних бактерій, грибів та вірусів (ВМС) на симбіотичний апарат сої залежала від сорту, виду та агресивності штаму.

Висновки

У наших дослідженнях для бобових вміст амоніфікаторів був у – 1,5 і більше разів вищим, ніж при вирощуванні злакових, 3,5 і більше хрестоцвітої культури ріпаку, що свідчить про значне збагачення ґрунту органічною речовиною рослинного походження та забезпечення амонійним азотом за рахунок його фіксації з повітря. Відповідні зміни чисельності спостерігались у випадку з бактеріями, що використовують для свого живлення мінеральний азот. Максимальна чисельність цих мікроорганізмів у ґрунті була відзначена при вирощуванні ріпаку, пшениці, жита, перцю і становила відповідно – 9,4; 9,1; 8,9; 8,6 млн. КУО / г абс. сухого ґрунту. Це свідчить про значне використання цими культурами мінерального азоту. Позитивний баланс спостерігали і для азотобактера.

Дослідження амоніфікуючої та нітрифікуючої здатності ґрунту при вирощуванні досліджуваних рослин показали, що використання мінеральних добрив, а особливо біопрепаратів позитивно впливає на ці показники.

Результати досліджень показали, що вирощуванні рослин без добрив порівняно з використанням мінеральних добрив і біопрепаратів сприяє збільшенню виділення CO₂ у 2 рази. Такі самі закономірності спостерігали і за визначення поглинання O₂.

Дослідження безпосереднього впливу фільтратів культуральних рідин *Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea* (кутаста плямистість), *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines* (пустульний бактеріоз), *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci* (дикий опік), – *Fusarium oxysporum* (фузаріозу), *Ascochyta sojaecola* Abramov (аскохітозу) та водного екстракту хворих рослин сої на вірусну мозаїку та симбіотичну систему соя сорту КиВін – бульбочкові бактерії показали, що під їх дією змінюється азотфіксувальна активність бульбочок сої.

1. Аристовская Т.В. Микробиология подзолистых почв. — М.-Л.: Наука, 1965. — 187 с.
2. Аристовская Т.В. Теоретические аспекты проблемы численности, биомассы и продуктивности почвенных микроорганизмов. — Вопросы численности, биомассы и продуктивности почвенных микроорганизмов. — Л.: 1972. — С.7—20.
3. Болотина Н.И. О методике определения нитрификационной активности почв / Болотина Н.И., Абрамова К.А. — Агрехимия. — 1964.- №3.- С.110-117.
4. Возняковская Ю.М. Питательные среды для изучения корневых микроорганизмов / Возняковская Ю.М., Широков О.Г. — Труды Всесоюзного НИИ с.-х. микробиологии. — 1958. -15. — С.156—163.
5. Гадзало Я.М. Агробиология ризосферы растений: монография /Гадзало Я.М., Патыка Н.В., Заришняк А.С. — К. — Аграрна наука, 2015.— 386 с.
6. Гадзало Я.М. Агроекологічна інженерія в біоконтролю ризосфери рослин та формуванні здоров'я ґрунту: науково-методичні рекомендації /Гадзало Я.М., Патыка Н.В., Заришняк А.С. — К.: Аграрна наука, 2017. — 44 с.
7. Гвоздяк Р.І. Фітопатогенні бактерії. Бактеріальні хвороби рослин: [монографія: в 3-х т.] / Гвоздяк Р.І., Пасічник Л.А., Яковлева Л.М. та ін. — Т. 1. — К.: ТОВ «НВП «Інтерсервіс», 2011. — 444 с.
8. Методика полевого опыта /Б.А. Доспехов. — М.: Колос, 1973. — 336 с.
9. Звягинцев Д.Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1980. — 286 с.
10. Експериментальна ґрунтова мікробіологія: монографія /[В. В. Волкогон, О. В. Надкернична, Л. М. Токмакова та ін.]; за наук. ред. В. В. Волкогона. — К.: Аграр. наук., 2010. — С. 154—156.

11. *Игнатов В. В.* Молекулярные основы взаимоотношений ассоциативных микроорганизмов с растениями / В. В. Игнатов. // М.: Наука. — 2005. — 262 с.
12. *Коць С. Я.* Биологическая фиксация азота: генетика азотфиксации, генетическая инженерия штаммов / [С. Я Коць, В. В. Моргун, В. Ф. Патыка, та ін.], монографія: в 4-х т. — Т. 3. — К.: Логос, 2011. — 404 с.
13. *Лыков А.М.* К методике манометрического определения биологической активности почвы с применением аппарата Варбурга / Лыков А.М., Вьюгин С.М. . — Известия ТСХА, 1973. — № 4. — С.196—199.
14. *Патыка Н.В.* Роль *Linum usitatissimum l.* в формировании микробных сообществ подзолистых почв / Круглов Ю.В., Бердников А.М., Патыка В.Ф. //Мікробіологічний ж-л. — 2008. — 70. — № 1. — С. 59—70.
15. *Патика М.В.* Сучасні проблеми біорізноманітності і зміни клімату / Патика М.В., Патыка В.П. //Вісник аграрної науки. — 2014. — № 6. — С. 5—10.
16. *Патика В.П.* Мікробний біом різних ґрунтів й ґрунтово-кліматичних зон Полтавської області / Патика В.П., Тараненко С.В., Тараненко А.О., Калініченко А.В. // Мікробіологічний ж-л. — 2014. — № 5. — С. 20—25.
17. *Перфильев Б.В.* Капиллярные методы изучения микроорганизмов / Перфильев Б.В., Габбе Д.Р. — М.- Л.: Изд. АН СССР, 1961. — 534 с.
18. *Симочко Л.Ю.* Роль *Capsicum annum L.* у формуванні мікробної спільності дерново-підзолистих ґрунтів Закарпаття /Симочко Л.Ю., Кормош С.М., Патика В.П. //Вісник Харківського Національного аграрного університету.Серія біологія. — 2011. — Вип. 2 (23) . — С.95—104.
19. *Aliksieiev O.O.* Influence of biological products of the microbiom soil in the rhizosphere of *Glicine max* (L) Merr / Aliksieiev O.O., Patyka V.F. //SCIENSE AND WORLD. International scientific journal. — 2016. — II. —№12 (40). — P. 54—58.
20. *Brozowska A.* Development of residential areas in harmony with nature //Transformation management of economic at rural areas: collective monograph /edited by A.Brzozowska, A. Kalinichenko Brozowska A., Kalinichenko A., Patyka V., Zacharova O /. — Poltava, 2015. — 267 p.
21. *Kirilenko L.* Influence of biological products of the microbiom soil in the rhizosphere of *Galega oritntalis* L. / Kirilenko L., Patyka V. //SCIENSE AND WORLD. International scientific journal. — 2016. — II. — №12 (40). — P. 61—64.
22. *Lyudmyla Kirilenko* Influence plant pathogenic bacteria and fungi on the efficiency of the symbiotic system *Rhizobium galegae* — *Galega oritntalis* L / Lyudmyla Kirilenko, Antonina Kalinichenko, Volodymyr Patyka //Wybrane zagadnienia Rolnictwa i ekologii: [monografia]. — Opole, 2016. — P. 51—64.
23. *Lyudmyla Symochko* Soil Microbial Activity and Functional Diversity in Primeval Beech Forests / Lyudmyla Symochko, Volodymyr Patyka, Vitaly Symochko, Antonina Kalinichenko //Journal of Earth Science and Engineering. — 2015. — 5. — №6. — P. 363—371.
24. *Nutman P. S.* The influence of the legume in root—nodule symbiosis // Biol. Rev. — 1956. —Y. 31, № 2. — P. 109—151.
25. *Patyka V.P.* Phytopathogenic Bacteria in Contemporary Agriculture // Microbiologichny zhurnal. — 2016. — 78. — № 6. — P. 71—83.

В. П. Патыка

Институт микробиологии и вирусологии имени Д. К. Заболотного НАН Украины

МИКРОБИОМ РАСТЕНИЙ В БИОКОНТРОЛЕ ФИТОПАТОГЕННЫХ БАКТЕРИЙ

Приведены результаты исследования количественного и качественного состава микробных сообществ ризосферы пшеницы, сои, козлятника, люпина, рапса, перца пряного. Исследование аммонифицирующей и нитрифицирующей способности почвы при выращивании исследуемых растений показали, что использование минеральных удобрений, особенно биопрепаратов, положительно влияет на эти показатели. Показано, что выращивание растений без удобрений по сравнению с использованием минеральных удобрений и биопрепаратов способствует увеличению выделения CO₂ в 2 раза. Такие же закономерности наблюдали и за определение поглощения O₂. Исследование непосредственного влияния фильтратов культуральной жидкости *Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea* (угловатая пятнистость), *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines* (пустульный бактериоз), *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci* (дикий ожог) - *Fusarium oxysporum* (фузариоза), *Ascochyta sojaecola* Abramov (аскохитоза) и водного экстракта больных

растений сои на вирусную мозаику наблюдается снижение эффективности функционирования бобово-ризобияльной системы.

Ключевые слова: соя, козлятник, пшеница, рожь, рапс, перец, микробиом, биологическая активность почвы, фитопатогенные микроорганизмы

V. P. Palyuka

DK Zabolotny Institute of Microbiology and Virology, Ukraine

MICROBIOME OF PLANTS OF PHYTOPATHOGENIC MICROORGANISMS

The results of quantitative and qualitative composition of the microbial groups in rhizosphere of wheat, soybean, galega, lupine, rapeseed, and spicy pepper are presented. For legumes, the ammonitic content was >1.5 times higher than for cereals, >3.5 times higher than for cruciferous rape crops, which indicates a significant enrichment of the soil with an organic substance of plant origin and the provision of ammonium nitrogen due to its fixation from the air. Corresponding changes in the quantity were observed in the case of bacteria using mineral nitrogen for their growth. The maximum number of these microorganisms in the soil was noted during the cultivation of rape, wheat, rye, pepper and was - 9.4, 9.1, 8.9, and 8.6 million CFUs/ g of abs. dry soil, respectively. For micromycetes, the fluctuations in their number were not as significant as that of the bacterial flora, but it was higher in agrocenoses of wheat, lupine, rapeseed, and pepper than in the soil under soy, galega, and rye. Indicators of oligotrophy and pedotrophy of the soil increased with a change in culture in such order: soybean → lupine → galega → rye → pepper → wheat → rape, and their maximum value was reached when growing rape and was respectively 1.20 and 2.40. The increase of the pedotrophy index indicates an increase in the intensity of the organic matter decomposition in the soil, in particular of humus compounds, while an increase in the oligotrophy of the soil indicates a decrease in the nutrient content of the soil, in particular, of the available nitrogen.

These indicators were minimal during the cultivation of soybeans: oligotrophic coefficient – 0.30; the pedotrophy coefficient is 0.45, which are, respectively, 4 and 5.3 times lower than the maximum values of these indicators during the cultivation of rape. The intensity of mineralization processes in the soil also increased proportionally from soybean to rape, and the maximum value was reached for rape, where the mineralization-immobilization coefficient was 1.42, which is 2.4 times higher than that of soybean cultivation. The succession-dynamic changes of the microbial group of the soil are dependent on the impact of cultivated crops and abiotic factors on the biocenose.

It was shown that the cultivation of plants without fertilizers compared with the use of mineral fertilizers and biopreparations contributes to a 2 times increase in the release of CO₂ and the absorption of O₂. Investigation of direct influence of filtrate of culture liquids of *Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea*, *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines*, *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci*, *Fusarium oxysporum*, *Ascochyta sojaecola* Abramov and of aqueous extract of soybean plants infected with viral mosaic have been shown to reduce the efficiency of the bean-rhizobial system functioning.

Key words: soybean, galega, wheat, rye, rapeseed, pepper, microbiome, biological activity of soil, phytopathogenic microorganisms

Рекомендує до друку

Н. М. Дробик

Надійшла 16.02.2018

УДК 5.57.576.4

¹А. О. ПОТРОХОВ, ²Д. О. КЛИМЧУК, ²С. М. ЩЕРБАКОВ, ³О. П. ТРОХИМЕНКО

¹Інститут клітинної біології та генетичної інженерії Національної академії наук України

вул. Академіка Заболотного, 148, Київ, 03680

²Інститут ботаніки імені М. Г. Холодного Національної академії наук України

вул. Терещенківська, 2, Київ, 01601

³Національна медична академія післядипломної освіти імені П. Л. Шупика

вул. Дорогожицька, 9, Київ, 04112

УЛЬТРАСТРУКТУРНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОВІДНИХ ПУЧКІВ ЛИСТКІВ ТРАНСГЕННИХ РОСЛИН ЦИКОРІЮ З ГЕНОМ ІНТЕРФЕРОНУ АЛЬФА 2b ЛЮДИНИ, ІНФІКОВАНИХ ВІРУСОМ ТЮТЮНОВОЇ МОЗАЇКИ

Здійснено оцінку активності екстрактів з трансгенних рослин цикорію з геном інтерферону α -2b людини. При тестуванні екстрактів, отриманих з трансгенних рослин, на культурі клітин перещеплювальних текстикул порослят (ПТП), яка була інфікована вірусом везикулярного стоматиту (ВВС), виявили інтерферон подібну активність від 942 до 1884 МО/г маси. Разом з тим, рослини не набули стійкості до інфекцій. Інфікування трансгенних рослин фітовірусом призводило до розвитку захворювань. Електронно-мікроскопічними методами була досліджена ультраструктура клітин трансгенних рослин. В результаті не виявлено суттєвих відмінностей між ультраструктурою клітин трансформованих рослин та дикого типу як до, так і після інфікування ВТМ.

Ключові слова: інтерферон, трансгенні рослини, фітовіруси

Відомо, що вірусні хвороби рослин приводять до значного зниження урожайності сільськогосподарських культур у світі. Одним з ефективних шляхів подолання цієї проблеми є використання методів генетичної інженерії для створення стійких рослин. Стійкість таких рослин, може бути обумовлена низкою генів вірусної природи, які кодують, наприклад, капсидний (СР) або транспортний білок вірусів. Так, були створені рослини тютюну, в яких експресувався СР вірус тютюнової мозаїки (ВТМ) [1-3]. Також були створені рослини конюшини з стійкі до альфамозаїку вірусу [4].

Однак, незважаючи на успіхи у створенні стійких рослин, на сьогоднішній день залишається актуальним питання вивчення впливу вірусної інфекції на ультраструктуру клітин трансформованих рослин. Так, при дослідженні впливу ВТМ на мезофільні клітини тютюну було показано, що віріони локалізувались в цитоплазмі та в вакуолі, у той же час в пластидах і ядрі вони не були виявлені. Відомо, що у інфікованих рослин збільшується клітинна стінка та кількість крохмальних зерен і мітохондрій [5]. Показано, що ВТМ впливає на плазмодесми, розширюючи їх для поліпшення транспортування вірусної РНК по рослинному організму [6, 7]. Однак, поряд з вірусним ураженням, отримані біотехнологічні рослини піддаються подвійній стресовій дії, обумовленій як контактом з агробактеріями, так і з вірусом. Крім того, досі не припиняються дискусії, щодо можливих негативних впливів генетичної трансформації безпосередньо на рослини, в тому числі, на ультраструктуру їхніх клітин. Питання, що стосується ультраструктури клітин трансгенних рослин та структури клітин інфікованих рослин, ще не вивчені.

Ця робота була спрямована на вивчення ультраструктури клітин інтактних рослин цикорію з геном *ifn- α 2b* людини, а також трансгенних рослин, які були інфіковані вірусом тютюнової мозаїки.

Матеріал і методи досліджень

Для генетичної трансформації рослин цикорію *Cichorium itybus* L. використовували бактерії *Agrobacterium tumefaciens*, штам GV3101, що несуть вектор PCB 124 з цільовим геном *ifn- α 2b*

людини під 35S промотором і селективним геном *nptII*. Експланти кокультивували з бактеріальною суспензією 30 хв., після цього їх переносили на агаризоване середовище МС [8] з додаванням 2,5 мг/дм³ 6-бензиламінопурину (БАП), 0,05 мг/дм³ 1-нафтилоцтовлої кислоти (НОК), 500 мг/дм³ цефотаксиму і 25 мг/дм³ канаміцину для регенерації рослин. Отримані на селективному середовищі зелені рослини субкультивували на агаризованому середовищі 1/2 МС з додаванням 25 мг/дм³ канаміцину та 500 мг/дм³ цефотаксиму.

Для отримання екстрактів листки рослин висушували та зважували. Сухий матеріал розтирали на льоду у фосфатному буфері (рН 7,4) та центрифугували 15 хв., 15 тис. г при +4 °С. Супернатант відбирали, додавали фосфатний буфер з 1% додецил сульфату натрію та 1 мМ РМSF, центрифугували при +4 °С 15хв. 15 тис. г, супернатанти змішували.

Визначення противірусної активності досліджуваних екстрактів рослин проводили за пригніченням цитопатичної дії тест-вірусу у субстратзалежній культурі перещеплювальних клітин тестикул поросят (ПТП), одержаній із вірусологічної лабораторії ДУ "Інститут отоларингології ім. Коломійченка АМН України". Як тест-вірус використовували вірус везикулярного стоматиту (ВВС), штам Indiana з інфекційним титром 4,0 ІgТЦД 50/0,1 мл з музею кафедри вірусології НМАПО ім. П.Л. Шупика МОЗ України. Як референтний препарат використовували рекомбінантний інтерферон людини альфа-2b з противірусною активністю 100 000 МО/мл виробництва НПО "Біофарма" Україна. Дослідження проводили мікрометодом у 96-лункових культуральних планшетах Sarstedt (Німеччина).

Активність інтерферону у досліджуваних зразках розраховували за формулою:

$$N \text{ (МО/мл)} = A_{\text{досл.}}/A_{\text{реф.}} \times P, \text{ де}$$

$A_{\text{досл.}}$ – розрахована активність інтерферону досліджуваного зразка;

$A_{\text{реф.}}$ – розрахована активність інтерферону референтного зразка;

P – активність інтерферону референтного зразка в початковій концентрації в МО/мл.

Для інфікування рослин використовували дикий штам ВТМ, отриманий на кафедрі вірусології ННЦ "Інститут біології" КНУ ім. Т. Шевченка. Інфікування проводили в умовах теплиць шляхом механічної інокуляції вірусу в поверхню листя цикорію.

Ультраструктуру клітин провідних пучків вивчали методом електронної мікроскопії. Для цього центральну жилку рослини розрізали та фіксували 3%-ним розчином глутаральдегіду ("Merck", Німеччина) в 0,1 М какодилатному буфері (рН 7,2) упродовж 3 год. з дофіксацією 1%-ним розчином тетраоксиду осмію в тому ж буфері впродовж 1 год. за кімнатної температури та 12 год. – за +4°C. Зразки зневоднювали в етанолі та заливали у суміш епоксидних смол (Epon 812-Araldite) [9]. Поперечні сріблясто-золотисті зрізи отримували на ультрамікроскопі LKB 8800, зрізи фарбували цитратом свинцю [10] й досліджували в трансмісійному електронному мікроскопі JEM-I230 (JEOL, Токіо, Японія) при напрузі 100 кВ.

Морфометричний аналіз проводили за допомогою програми UTHSCSA Image Tool 3.0. Відхилення вираховували з допомогою програми Excel пакету Microsoft Office 2010; відсоток достовірності склав 95% ($p \leq 0,05$).

Результати досліджень та їх обговорення

Методом агробактеріальної трансформації були отримані трансформовані рослини цикорію. Методом полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР) була доведена присутність генів *ifn- α 2b* і *nptII*. Далі визначали, чи мають екстракти отриманих рослин противірусну інтерферонподібну активність. Аналіз активності проводили з використанням субстратзалежної культури клітин ПТП, інфікованих ВВС. Було виявлено, що отримані екстракти дійсно мали інтерферон подібну активність у межах від 942 до 1884 МО/г. Як видно з табл. 1, екстракти контрольних нетрансформованих рослин активності не мали.

Отже, методом агробактеріальної трансформації були отримані трансгенні рослини з геном *ifn- α 2b* людини, екстракти яких мали інтерферонподібну противірусну активність. Оскільки візуальних проявів ураження на листових пластинках не спостерігали, то через 3 тижні після ураження був проведений ПЛР аналіз, який підтвердив присутність вірусної РНК в інфікованих рослинах. Таким чином, незважаючи на те, що екстракти трансгенних рослин виявляли антивірусну активність, ці рослини були чутливі до ВТМ.

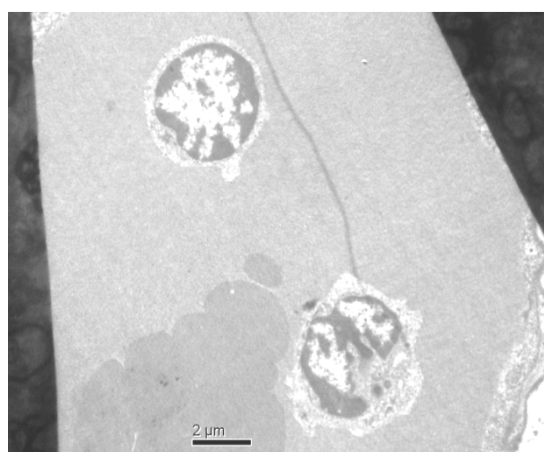
Противірусна активність екстрактів рослин цикорію з геном *inf a2b* людини при тестуванні на клітинах ПТП, інфікованих ВВС

Рослина (№ лінії)	Вектор	МО/г маси
<i>Cichorium itybus</i> , №1	pCB 124	1884
<i>Cichorium itybus</i> , №2	pCB 124	942
<i>Cichorium itybus</i> , контроль		0

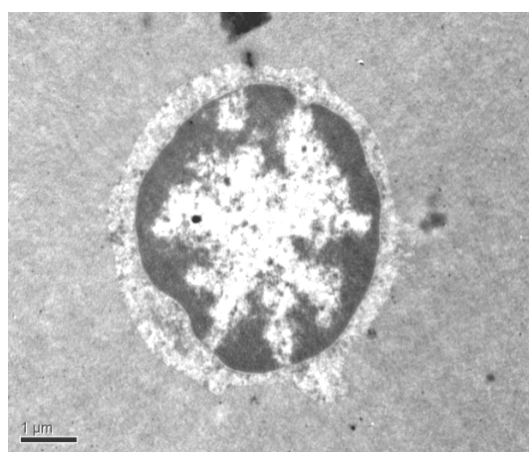
Раніше електронно-мікроскопічними методами нами було досліджено ультраструктуру мезофільних клітин трансформованих рослин тютюну з геном інтерферону людини [11]. Однак, оскільки на листових пластинках цикорію ВТМ не має характерних візуальних проявів, було вирішено дослідити ультраструктуру провідних пучків, в яких відбувається перенесення віріонів. Для проведення електронно-мікроскопічних досліджень було використано поперечні зрізи провідних пучків трансгенних рослин *C. intybus*, інфікованих ВТМ. При дослідженні діаметральних зрізів виявлялося 2-3 хлоропласти, які були розташовані переважно по периферії біля цитоплазматичної мембрани. Строма хлоропластів мала розвинуту внутрішню мембранну систему. Пластиди трансгенних рослин не відрізнялися за своєю будовою від будови пластид у контрольних рослинах (рис. 1).

Після інфікування ВТМ в провідних тканинах накопичувалася незначна кількість вірусних часток, які виявлялися у вигляді поодиноких віріонів, агрегати віріонів майже не зустрічалися. Виявлені віріони були розміром приблизно 300 ± 50 нм (рис. 2). Віріони були помічені як в контрольних нерансформованих, так і в трансформованих рослинах, та не призводили до патологічних зміни у клітинах рослин. Мала кількість вірусних часток, вірогідно, обумовлена тим, що на відміну від рослин тютюну, для яких ВТМ є типовим збудником інфекцій, рослини цикорію не є типовим живителем для нього. Це підтверджується відсутністю характерних проявів вірусу у рослинах цикорію, які спостерігаються в рослинах тютюну. Отже, процеси, які пов'язані з реплікацією і транспортом вірусу в рослинах цикорію, ймовірно, ускладнені та відрізняються від тих процесів, які відбуваються в рослинах тютюну.

При дослідженні провідної тканини у деяких ділянках виявляли скупчення мультивезикулярних тіл, які, вірогідно, відшнуровувалися від основної цитоплазми внаслідок автолітичних процесів. Також на діаметральному зрізі клітини виявляли мітохондрії, які характеризувалися тенденцією до підвищення кількості крист у трансгенних рослин порівняно до контролю. Також, відмічено вільні рибосоми, полірибосоми; диктіосоми з незначною кількістю везикул Гольджі. Клітинні стінки суміжних клітин були пронизані плазмодесмами, середня товщина яких становила від 220–240 до 300–320 нм без помітних змін у структурній організації плазмодесм у клітинах (рис. 1).



A



B

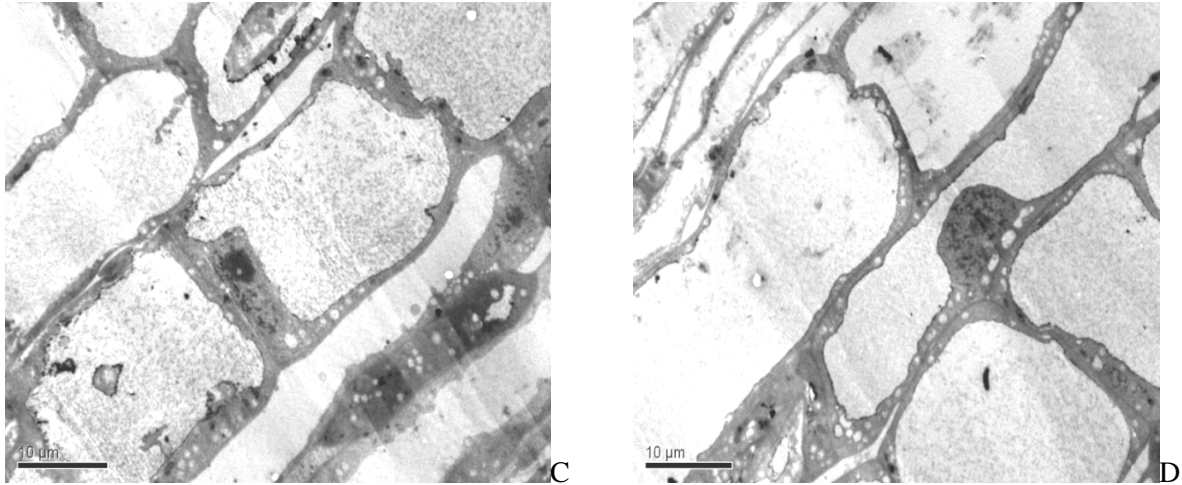


Рис. 1. Ультраструктура клітин провідних пучків рослин цикорію з геном *inf a2b* людини.

Примітки: А, В – поздовжній переріз провідних клітин нетрансформованих рослин цикорію; С, D – поперечний переріз провідних клітин нетрансформованих та трансформованих рослин цикорію.

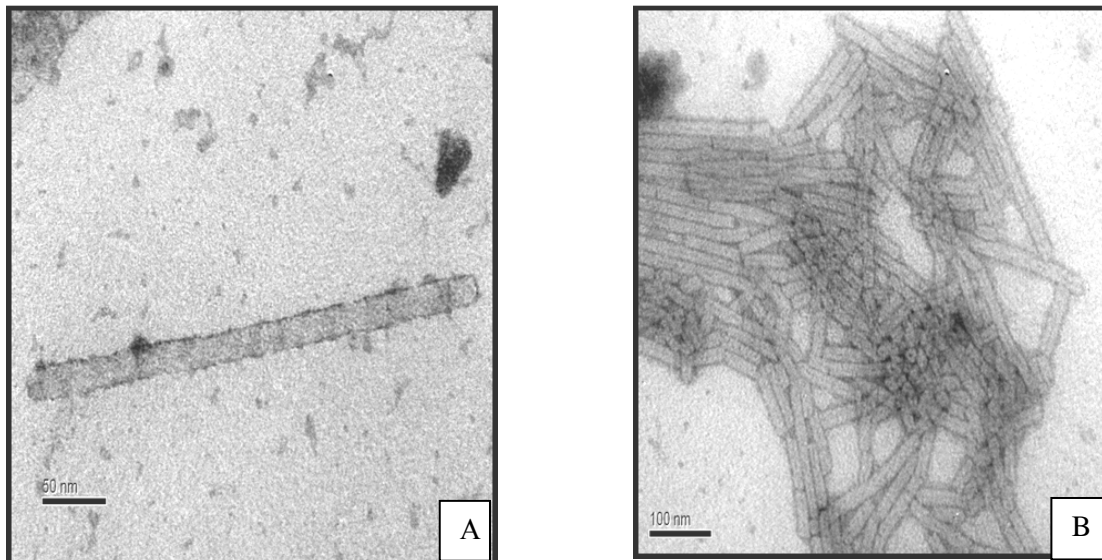


Рис. 2. Віріони ВТМ у провідних клітинах рослин цикорію.

Примітка: А – поодинокі віріони ВТМ; В – скупчення вібріонів ВТМ.

Аналізуючи отримані результати, можна дійти до висновку, що генетична трансформація рослин цикорію не призводила до помітних змін в ультраструктурі провідних клітин рослин. Не було виявлено патологічних процесів, які спричинені перенесенням чужорідного гену, трансгенні рослини не відрізнялися від дикого типу як за загальною морфологією рослини, так і за ультраструктурою своїх клітин. При дослідженні клітин рослин, які інфіковані ВТМ, не було встановлено принципової різниці між трансгенними та контрольними рослинами. Реакція цих рослин на фітовірусну інфекцію була схожою. Збільшення кількості мультівезикулярних тіл у клітинах контрольних інфікованих рослин у порівнянні з клітинами інфікованих трансгенних рослин, вірогідно, є лише наслідком підвищених автолітичних процесів. Однак, поряд з цим екстракти отриманих нами трансгенних рослин показали інтерферон подібну

протівовірусну активність на клітинах ПТП, які інфіковані ВВС, що може свідчити про активність перенесеного гену інтерферону. Відсутність змін в ультраструктурі клітин трансгенних інфікованих ВТМ рослин порівняно з ультраструктурою контрольних інфікованих рослин може вказувати на те, що інтерферон, який синтезувався в організмі рослин, не впливав на репродукцію фітовірусу [12, 13].

Висновки

Генетична трансформація не призводила до змін ультраструктури клітин рослин, що було показано електронно-мікроскопічним аналізом клітин трансгенних і контрольних рослин цикорію.

Хоча перенесений ген *ifn- a2b* був активним, а екстракти з трансгенних рослин мали інтерферон подібну протівовірусну активність (у межах 942 до 1884 МО/г маси) при впливі на культуру клітин ПТП, інфіковану ВВС, як контрольні, так і трансгенні рослини з геном *ifn- a2b* людини, були чутливі до ВТМ.

Методами електронної мікроскопії показано, що ультраструктура клітин трансгенних рослин, інфікованих ВТМ, не мала значних відмінностей від ультраструктури клітин контрольних інфікованих рослин. В інфікованих клітинах накопичення віріонів, їх локалізація, не відрізнялися.

1. Nelson R. Delay of disease development in transgenic plants that express the tobacco mosaic virus coat protein gene / R. Nelson, D.E. Barun // Science. — 1986. — Vol. 232. — P.738—743.
2. Savenkov E. Coat protein gene-mediated resistance to Potato virus A in transgenic plants is suppressed following infection with another potyvirus. / E. Savenkov, J. Valkonen // J Gen Virol. — 2001.— Vol. 82. — P.2275—2278.
3. Prins M. Strategies for antiviral resistance in transgenic plants. / [M. Prins, M. Laimer, M. Tepfer et al.] // Molecular plant pathology. —2008.— Vol. 9. — P.73—83.
4. Panter S. Molecular breeding of transgenic white clover (*Trifolium repens* L.) with field resistance to Alfalfa mosaic virus through the expression of its coat protein gene. / [S. Panter, P.G. Chu, E. Ludlow, R. Garrett et al] // Transgenic Res. — 2012.— Vol. 21. — P. 619—632.
5. Wei Sheng Ultrastructural differences of RMV and TMV infected *Nicotiana tabacum* mesophyll cells for distinguishing virus strains. / Wei Sheng, Wu Xue Bao // Weishengwu Xuebao. — 1998.—Vol. 38 — P. 422-7.
6. Reicler C. Tobacco mosaic virus infection induces severe morphological changes of the endoplasmic reticulum. / C. Reicler, N. Roger // Cell Biology Proc. Natl Acad. Sci. — 1998. —Vol 95.— P.11169—11174.
7. Reunov A. Effect of tobacco mosaic virus strains on the ultrastructure of tobacco leaf parenchymal cells. / A. Reunov, V.Gnutova, I. Lapshina // Izv Akad Nauk Ser Biol. — 2006.— Vol. 33. — P. 409—415.
8. Murashige T. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. / T. Murashige, F. Skoog // Physiol Plant. — 1962.—Vol. 15. — P. 473—497.
9. Klymchuk D. Cytochemical localization of calcium in soybean root cap cells in microgravity. / D. Klymchuk, C. Brown, D. Chapman, T. Vorobyova, G. Martyn // Adv. Space Res. — 2001.— Vol. 27. — P. —967—72.
10. Reynold S. The use of lead citrate at high pH as an electron opaque stain in electron microscopy. / S. Reynold // J. Cell Biol. — 1963.— Vol. 17. —P.208—212.
11. Potrokhov A. Ultrastructure characteristics of mesophyllous cells of transgenic tobacco plants with human interferon alpha 2b gene infected by tobacco mosaic virus. / [A. Potrokhov, D. Klymchuk, Yu. Akimov et al.] // Genetics and Plant Physiology — 2014. — Vol. 4. P. 174—181.
12. Robert H. Viral Encounters with 2',5'-Oligoadenylate Synthetase and RNase L during the Interferon. / H. Robert //Antiviral Response J. Virol. — 2007.— Vol. 81. — P.12720 et al 12729.
13. Pyung Ok Lim Multiple virus resistance in transgenic plants conferred by the human dsRNA-dependent protein kinase. / Pyung Ok Lim, Ung Lee // Molecular Breedin. — 2002. — Vol. 10. —P. 11—18.

A. A. Potrokhov, D. A. Klimchuk, S. N. Sherbakov, E. P. Trohimenko

Институт клеточной биологии и генетической инженерии Национальной академии наук Украины

Институт ботаники им. М.Г. Холодного Национальной академии наук Украины

Национальна медицинская академия последиplomного образования им. П. Л. Шупика

УЛЬТРАСТРУКТУРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОВОДЯЩИХ ПУЧКОВ ЛИСТЬЕВ
ТРАНСГЕННЫХ РАСТЕНИЙ ЦИКОРИЯ С ГЕНОМ ИНТЕРФЕРОНА АЛЬФА 2В
ЧЕЛОВЕКА, ИНФИЦИРОВАННЫХ ВИРУСОМ ТАБАЧНОЙ МОЗАЙКИ

Осуществлена оценка активности экстрактов из трансгенных растений цикория с геном интерферона α -2b человека. При тестировании экстрактов, полученных из трансгенных растений, в культуре клеток перевивных текстикул поросят (ПТП), которая была инфицирована вирусом везикулярного стоматита (ВВС), обнаружили интерфероноподобную активность от 942 до 1884 МЕ / г массы. Вместе с тем, растения не приобрели устойчивость к фитовирусной инфекции ВТМ. Инфицирования трансгенных растений фитовирусом приводило к развитию заболевания. Электронно-микроскопическими методами была исследована ультраструктура клеток трансгенных растений. Не было обнаружено существенных ультраструктурных различий между клетками трансформированных растений и дикого типа как до так и после инфицирования.

Ключевые слова: интерферон, трансгенные растения, фитовирус

A. A. Potrokhov, D. A. Klimchuk, S. N. Sherbakov, E. P. Trohimenko

Institute of Cell Biology and Genetic Engineering of the National Academy of Sciences of Ukraine

Institute of Botany of the National Academy of Sciences of Ukraine

National medical academy of post-graduate education P.L.Shupik Heals ministry of Ukraine

ULTRASTRUCTURAL CHARACTERISTIC OF CONDUCTING BEAMS IN TRANSGENE
CHICORY PLANTS WITH THE HUMAN INTERFERON ALPHA 2B GENE, INFECTED BY
TOBACCO MOSIC VIRUS

Viral diseases lead to a significant decline in crop yields in the world. Using genetic engineering methods it is possible to create resistant plants to viral infections. But, despite success of these methods, influence of viral infection on the cells ultrastructure in transformed plants remains unclear. For example, in normal, viruses are localized in mesophilic cells in the cytoplasm and in vacuole. To improve viral RNA transport into the plant organism, TMV change plasmodes, expanding them. However, the biotechnological plants undergo a double stress action, caused by contact with vectors in the process of transformation and with the virus infection. Possible negative effects of genetic transformation on plants and, in particular, on the cells ultrastructures are still unknown. Also the question of the cells ultrastructure in transgenic plants after viral infected has not yet been studied. The aim of this work was to investigate the cells ultrastructure of intact chicory plants with the human *ifn- α 2b* gene, infected by TMV.

The transformed plants of chicory were obtained by agrobacterial transformation. The PCR method confirmed the presence of the *ifn- α 2b* and *nptII* genes. Interferon antiviral activities were obtained from the extracts from transgenic plants. Activity analysis was performed using a substrate-dependent culture of PTP cells infected by VSV. It was found that the extracts actually had interferon-like activity in the range from 942 to 1884 IU / g. Despite this activity transgenic plants were susceptible to tobacco mosaic virus. The conducted electron microscopic analysis of transgenic and control chicory plants did not show any significant differences in cells ultrastructure. Genetic transformation did not lead to changes in the ultrastructure in plant cells. The cells ultrastructure in transgenic plants, infected by TMV, did not significantly differ from the cells ultrastructure in control infected plants. In infected cells, the accumulation of virions, their localization and morphological changes in plants were the same. As a result, it has been shown that transgenic plants in their morphology and cell structure were similar with wild-type plants. Viral infection in such plants proceeds in the same way as in wild-type plants and does not lead to a significant difference. We ascertain the fact that cell ultrastructure between transgenic type and wild type plants was the same.

This fact gives us reason to argue that genetic engineering does not lead to negative consequences on the cell ultrastructure. Also that the development of pathological reactions caused by virus in transgenic plants and wild-type plants was similar. Consequently, based on these parameters transgenic plants are not altered from wild-type plants and can be used in agriculture.

Key words: interferon, transgenic plants, phytovirus

Рекомендує до друку

Надійшла 23.02.2018

Н. М. Дробик

УДК 57.086.83:661.874:504.5

О. В. ШТАПЕНКО, Ю. І. СЛИВЧУК, І. І. ГЕВКАН

Інститут біології тварин НААН, Львів
вул. В. Стуса, 38, Львів, 79034

ВПЛИВ ХЛОРИДУ НІКЕЛЮ НА МОРФОФУНКЦІОНАЛЬНІ ТА МЕТАБОЛІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ КЛІТИН *IN VITRO*

Досліджено залежність росту та метаболічних змін у клітинах яйцепроводів корів за різної концентрації хлориду нікелю. Показано, що обидві концентрації хлориду нікелю 100 та 150 мкг/мл спричиняють зниження проліферативного росту клітин яйцепроводів впродовж 72 годин культивування, однак більш виражений вплив виявлено за вищої дози сполуки.

Зниження інтенсивності проліферації клітин, зумовлене хлоридом нікелю, супроводжувалася змінами метаболічних процесів у культурі клітин. Виявлено, що вища концентрація вірогідно знижує виживання клітин, їх здатність до поділу ($P < 0.001$), знижує інтенсивність споживання фосфору ($P < 0.001$) та вірогідно підвищує вміст кальцію ($P < 0.01$).

Ключові слова: культура клітин in vitro, нікель хлорид, проліферація, цитотоксичність

Значне забруднення довкілля важкими металами як продуктів техногенної діяльності, викликає у тварин зниження функціональної активності репродуктивної системи і, зокрема, її активних клітинних елементів, таких як ростучі фолікули, епітелій яйцепроводів та маткових залоз, які відіграють провідну роль в оогенезі, ембріогенезі та живленні ембріонів [2, 3].

Дослідження впливу сполук важких металів в умовах *in vitro* дозволяє реєструвати навіть незначні зміни на клітинному рівні, які проявляються у вигляді різних патологічних порушень на рівні організму, оскільки вивчення органоспецифічної дії сполук в умовах *in vivo* ускладнене структурною та функціональною гетерогенністю клітин організму. Найбільш важливим в цьому аспекті є визначення цитостатичного та цитоцидного (генотоксичності) ефекту, оскільки відомо, що ушкодження ДНК можуть ініціювати злякисне переродження клітин, а в разі змін ДНК у статевих клітинах виникає небезпека для здоров'я нащадків [2].

Нікель належить до групи ультрамікроелементів. Він є кофактором низки ферментів, зокрема, 5-нуклеозидфосфатази, аргінази, уреаз, ацетил-КоА-декарбоксилази, Ni/Fe-гідрогенази, ензимів шлунко-кишкового тракту [5, 8, 14]. У період ембріонального розвитку нікель концентрується у тканинах та органах, які пов'язані з кровотворною функцією, задіяні в біосинтезі гормонів, вітамінів, біологічно активних речовин. Так, у період ембріогенезу нікель виявляється в печінці і селезінці плода людини на 20-25 тижні [4]. Абсорбція нікелю при вагітності та лактації збільшується.

Біологічна роль нікелю пов'язана з його участю в структурній організації та функціонуванні основних клітинних компонентів – ДНК, РНК та білку. Відомо, що іони Ni^{2+}

стабілізують структуру нуклеїнових кислот та рибосом [12, 15], однак їх надлишок змінює протікання процесу біосинтезу білка внаслідок гідролізу тРНК.

Поряд із цим, доведено, що іони нікелю є досить агресивним мутагенним, канцерогенним і токсичним фактором. Згідно класифікації Міжнародного агентства з дослідження раку (IARC) деякі сполуки нікелю (металічна пилюка нікелю та гіпосульфат нікелю) визнані канцерогенними та включені до офіційного реєстру канцерогенних речовин ВООЗ як один з найбільш небезпечних забруднювачів навколишнього середовища [6]. Відомо, що генотоксичний ефект іонів важких металів реалізується як через механізми порушення структури ДНК за безпосереднього впливу на процеси транскрипції, трансляції та реплікації [9], так і через пригнічення системи антиоксидантного захисту [20]. Іони нікелю здатні викликати одно- та дволанцюгові розриви, модифікацію основ (наприклад формування 8-гідроксидезоксигуанозинових похідних), формування поперечних зшивок ДНК. Такі ушкодження запускають механізми зупинки клітинного циклу та репарацію ДНК, а у разі критичних ушкоджень, активуються процеси апоптозу чи виникає потенціальна загроза ініціації канцерогенезу [16].

Токсична дія іонів нікелю зумовлена ослабленням антиоксидантного захисту клітини через зв'язування іонами металів сульфгідрильних груп глутатіону та ліпоєвої кислоти [6]. Це призводить до індукції оксидативного стресу, підвищення вмісту активних форм кисню, що викликає ушкодження ДНК і також дестабілізує реалізацію генетичного матеріалу.

У ряді досліджень було виявлено, що негативний вплив важких металів, зокрема, нікелю може бути пов'язаний з індукцією епігенетичних модифікацій через метилювання цитозинових основ ДНК [1]. Особливо важливим є період раннього ембріогенезу, оскільки саме в цей період відбувається фіксація основних епігенетичних маркерів [17], які здатні призводити до виражених фенотипічних наслідків.

Отже, дослідження впливу різних концентрацій важких металів у клітинних культурах репродуктивних органів дозволить з'ясувати механізми реалізації репродуктивної функції при інтоксикації тварин у зонах забруднених важкими металами. Проведення досліджень на культурі клітин *in vitro* дозволяє проводити експрес-оцінку токсичності та оптимальної дози речовин, дослідження порушень обміну речовин у клітині, вивчення цито- та органотоксичності.

Матеріал і методи досліджень

Експериментальні дослідження виконані на первинній культурі клітин яйцепроводів корів, яку отримували в асептичних умовах у лабораторії Інституту біології тварин НААН механічним подрібненням тканини, відмиванням від крові розчином Хенкса з додаванням гентаміцину (10 мкг/мл) з подальшим ресуспендуванням [7]. Клітини культивували в поживному середовищі 199, що містило 10 % ембріональної сироватки теляти, 40 мкг/мл гентаміцину у зволоженої атмосфері з 5 % CO₂ при +37 °С.

Для оцінки цитотоксичної дії хлориду нікелю клітини у концентрації $1,2 \times 10^6$ клітин /мл висаджували у 6-лункові планшети. Через 24 години після посадки клітин хлорид нікелю додавали у культуральне середовище у вигляді водного розчину у концентраціях 100 та 150 мкг/мл. Клітини культивували впродовж 3 діб за присутності іонів нікелю. Проліферативну активність клітин оцінювали мікроскопічно після фарбування трипановим синім. Для визначення функціональної активності культур клітин через кожні 24 години відбирали кондиційне середовище для визначення загального білку, вмісту глюкози, кальцію та фосфору на біохімічному аналізаторі Humalyzer 2000. Дослід проводили у трьох паралелях. Отримані результати обробляли загальноприйнятими статистичними методами з використанням t-критерію Стьюдента та за допомогою пакетів прикладних програм Microsoft Excel.

Результати досліджень та їх обговорення

Дослідження кінетики росту культури клітин яйцепроводів за умов інкубації з хлоридом нікелю показали, що обидві досліджувані концентрації знижують проліферативний ріст клітин упродовж культивування (рис. 1).

Однак, інгібування росту клітин при додаванні нікель хлориду у концентрації 150 мкг/мл було більш вираженими. Так, на 24 годину культивування кількість клітин у 2-й дослідній групі була вірогідно нижчою ($P<0,001$) порівняно з контрольною групою. Після 48 годин культивування у обох дослідних групах спостерігалася тенденція до зниження активності проліферативних процесів клітин яйцепроводів. На 72 годину культивування відмінності в концентрації клітин між контрольною і дослідними групами були значними та вірогідними ($P<0,001$; $P<0,001$).

Результати наших досліджень підтверджуються дослідженнями інших авторів про цитотоксичність іонів нікелю на епітеліальні клітини у вищих концентраціях [13, 19], тоді, як нижчі дози здатні ініціювати проліферацію клітин. Так, в експериментах на культурі клітин показано, що нікель хлорид проявляє цитотоксичний ефект у дозі вище 0,75мМ. Нижчі концентрації $NiCl_2$ (0,25 до 0,5 мМ) викликають арест G0/G1 фази, тоді як більш високі концентрації (від 0,5 до 2 ммоль) призводять як до затримки клітинного циклу у фазі S і G2 / M, так і до індукції апоптозу в культурі клітин [10].

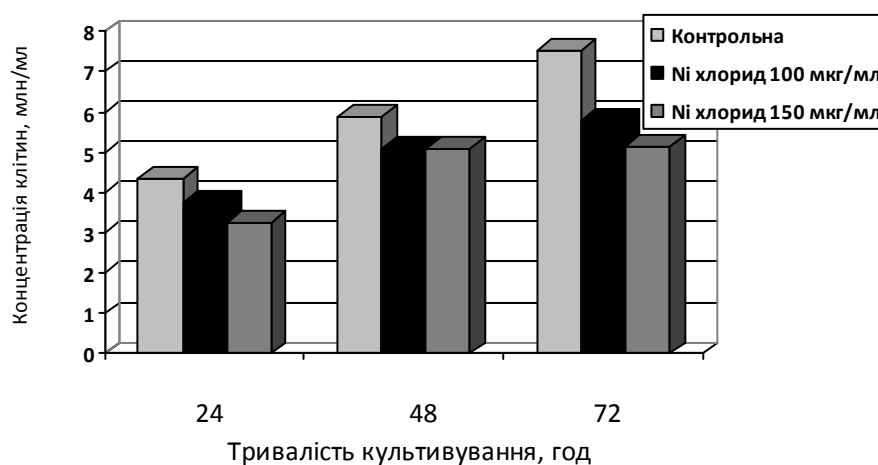


Рис.1. Ефект нікель хлориду на проліферативний ріст культури клітин яйцепроводів упродовж 72 годин культивування.

Результати проведених біохімічних досліджень культурального середовища показали, що вміст загального білка в культуральному середовищі впродовж 72 годин культивування в обох дослідних групах знижується в порівнянні з контрольною групою (табл. 1).

Таблиця 1

Динаміка вмісту загального протеїну у кондиційному середовищі за інкубації клітин яйцепроводів з нікель хлоридом упродовж 72 годин культивування, $M\pm m$, $n=3$

Біохімічні показники кондиційного середовища	Групи / тривалість культивування		
	24 години	48 годин	72 години
Протеїн, г/л	Культуральне середовище		
	11,7±0,4	11,7±0,4	11,7±0,4
	Контроль		
	18,3±0,48	13,7±0,27	15,4±0,3
	Д ₁ (хлорид нікелю 100 мкг/мл)		
	12,1±0,2	14,7±0,65*	14,3±0,2**
Д ₂ (хлорид нікелю 150 мкг/мл)			
14,1±0,33**	13,2±0,23*	13,4±0,24**	

Примітка: у цій та наступній таблицях вірогідні різниці дослідних груп по відношенню до контролю: * – $P<0,05$; ** – $P<0,01$; *** – $P<0,001$.

Виявлено вірогідне зниження вмісту глюкози впродовж культивування. Так, вміст глюкози після 24 годин культивування становив 5,4 г/л у контрольній групі та 5,1 та 5,2 г/л у дослідних групах при застосуванні хлориду нікелю в дозі 100 мкг/мл та дозі 150 мкг/мл.

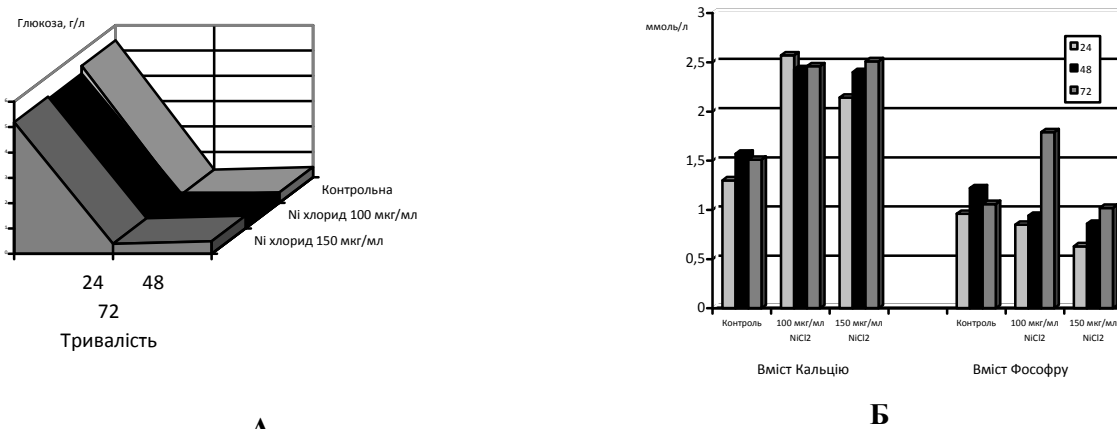


Рис. 2. Показники метаболізму культури клітин яйцепроводів на 24, 48 та 72 години культивування за умов інкубації з нікель хлоридом у різних концентраціях: (А) концентрація глюкози (г/л) та (Б) вміст Кальцію та Фосфору в кондиційному середовищі (ммоль/л).

Через 48 та 72 години культивування вміст глюкози знижувався в дослідних та контрольній групі до рівня 0,3–0,5 г/л. Виявлені зміни, очевидно, пов'язані з інтенсивним використанням глюкози як енергетичного субстрату клітинами при інтенсивному проліферативному рості клітин контрольної та дослідних груп упродовж 72 годин культивування.

Після 24–48 годин культивування спостерігається зниження вмісту фосфору у дослідних групах порівняно з відповідним показником контрольної групи, причому у дослідній групі при експозиції вищої концентрації нікель хлориду ці дані статистично вірогідні. Тоді як через 72 години культивування у дослідній групі при додаванні 100 мкг/мл нікель хлориду відмічено вірогідне зростання вмісту фосфору в порівнянні з контролем.

На відміну від контрольної групи в обох дослідних групах спостерігається вірогідне підвищення вмісту кальцію в культуральному середовищі впродовж культивування. Так, вміст кальцію в дослідній групі з додаванням 100 мкг/мл хлориду нікелю після 24 годин культивування зростає до $2,57 \pm 0,22$ ммоль/л ($P < 0,05$) при показнику контрольної групи $1,30 \pm 0,02$ ммоль/л. Через 72 години культивування вміст кальцію в кондиційному середовищі підвищується до $2,46$ ммоль/л ($P < 0,05$), тоді як в контрольній групі становить $1,51 \pm 0,09$ ммоль/л. Очевидно, іони нікелю у високих дозах блокуючи цитоплазматичні рецептори мембран, змінюють їх проникність, що призводить до виходу кальцію з клітини, знижує транспорт речовин із культурального середовища в клітину і тим самим змінює проліферативну активність клітин.

Висновки

Встановлено залежність впливу нікель хлориду від дози та тривалості дії сполуки. Результати досліджень показали, що хлорид нікелю у концентраціях 100 та 150 мкг/мл викликає інгібування проліферативного росту клітин яйцепроводів корів: вища концентрація істотно знижує виживання клітин, їх здатність до поділу та функціональну активність культури.

Експериментальні дослідження біохімічних показників кондиційного середовища показали, що хлорид нікелю в досліджуваних дозах знижує в клітинах епітелію яйцепроводів корів рівень споживання глюкози, змінює рівень кальцію, знижує інтенсивність споживання фосфору клітинами, що сповільнює обмінні процеси і викликає інгібування проліферативного росту клітин.

1. *Вайсерман О. М.* Епігенетичне "програмування" залежних від віку захворювань /О. М. Вайсерман, Л. В. Мехова, В. П. Войтенко //Пробл. старения и долголетия. — 2014. — Т. 23, № 3. — С. 215—239.
2. *Веропотвелян П.М.* Мікроелементи та вагітність /П.М. Веропотвелян, М.П. Веропотвелян, О.М. Капаліна, П.С. Горук// Педіатрія, акушерство та гінекологія. — 2012. — № 2. —С. 95—100.
3. *Гринцова Н. Б.* Функціональний стан гіпофізарно-яєчничкової системи статевозрілих щурів за умов довготривалого впливу солей важких металів та негормональної корекції /Н. Б. Гринцова, А. М. Романюк //Scientific Journal «ScienceRise:Biological Science». — 2017. — №3(6). — С. 4—7.
4. *Дрогомирецька І.З.* Імунотоксичність нікелю та його сполук /І.З. Дрогомирецька, І.В. Мазепа., М.А. Мазепа //Современные проблемы токсикологи. — 2009. —№ 3-4. — С. 25—31.
5. *Романюк А.М.* Особливості обміну мікроелементів у щитовидній залозі при проліферативних захворюваннях в у мовах солей важких металів /А.М. Романюк, Р.А. Москаленко //Вісник СумДУ. Серія Медицина. — 2007. —№ 1. — С. 9—13.
6. Романюк А.М. Поширеність важких металів у навколишньому середовищі та їх роль у життєдіяльності організму (огляд літератури) /А.М. Романюк, В.В. Сікора, Ю.М. Ліндіна //Буковинський медичний вісник. — 2017. — Т. 21, № 2(82), ч. 1. — С. 145—150.
7. *Мадіч А.В., Шеремета В.І., Гевкан І.І., Федорова С., Штапенко О.В.,Сливчук Ю.І.* Клітинні культури і можливості їх використання в ембріональній біотехнології //Навчально-методичний посібник. — К.: АртЕконом, 2012. — 144 с.: іл.
8. *Файзуллаева З. Р.* Фармакологические и микробиологические аспекты комплексного соединения никеля с пиридоксинам и амидом никотиновой кислоты /З. Р. Файзуллаева, А. А. Абзалов, М. Х. Шамшидинова, Х. У. Алиев //Современные проблемы науки и образования. — 2016. — № 2. — С. 2.
9. *Яковлева М. Н.* Генотоксические эффекты соединений никеля и возможности модификации никель_индуцированного мутагенеза в клетках человека /М. Н. Яковлева, Е. В. Перминова //Токсикол. вестн. — 2007. — № 4. — С. 19—22. 14.
10. *D'Antò V.* Effect of nickel chloride on cell proliferation /V. D'Antò1, R. Valletta, M. Amato, H. Schweikl, M. Simeone, S. Paduano, S. Rengo, G. Spagnuolo //The Open Dentistry Journal. — 2012. — Vol.6. — P. 177—181.
11. *Ding J.* Effects of nickel on cyclin expression, cell cycle progression and cell proliferation in human pulmonary cells /J. Ding, G. He, W. Gong, W. Wen, W. Sun, B. Ning, S. Huang, K. Wu, C. Huang, M. Wu //Cancer Epidemio.l Biomarkers Prev. — 2009. — 18(6). doi:10.1158/1055-9965.EPI-09-0115.
12. *Forgacs Z.* Specific amino acids moderate the effects on Ni²⁺ on the testosterone production of mouse leydig cells in vitro /Z. Forgacs //Toxicol. Environ. Health A. — 2001. — Vol. 62(5). — P. 349—358.
13. *Gursoy U. K.* The role of nickel accumulation and epithelial cell proliferation in orthodontic treatment-induced gingival overgrowth /U. K. Gursoy, O. Sokucu, V-J. Uitto, A. Aydin, S. Demirer, H. Toker, O. Erdem, A. Sayal //Eur J Orthod. — 2007. — 29(6). — P. 555—558.
14. *Murlooney S.B.* Nickel uptake and utilization by microorganism /S.B. Murlooney, R.P. Hausinger //FEMS Microbiology Reviews. — 2003. — Vol. — 27. — P.239—261.
15. *Perfetto B.* Analysis of the signal transduction pathway of nickel-induced matrix metalloproteinase-2 expression in the human keratinocytes in vitro: preliminary findings /B. Perfetto, M. Lamberti, M. T. Giuliano //J. Cutan. Pathol. — 2006. — Vol. 34(6). — P. 441—447.
16. *Ouyang W.* Soluble and insoluble nickel compounds exert a differential inhibitory effect on cell growth through IKK α -dependent cyclin D1 downregulation /W. Ouyang, D. Zhang, J. Li, U.N. Verma, M. Costa, C. Huang //J. Cell Physiol. — 2009. — Vol. 21(8). — P. 205—14.
17. *Reik W.* Epigenetics: Cellular memory erased in human embryos /W. Reik, G. Kelsey //Nature. — 2014. — 511. — P. 540—541.
18. *Silbergeld E. K.* Lead as a carcinogen: experimental evidence and mechanisms of action /E. K. Silbergeld, M. Waalkes, J. M. Rice //Am. J. Ind. Med. — 2000. — 38. —P. 316—323.
19. *Trombetta D.* Toxic effect of nickel in an in vitro model of human oral epithelium /D. Trombetta, M. R. Mondello, F. Cimino, M. Cristiani, S. Pergolizzi, A. Saija //Toxicology Letters. — 2005. — 159. — P. 219—225.
20. *Wang Y.* Nickel-refining fumes induced DNA damage and apoptosis of NIH/3T3 cells via oxidative stress /Y. Wang, S.-Y. Wang, L. Jia, L. Zhang, J.-C. Ba, D. Han, C.-P. Yu, Y.-H. Wu //Int. J. Environ. Res. Public Health. — 2016. — 13. — P. 629; doi:10.3390/ijerph13070629.

О. В. Штапенко, Ю. И. Слывчук, И. И. Гевкан

Институт биологии животных НААН, Львов

ВПЛИВАННЯ ХЛОРИДА НИКЕЛЯ НА МОРФОФУНКЦІОНАЛЬНІ І МЕТАБОЛІЧЕСЬКІ ХАРАКТЕРИСТИКИ КЛІТОК *IN VITRO*

Исследована зависимость роста и метаболических изменений в клетках яйцеводов коров при различной концентрации хлорида никеля. Показано, что обе концентрации хлорида никеля 100 и 150 мкг/мл вызывают снижение пролиферативного роста клеток яйцеводов в течение 72 часов культивирования, однако более выраженное влияние выявлено при более высокой дозе.

Снижение интенсивности пролиферации клеток, обусловленное хлоридом никеля сопровождалось изменениями метаболических процессов в культуре клеток. Выявлено, что высокая концентрация достоверно снижает выживаемость клеток, их способность к делению ($p < 0.001$), снижает интенсивность потребления фосфора ($p < 0.001$) и достоверно повышает содержание кальция ($p < 0.01$).

Ключевые слова: культура клеток in vitro, никель хлорид, пролиферация, цитотоксичность

O. V. Shtapenko, Yu. I. Slyvchuk, I. I. Gevkan

Institute of Animal Biology NAAS, Lviv, Ukraine

INFLUENCE OF NICKEL CHLORIDE ON MORPHOFUNCTIONAL AND METABOLIC CHARACTERISTICS OF CELLS *IN VITRO*

Increasing pollution of the environment by heavy metal compounds have harmful effects on living organisms, they could lead to disorders of many physiological functions, in particular, reproductive system. Nickel is a cofactor of some cellular enzymes, Ni^{2+} ions stabilize the structure of nucleic acids and ribosomes, however at the high concentrations he become noxious. The dependence of growth and metabolic changes in the cells of the oviducts of cows at different concentrations of nickel chloride was evaluated. Research was performed on a primary culture of ovine oviduct epithelial cells (BOECs). For experiments, BOECs were seeded into a 35-mm Petri dish at 1.2×10^6 cells per dish in TCM-199 and 40 $\mu\text{g/mL}$ gentamicine supplemented with 10% of fetal bovine serum. Water soluble salt of nickel chloride was added to the cell culture at concentrations of 100 and 150 $\mu\text{g/ml}$, 24 hours after the passing. Using the cellular viability parameters (cell growth and proliferation) and metabolic cell parameters (concentration of total protein, glucose levels, calcium and phosphorus content) the vitality of BOECs *in vitro* after treatment with nickel chloride over 72 hours incubation periods was studied.

Experimental studies demonstrated that proliferation activity oviduct cells treated with nickel chloride decreased under 72 h over controls, however addition of 150 $\mu\text{g/ml}$ nickel chloride lead to more destructive changes in a cell culture.

The decrease the intensity of cell proliferation by the influence of nickel chloride is confirmed by changes of metabolic processes in culture of oviduct cells. At 48 and 72 hours, the content of total protein a statistically ($P < 0,01$; $P < 0,001$) decreased in both experimental groups compared to the control. It was found that the higher concentration significantly decreases the survival of cells, their ability to divide ($P < 0,001$), reduces the intensity of phosphorus consumption ($P < 0.001$) and significantly increases the calcium content ($P < 0,01$).

A decrease in the glucose content in all stages of the cellular cultivation for control and both experimental groups was observed. These results show that nickel chloride in experimental concentrations have no cytotoxic effect on BOECs because the evaluation of glucose uptake is crucial in the study of cell viability and numerous metabolic disorders.

Experimental studies demonstrated time-dependent effect of nickel chloride on the BOECs. It was shown that both concentrations of nickel chloride 100 and 150 $\mu\text{g/ml}$ caused a decrease in the proliferative growth of bovine oviduct cells during 72 hours of cultivation, however, a more pronounced effect was detected at a higher dose.

Key words: in vitro cell culture, nickel chloride, proliferative activity, cytotoxicity

Рекомендує до друку

Надійшла 09.11.2017

Н. М. Дробик

БІОХІМІЯ

УДК (582.26:577.12):58.04

О. І. БОДНАР, Г. Б. КОВАЛЬСЬКА, О. О. СМАЛЮК, Л. А. ОНУФРІЙЧУК,
В. Б. ВОЙТЮК

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка
вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027

ЗМІНИ МЕТАБОЛІЗМУ У *CHLORELLA VULGARIS* Beij (CHLOROPHYTA) ЗА ДІЇ СПОЛУК ХРОМУ ТА СЕЛЕНУ

Досліджували вплив натрію селеніту окремо та спільно з іонами хрому (Cr(III)) на метаболізм *Chlorella vulgaris*. Визначено, що вплив мікроелементів викликав активізацію пігментних систем в цілому, але при цьому мало місце збільшення відносної кількості хлорофілу *b* як більш стійкого до чинників навколишнього середовища. Також спостерігалось зростання кількості каротиноїдів. Також виявилися зміни і у функціонуванні комплексу метаболічних перетворень, пов'язаних з процесами енергозабезпечення клітини *Ch. vulgaris*. Селеніт натрію окремо та за спільної дії з іонами хрому(III) стимулювали енергетичні ланки метаболізму хлорели шляхом активування цитохромоксидази та сукцинатдегідрогенази, однак пригнічували активність як НАДН-, так і НАДФН-глутаматдегідрогеназ. З'ясовано, що за дії селену окремо в адаптивній перебудові антиоксидантного статусу клітин хлорели провідною є роль глутатіонпероксидази, тоді як спільно з іонами хрому підвищується участь каталази та супероксиддисмутази. Загалом, підібрані концентрації досліджуваних мікроелементів – 10,0 мг (Se(IV))/дм³ та 5,0 мг (Cr(III))/дм³, не зважаючи на їх токсичну природу, дають змогу зберегти фотохімічну життєздатність та метаболічну активність хлорели, не спричиняючи загибелі клітин водорості.

Ключові слова: водорості, селен, хром пігменти, енергетичний метаболізм, антиоксидантна система

У сучасній фармації продукти з водоростей широко використовуються для отримання біологічно активних добавок і фармацевтичних препаратів [4, 15, 37]. Значний інтерес становлять комплекси есенційних неметалів та металів, що надходять у харчові ланцюги людини і тварин через рослини і відіграють значну роль у метаболізмі, який порушується при їх дефіциті [14, 25, 33]. Їх поповнення аліментарним шляхом не завжди можливе, тому БАДи на основі водоростей, до складу яких входять метали та неметали, а, особливо, їх комплекси, знайшли широке застосування в клінічній практиці [1, 15, 25].

З огляду на зазначене, потребують поглибленого вивчення механізми формування адаптивної відповіді клітин водоростей за рахунок окремих метаболітів, закономірності регулювання біосинтетичних процесів та участі в цих процесах іонів мікроелементів. Це дасть можливість шляхом підбору оптимальних концентрацій молей металів і неметалів у середовищі вирощування регулювати життєздатність клітин та отримувати корисні біологічно активні продукти з водоростей в умовах аквакультури.

Chlorella vulgaris відома як традиційний модельний об'єкт вивчення біохімії одноклітинних водоростей та класичний об'єкт біотехнології отримання корисних продуктів: білків, ліпідів, каротиноїдів, вітамінів, тощо [4].

Водорості, зокрема і хлорела, активно поглинають речовини проти градієнту концентрації із середовища існування. Завдяки цим властивостям мікрорості здатні накопичувати мікроелементи в кількостях, які в рази перевищують їх вміст у воді. Асимільовані ними з води неорганічні сполуки металів та неметалів включаються до складу вільних амінокислот, білків, езимів, полісахаридів, ліпідів і пігментів, регулюючи та модифікуючи таким чином метаболічні процеси у клітинах [2, 4, 36, 39, 43].

Селен, як для рослинних, так і для тваринних організмів, є есенціальним мікроелементом і безпосередньо бере участь у метаболічних, біофізичних та енергетичних процесах. Селенові сполуки здатні також регулювати біосинтез поліненасичених жирних кислот, каротиноїдів та пігментів [43], впливаючи у такий спосіб на фотосинтез та енергетичний обмін. Крім того, селен є одним з найбільш важливих мікроелементів і компонентом антиоксидантної системи, що забезпечує функціонування глутатіонпероксидази – одного з ключових антиоксидантних ензимів, які запобігають накопиченню вільних радикалів [1, 15, 16, 23, 41].

Щодо хрому, то питання його есенційності для рослин, включно водоростей, є досить суперечливим. Так, згідно з даними [20, 22, 40, 42] хром є токсичним і призводить до значних метаболічних порушень, насамперед оксидативного стресу. Інші автори, стверджують, що у відповідних концентраціях хром суттєвого негативного впливу на життєдіяльність водоростей не здійснює, тому використання альгогрупувань та водних рослин у фітореMediaційних заходах та біотехнології є перспективним [17, 24, 26, 32, 38]. Однак, для тварин і людини ключова роль хрому полягає в регуляції вуглеводного метаболізму, оскільки Cr(III) є компонентом фактора толерантності до глюкози [10, 14], а також бере участь у нормалізації роботи серцево-судинної системи, підвищує імунітет, збільшує тривалість та якість життя хворих з ЦД [5, 25].

Поглинання як селену, так і хрому, водоростями та його токсичність суттєво змінюються залежно від морфо-функціональних особливостей окремих видів водоростей, концентрацій і ступеня окислення мікроелементів, фізико-хімічних чинників водного середовища. Тому аналіз літературних даних показав, що оптимальним вибором для дослідження буде селен (IV) та хром (III).

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводили на мікропопуляціях альгологічно чистої культури зеленої прісноводної водорості *Chlorella vulgaris* Beij. Культуру водоростей вирощували в умовах накопичувальної культури на середовищі Фітцджеральда в модифікації Цендера і Горхема №11 при температурі 22–25°C та освітленні лампами денного світла (інтенсивність 2500 лк) протягом 16 годин на добу [9].

В експериментальних умовах в культуральне середовище водоростей додавали водний розчин натрію селеніту з розрахунку 10,0 мг Se (IV)/дм³ та водний розчин хрому хлориду з розрахунку 5,0 мг Cr (III)/дм³. Біомасу живих клітин відбирали після 7-ми діб дії. Контролем була культура водоростей, яку вирощували без додаткового внесення сполук селену та іонів хрому.

Вміст пігментів визначали спектрофотометрично. Екстракцію проводили 90% розчином ацетону. Інтенсивність забарвлення витяжки вимірювали спектрофотометрично за довжин хвиль, що відповідають максимумам поглинання каротиноїдів та хлорофілів *a* і *b*, розрахунки проводили згідно методики [9].

Для вивчення активності ензимів енергетичного метаболізму клітини *Ch. vulgaris* відділяли від середовища з допомогою мембранних фільтрів «Synrog» з діаметром пор 0,4 мкм та готували гомогенати їх біомаси в охолодженому буферному розчині (0,066 М K⁺-Na⁺ фосфатний буфер, pH=7.4), що містив 0,5 М сахарози, 0,005 М EDTA, 0,01 М KCl, and 0,001 М MgCl, у співвідношенні 1:5 (сиря маса:буфер) [10].

Сукцинатдегідрогеназу (СДГ, КФ 1.3.99.1) визначали фероціанатним методом, який базується на окисненні сукцинату до фумарату фероціанатом калію під дією цього ензиму. Спектрофотометрію здійснювали при довжині хвилі 420 нм. Ензимну активність виражали в нмоль сукцинату/мг білка·хв. [10].

Цитохромоксидазу (ЦО, КФ 1.9.3.1) визначали методом Штрауса за конденсацією α -нафтолу і парафенілен-діамінгідрохлориду з утворенням індофенолу синього [34]. Кінцеві вимірювання здійснювали на СФ при довжині хвилі 540 нм. Результати виражали в мкг індофенолу синього/мг білка за 20 хв.

Глутаматдегідрогеназа (ГДГ, КФ 1.4.1.2) визначалася спектрофотометрично ($\lambda = 340$ нм) за швидкістю окиснення НАДН або НАДФН. Ензимну активність виражали в мкмоль НАДН (НАДФН)/мг білку·хв. [13].

Активність каталази (КТ, КФ 1.11.1.6.) визначали за методом [6], який базується на здатності гідрогенпероксиду утворювати з амоній молібдатом стійкий забарвлений комплекс. Інтенсивність забарвлення вимірювали при 410 нм. Активність каталази виражали в каталах.

Активність супероксиддисмутази (СОД, КФ 1.15.1.1) визначали за рівнем інгібування ензимом відновлення нітротетразолію синього за участі НАДН і феназинметасульфату [18]. Активність ензиму встановлювали за його здатністю інгібувати відновлення нітротетраазолію синього і виражали в умовних одиницях.

Активність глутатіонпероксидази (ГПО, КФ 1.11.1.9) визначали за методом [11]. В основі розвитку кольорової реакції лежить взаємодія SH-груп з реактивом Елмана з утворенням забарвленого продукту – тіонітрофенільного аніону. Оптичну щільність виміряли на СФ при довжині хвилі 412 нм.

Вміст білків визначали за методом Лоурі і співавт. [27].

Статистичний аналіз даних здійснювали за допомогою пакету прикладних програм Statistica 5.5 та Microsoft Office Excel 2007.

Результати досліджень та їх обговорення

Фотосинтетичний апарат клітини водоростей зазнає структурно-функціональних змін, насамперед, за дії стресових чинників зовнішнього середовища [12, 19, 35]. Особливий інтерес для вивчення цього процесу становить адаптивна роль фотосинтетичних пігментів – хлорофілів *a* і *b* та каротиноїдів, вміст яких нами досліджено за дії солей селену та хрому (III) (табл. 1).

Таблиця 1

Вміст пігментів у клітинах *Ch. vulgaris* за дії Se (IV) 10,0 мг/дм³ та Cr (III) 5,0 мг/дм³, 7 діб, $M \pm m$, $n=5$

Досліджувані показники	Контроль	Se (IV)	Se (IV) + Cr (III)
Хлорофіл <i>a</i> , мкг/дм ³	142,22±19,03	193,13±12,18	176,06±9,61*
Хлорофіл <i>b</i> , мкг/дм ³	60,59±5,20	90,11±9,70	94,73±4,50*
Каротиноїди, мкг SPU/ дм ³	46,41±6,50	64,03±4,04	58,20±2,46*
Хл <i>a</i> /хл <i>b</i>	2,35±0,02	2,14±0,01*	1,86±0,02
Пігментний індекс (сума каротиноїдів/хлорофіл <i>a</i>)	0,32±0,01	0,33±0,01	0,34±0,02*

Так, за дії селеніту на 7-му добу культивування кількість хлорофілу *a* збільшилася на 36%, а каротиноїдів – на 40% порівняно з показниками в контролі. За спільної дії натрію селеніту і хрому (III) хлориду на клітини водоростей показники кількості досліджуваних пігментів теж були вищими, ніж в контрольні, однак меншими за значення, отриманні за дії селену окремо. Кількість хлорофілу *a* і каротиноїдів за дії натрію селеніту і хрому (III) хлориду у *Ch. vulgaris* була відповідно на 24% і 25% вищою, ніж в контролі, але на 9% і 10% нижчою, ніж за дії селену окремо. Щодо хлорофілу *b*, то його кількість виявилася вищою порівняно з контрольними значеннями в обох варіантах досліду: за дії селеніту значення показника вмісту пігменту було більшим на 50%, а за спільної дії натрію селеніту і хрому (III) хлориду – більшим на 56%.

Слід зазначити, що, незважаючи на тенденцію до збільшення загального вмісту фотосинтетичних пігментів у клітинах *Ch. vulgaris*, показник співвідношення хлорофілів *a/b* зменшився порівняно з контролем за дії селеніту на 10%, а за спільної дії натрію селеніту і

хрому (III) хлориду – на 21%. Щодо пігментного індексу, то його показник був близьким до контрольних значень: більшим лише на 3% за дії селеніту та на 6% за спільної дії натрію селеніту і хрому (III) хлориду.

Співвідношення хлорофілів *a/b* у *Ch. vulgaris* характеризує потенційну фотохімічну і біосинтетичну активність клітин. За стресових впливів (дія натрію селеніту і хрому (III) хлориду) відбувається менш інтенсивне зростання кількості хлорофілу *a* або зменшення його вмісту, як менш стійкого, порівняно з хлорофілом *b*, а тому співвідношення між цими обома формами пігменту зменшується. При цьому пігментний індекс зростає за рахунок посиленого утворення каротиноїдів, які виконують як допоміжну, так і захисну функцію у процесі фотосинтезу [19, 28, 32].

Слід зазначити, що зміни вмісту хлорофілів можуть прямо залежати від змін кількості каротиноїдів. Останні, завдяки своїм антиоксидантним та протекторним властивостям, беруть участь у захисті фотосинтетичних мембран від фотоокислення та знешкодження пероксидних радикалів, які, як відомо, активно утворюються за дії сполук хрому [31, 40]. Ці зміни запобігають окисненню ліпідів мембран хлоропластів та руйнуванню хлорофілу [21, 32, 38], що, відповідно, сприяє збільшенню вмісту зелених пігментів у клітинах водорості.

Стратегію успішного формування адаптацій у зміненому середовищі забезпечує, передусім, ефективне функціонування енергетичних систем клітин водоростей [19, 29]. Регуляторними ензимами, що здійснюють ланцюг перетворень енергетичних субстратів, є ензим циклу трикарбонових кислот – сукцинатдегідрогеназа та ензим електронно-транспортного ланцюга – цитохромоксидаза (рис. 1). Важливу регуляторну функцію в енергетичному обміні також відіграє глутаматдегідрогеназа – ензим нітрогенового обміну, що може здійснювати субстратне регулювання ЦТК за рахунок дезамінування глутамату з утворенням 2-оксоглутарату або навпаки. Як відновники у глутаматдегідрогеназній реакції використовуються НАДН (дезамінування глутамату) або НАДФН (амінування 2-оксоглутарату) [3, 7, 19].

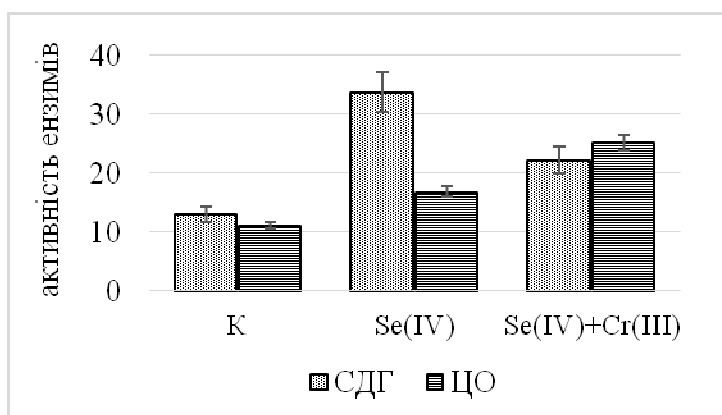


Рис. 1. Активність ензимів енергетичного обміну у клітинах *Ch. vulgaris*: СДГ (нмоль сукцинату/мг білку·хв) та ЦО (10^{-1} ·мкг індофенолу синього/мг білку·20 хв) за дії Se (IV) 10,0 мг/дм³ та Cr (III) 5,0 мг/ дм³, 7 діб, $M \pm m$, n=5

Загалом, як дія селеніту окремо, так і натрію селеніту і хрому (III) хлориду, зумовлювала зростання активності обох ензимів. Так, на 7-му добу експозиції за дії Se (IV) сукцинатдегідрогеназна активність у водоростевих клітинах збільшилася у 2,5 раза та за дії Se (IV) і Cr (III) – в 1,7 раза щодо контролю. Цитохромоксидазна активність клітин *Ch. vulgaris* також була вищою порівняно з контрольними показниками: за дії селеніту окремо – в 1,5 раза, а за спільної дії натрію селеніту і хрому (III) хлориду – у 2,2 раза.

Щодо глутаматдегідрогеназної активності, то дія солей досліджуваних мікроелементів загалом мала інгібуючий ефект на ензиматичну активність (табл. 2).

Глутаматдегідрогеназна активність клітин *Ch. vulgaris* за дії Se (IV) 10,0 мг/дм³ та Cr (III) 5,0 мг/дм³, 7 діб, M±m, n=5

	Контроль	Se (IV)	Se (IV) + Cr (III)
НАДН-ГДГ, мкмоль · 10 ⁻³ НАДН /мг білку · хв.	8,93±0,66	4,56±1,10*	6,20±0,38*
НАДФН-ГДГ, мкмоль · 10 ⁻³ НАДФН/ мг білку · хв.	11,85±0,75	9,84±1,03	9,10±0,45*
НАДН-ГДГ/НАДФН-ГДГ	0,75	0,46	0,68

Так, порівняно з контролем за впливу Se (IV) окремо активність катаболічної реакції ГДГ у клітинах хлорели зменшилася на 48%, тоді як за спільного впливу Se (IV) і Cr (III) – зменшилася на 30% відповідно. Щодо анаболічної ланки ГДГ, то зміни були менш суттєвими: за дії селеніту активність ензиму у водорості зменшилася на 17%, а за дії натрію селеніту і хрому (III) хлориду – на 23% відповідно до контрольних показників.

Співвідношення НАДН-ГДГ/НАДФН-ГДГ, яке вказує на спрямованість глутаматдегідрогеназної реакції, показує перевагу амінування глутамату над його дезамінуванням за дії досліджуваних мікроелементів, що може свідчити про використання глутамату у *Ch. vulgaris* для біосинтезу адаптивних форм метаболітів [3, 29, 36]. Окрім цього, зазначимо, що є схожість хімічних властивостей селену та сульфору, внаслідок чого вони здатні заміщувати один одного у сполуках. При цьому, Se (IV) може бути як синергістом, так і антагоністом сульфору. Ймовірне заміщення в дихальному ланцюгу сульфору на селен в ферум-сульфурних центрах (Fe-S) могло активувати ензим дихального ланцюга – цитохромоксидазу (див. рис 1.), збільшуючи таким чином кількість АТФ, та ініціюючи алостеричне інгібування ГДГ у клітинах *Ch. vulgaris* [7, 29]. Щодо суттєвого збільшення сукцинат-дегідрогеназної активності, то встановлено, що СДГ володіє високим каталітичним потенціалом, який може бути реалізований при різних фізіологічних станах організму. Ензим бере участь у здійсненні регуляції і взаємозв'язку окремих шляхів не тільки окислювального, але й пластичного обмінів [10, 19]. Тому, підвищення сукцинатдегідрогеназної активності, скоріш за все, є компенсаторною реакцією енергетичного обміну до підвищених концентрацій селеніту та іонів хрому у середовищі та узгоджується з підвищенням активності цитохрооксидазної ланки ЕТЛ.

Поглинання неорганічних сполук клітинами водоростей часто супроводжується зміною окислювального статусу клітин, що, насамперед, виражається у зміні рівноваги між проокислювальними процесами та активністю антиоксидантної системи [28, 41]. Se(IV) є одним з найбільш важливих мікроелементів і компонентом антиоксидантної системи всіх організмів, бере безпосередню участь у перетворенні метіоніну в цистеїн і в синтезі глутатіону, що сприяє збільшенню антиоксидантного потенціалу клітин [1, 33, 39], а Cr (III) здебільшого має яскраво виражені проокислювальні властивості [20, 24, 32]. Тому актуальним було дослідити активність антиоксидантних ензимів – каталази, глутатіонпероксидази і супероксиддисмутази (табл. 3).

Таблиця 3

Активність антиоксидантних ензимів у клітинах *Ch. vulgaris* за дії Se (IV) 10,0 мг/дм³ та Cr (III) 5,0 мг/дм³, 7 діб, M±m, n=5

	Контроль	Se (IV)	Se (IV) + Cr (III)
Каталаза, мкмоль · H ₂ O ₂ /мг білка · хв.	1,08±0,08	0,47±0,02*	5,72±0,11*
Глутатіонпероксидаза, мкмоль GSH/100мг білка · хв	2,29±0,02	36,89±0,08*	3,65±0,13*
Супероксиддисмутаза, у.од./мг білка	10,43±0,05	13,81±0,08	18,65±0,16*

Внесення в середовище Se (IV) стимулювало збільшення активності ГПО у клітинах хлорели майже у 16 разів порівняно з контролем. При цьому зниження активності каталази у 2 рази та підвищення активності супероксиддисмутази в 1,3 рази свідчить про очевидну активізацію антиоксидантного захисту в клітинах *Ch. vulgaris* за участі селену.

Спільна дія Se (IV) і Cr (III) зумовила дещо інший, порівняно з дією селеніту окремо, ефект на функціонування зазначених ензимів. Так, активність каталази збільшилася у 5,0 разів, активність супероксиддисмутази – в 1,8 раза щодо контролю. Зазначимо, що активність глутатіонпероксидази у клітинах водорості теж збільшилася в 1,6 раза порівняно з контрольними значеннями, однак зменшилася майже у 10,0 разів порівняно з показниками, отриманими за дії селеніту окремо, що свідчить про спрямування метаболізму на знешкодження прооксидантних продуктів.

Отримані дані можна пов'язати як з включенням мікроелементів до складу ензимів, так і їх регуляторною роллю у загальному обміні речовин клітин загалом. Зокрема, ГПО є селенопротеїном або селеноглікопротеїном, до складу активного центру якого входить селен у вигляді Se-цистеїну [16, 37]. Тому підвищені кількості селеніту можуть сприяти біосинтезу та активації ГПО.

СОД і КТ в більшості випадків діють одночасно та інактивують активні форми кисню, які утворюються як в процесі нормальної життєдіяльності, так і при стресових станах. В нашому експерименті спостерігаємо, що за дії селену окремо на фоні суттєвої активності ГПО і СОД, активність КТ знижується, тоді як за спільної дії селену та хрому основну компенсаторну функцію відіграє КТ разом із СОД. Подібна протекторна гіперактивність КТ і СОД за дії хрому спостерігалася і у дослідженнях [32], коли підвищені концентрації хрому використовувалися для активізації біосинтезу з метою отримання біологічно активних сполук.

При цьому, роль каталази і глутатіонпероксидази в клітині при відновленні H_2O_2 приблизно однакова, але в цілому активність глутатіонпероксидази значно важливіше, бо її спорідненість до H_2O_2 є вищою [29]. Тому ГПО, ймовірно, відіграє визначальну роль у антиоксидантному захисті клітин як селен-залежний ензим. Активність СОД, яка чинить протилежну ГПО дію, свідчила, що менші кількості супероксиданіонів були вироблені в клітинах завдяки високій активності ГПО. Припускаємо, що підвищення активності ГПО, яка є акцептором H_2O_2 і гідропероксидів, призвело до зниження утворення супероксид радикалів через динамічне перетворення різних форм кисню [23]. Це підтверджує, що збільшення вмісту селену сприяло підвищенню активності ГПО і за рахунок зменшення вмісту продукованого пероксиду гідрогену та супероксидних радикалів знижувалася потреба в їх поглинанні – СОД.

Отже, в адаптивній перебудові антиоксидантного статусу клітин хлорели за дії селеніту окремо провідною є роль глутатіонпероксидази, тоді як спільно з йонами хрому підвищується участь каталази та супероксиддисмутази.

Слід зазначити, що у деяких роботах відзначено позитивний захисний вплив селену за додаткового впливу сполук токсичних металів, включно хрому і ртуті [30]. Очевидно, у нашому випадку теж має місце послаблення негативного інгібуючого впливу хрому за дії селеніту.

Висновки

Біологічний ефект дії сполук селену та хрому виявлявся в активізації пігментних систем в цілому, але при цьому мало місце збільшення відносної кількості хлорофілу *b*, як більш стійкого до чинників навколишнього середовища, що, відповідно, позначилося на збільшенні співвідношення хл. *a*/хл. *b*. Також спостерігалася зростання кількості каротиноїдів, які, окрім фотосинтетичної функції, беруть участь у забезпеченні неензимного шляху антиоксидантного захисту. Для натрію селеніту і хрому, можна припустити, мала подвійний вплив на фотосинтетичний апарат *Ch. vulgaris*: безпосередній – на вміст пігментів та регуляцію швидкості електронного транспорту і опосередкований – через вплив на інші ензимні системи.

Зміни у функціонуванні фотосинтетичного апарату *Ch. vulgaris* відбивалися на всьому комплексі метаболічних перетворень, зокрема і на енергозабезпеченні клітини. Селеніт натрію окремо та за спільної дії з хромом стимулювали енергетичні ланки метаболізму хлорели шляхом активування цитохромоксидази та сукцинатдегідрогенази, однак пригнічували

активність як НАДН-, так і НАДФН-глутаматдегідрогеназ. Зміна співвідношення НАД-ГДГ/НАДФ-ГДГ на користь амінування глутамату над його дезамінуванням за дії досліджуваних мікроелементів, свідчить про можливе використання глутамату у *Ch. vulgaris* у біосинтезі адаптивних метаболітів.

Виявлено, що за дії селеніту окремо в адаптивній перебудові антиоксидантного статусу клітин хлорели провідною є роль глутатіонпероксидази, тоді як спільно з іонами хрому суттєво підвищується участь каталази та супероксиддисмутази.

Загалом, дія селеніту (10,0 мгSe (IV)/дм³) та хрому (5,0 мгCr (III)/дм³) упродовж 7 діб модифікувала метаболізм клітин хлорели через активацію фотосинтетичних пігментних систем та адаптивні перебудови енергетичного обміну та антиоксидантного захисту, які забезпечували адекватний фізіолого-біохімічний стан клітин водорості за їх дії.

Отже, підібрані концентрації досліджуваних мікроелементів, не зважаючи на їх токсичну природу, дають змогу зберегти фотохімічну життєздатність та метаболічну активність хлорели, не спричиняючи загибелі клітин водорості.

Отриманий ефект розглядаємо як підставу для розробки технологій отримання біологічно активних препаратів з культури *Ch. vulgaris*, збагачених селеном і хромом.

1. Барабой В. А. Селен: биологическая роль и антиоксидантная активность / В.А. Барабой, Е.Н. Шестакова // Укр. біохім. журн. — 2004. — Т. 76, № 1. — С. 23—32.
2. Вінярська Г.Б. Зв'язування селену *Chlorella vulgaris* у культурі / Г.Б. Вінярська, О.І. Боднар, А.В. Станіславчук, В.В. Грубінко // — Ukr. Biochem. J. — 2014. — Vol. 86, № 5 (Suppl. 2). — P. 50—51.
3. Грубінко В.В. Функціонування ГДГ шляху зв'язування амонію у прісноводних водоростей / В.В. Грубінко, О.І. Боднар, О.В. Василенко, А.І. Луців, Г.Б. Вінярська // Наук. записки ТНПУ ім. В. Гнатюка. Серія: Біологія. Спецвип.: «Біологічна фіксація азоту». — 2014. — № 3 (60). — С. 31 — 37.
4. Золотарьова О. К. Перспективи використання мікроводоростей у біотехнології / О.К. Золотарьова, Є. І. Шнюкова. — Київ : Альтерпрес, 2008. — 234 с.
5. Іскра Р. Я. Біохімічні механізми дії хрому в організмі людини і тварин / Р.Я. Іскра, В.Г. Янович // Укр. біохім. журн. — 2011. — 83 (5). — С. 5 — 11.
6. Королюк М. А. Метод определения активности каталазы / М.А. Королюк // Лаб. дело. — 1988. — №1. — С. 16—19.
7. Кретович В. Л. Усвоение и метаболизм азота в растениях / В. Л. Кретович. — М. : Наука, 1987. — 486 с.
8. Мерецький В. Сучасні погляди на роль мікроелементів у патогенезі цукрового діабету / В. Мерецький, В. Шманько // Ліки України. — 2009. — № 3. — С. 32— 35.
9. Методи гідробіологічних досліджень поверхневих вод / За ред. В.Д. Романенка. — НАН України. Ін-т гідробіології. — К.: ЛОГОС, 2006. — 408 с.
10. Методы биохимических исследований (липидный и энергетический обмен) : учебное пособие / Под ред. М.И. Прохоровой. — Л.: ЛГУ, 1982. — 273 с.
11. Моин В.М. Простой и специфический метод определения активности глутатион-пероксидазы в эритроцитах / В.М. Моин // Лаб. дело. — 1986. — № 12. — С. 724—727.
12. Полищук А.В. Влияние ионов ТМ на перенос электронов на акцепторной стороне фотосистемы II / А.В. Полищук, Н.Н. Топчий, К.М. Сытник // Доп. НАН України. — 2009. — № 6. — С. 203—210.
13. Софьин А.В. Глутаматдегидрогеназы одноклеточной зеленой водоросли *Ankistrodesmus braunii*. Кинетические свойства / А.В. Софьин, В.Р. Шатилов, В.Л. Кретович // Биохимия. — 1984. — Т. 49, № 2. — С. 334—343.
14. Тронько М. Д. Мікроелементи в ендокринології / М. Д. Тронько, О. В. Щербак // Аспекти фармакології. — 2009. — № 10. — С. 1—6.
15. Abd El.B.; El-Baroty G.S. Healthy Benefit of Microalgal Bioactive Substances // Journal of Aquatic Science. — 2013. — 1 (1). — P. 11— 3.
16. Antioxidant enzyme / Ed. Mohammed Amr El-Missiry. — Rijeka, Croatia : Published by InTech, 2012. — 400 p.
17. Arbab A., Zahir Sh., Removal of heavy metals (Cr, Cd, Ni and Pb) using fresh water algae (*Utricularia tenuissima*, *Utricularia tenuis* & *Zygonium ericetorum*) from contaminated water // JBES. — 2015. — Vol. 6, N 5. — P. 358—366.
18. Beauchamp C., Fridovich I. Superoxide dismutase: improved assays and an assay applicable to acrylamide gels // Anal Biochem. — 1971. — N 44. — P. 276—87.

19. *Buchanam B. B.* Biochemistry and Molecular Biology of Plants / B. B. Buchanan, W. Guissem, R. L. Jones. — Willey, 2015. — 1283 p.
20. *Cervantes C., Campos-Garc J., Devars S., et al.* Interactions of chromium with micro-organisms and plants // *FEMS Microbiology Reviews*. — 2001. — N 25. — P. 335—347.
21. *Demmig A.* Carotenoids and photoprotection in plants: a role for the xanthophyll zeaxanthin // *Biochim Biophys Acta*. — 1990. — Vol.1020. — P. 1—24.
22. *Dixit V., Pandey V., Shyam R.,* Chromium ions inactivate electron transport and enhance superoxide generation in vivo in pea (*Pisum sativum* L. cv. Azad) root mitochondria // *Plant Cell and Environment*. — 2002. — Vol. 25 (5). — P. 687—693.
23. *Hartikainen H., Xue T., Piironen V.* Selenium as an anti-oxidant and pro-oxidant in ryegrass // *Plant Soil*. — 2000. — Vol. 225, Issue 1—2. — P. 193—200.
24. *Jayashree S., Thangaraju N., Gnanadoss J.J.* Toxic effects of chromium on the aquatic cyanobacterium *Oscillatoria* sp. and removal of chromium by biosorption // *Journal of Experimental Sciences*. — 2012. — Vol. 3(5). — P. 28—34.
25. *Jeejeebhoy K. N.* Chromium and parenteral nutrition // *J. Trace Elem. Exp. Med.* — 1999. — Vol. 12. — P. 85—89.
26. *Kovacik J., Babula P., Hedbavny J., et al.* Physiology and methodology of chromium toxicity using alga *Scenedesmus quadricauda* as model object // *Chemosphere*. — 2015. — Vol. 120. — P. 23—30.
27. *Lowry O.H., Rosenbroug N.I., Farr A.L., Randall R.I.* Protein measurement with the Folin phenol reagent // *J. Biol. Chem.* — 1951. — Vol. 193, № 1. — P. 265—275.
28. *Mane P., Kadam D., Bhosle A.* Biochemical responses of chromium to some freshwater algal species: A laboratory study // *International Journal of Current Research*. — 2013. — Vol. 5, Issue 3. — P. 419—423.
29. *Metzler D.E.* Biochemistry: The Chemical Reactions of Living Cells. / The 2nd ed. — New York—London : Academic Press, 2003. — 1973 p.
30. *Moreno F.* Antagonistic interaction of selenomethionine enantiomers on methylmercury toxicity in the microalgae *Chlorella sorokiniana* // *Metallomics*. — 2014. — Vol. 6. — P. 347—355.
31. *Panda S.K., Choudhury S.* Chromium stress in plants // *Braz. J. Plant Physiol.* — 2005. — Vol. 17. — P. 95—102.
32. *Rai V., Vajpayee P., Singh S.N., et al.* Effect of chromium accumulation on photosynthetic pigments, oxidative stress defense system, nitrate reduction, proline level and eugenol content of *Ocimum tenuiflorum* L. // *Plant Science*. — 2004. — Vol. 167. — P. 1159—1169.
33. *Selenium* // *Alternative Medicine Review*. — 2003. — Vol. 8, N. 1. — P. 63—71.
34. *Straus W.* Colometric microdetermination of cytochrome c oxidase // *J. Biol. Chem.* — 1954. — Vol. 207, N 2. — P. 733—743.
35. *Sun X., Zhong Y., Huang Z., et al.* Selenium accumulation in unicellular green algae *Chlorella vulgaris* and its effects on antioxidant enzymes and content of photosynthetic pigments // *PLoS ONE* — 2014. — Vol. 9, N. 11. — P. 1—8.
36. *Vinyarskaya G., Bodnar O., Vasylenko O., Stanislavchuk G.* Accumulation and effects of selenium and zinc on *Chlorella vulgaris* Beij. (Chlorophyta) metabolism // *Heavy Metals and Other Pollutants in the Environment. Biological Aspects* / by ed. G.E. Zaikov. — Apple Academic Press, 2017. — P. 293—315.
37. *Vitova M., Bisova K., Doucha J., et al.* Beneficial or toxic effects of selenium on green algae and their application as nutrient supplements or bioremediators // *Algal Biorefineries*. — Springer International Publishing — Switzerland, 2015. — P. 315—339.
38. *Volland S., Lutz C., Michalke B., et al.* Intracellular chromium localization and cell physiological response in the unicellular alga *Micrasterias* // *Aquatic Toxicology*. — 2012. — Vol. 109. — P. 59—69.
39. *Whanger P. D.* Selenocompounds in plants and animals and their biological significance // *J. Amer. College Nutr.* — 2002. — Vol. 21, N. 3. — P. 223—232.
40. *Wong P.T., Trevors, J.T.* Chromium toxicity to algae and bacteria. // In: *Chromium in the Natural and Human Environments* / Eds. Nriagu, J.O., Nieboer, E., — Wiley, New York, 1988. — P. 305—315.
41. *Yamaoka Y., Takimura O., Fuse H.* Biosynthesis of glutathione and environmental factors relating to selenium accumulation by algae // *Program of the First International Marine Biotech*. — Tokyo, 1989. — P. 63.
42. *Yu X-Z, Feng X-H.* Effects of trivalent chromium on biomass growth, water use efficiency and distribution of nutrient elements in rice seedlings // *Applied Environmental Biotechnology*. — 2016. — Vol.1 (1). — P. 64—70.
43. *Zhou Z., Li P., Liu Z., et al.* Study on the accumulation of selenium and its binding to the proteins, polysaccharides and lipids from *Spirulina maxima*, *S. platensis* and *S. subsalsa* // *Oceanol. Limnol. Sin.* — 1997. — Vol. 28, № 4. — P. 363—370.

О. И. Боднар, Г. Б. Ковальская, О. А. Смалюк, Л. А. Онуфрийчук, В. Б. Войтюк
Тернопольский национальный педагогический университет имени Владимира Гнатюка

ИЗМЕНЕНИЯ МЕТАБОЛИЗМА В *CHLORELLA VULGARIS* BeiJ (CHLOROPHYTA)
ПРИ ДЕЙСТВИИ СОЕДИНЕНИЙ ХРОМА И СЕЛЕНА

Биологический эффект селенита ($10,0 \text{ mgSe (IV)/dm}^3$) и хрома ($5,0 \text{ mgCr (III)/dm}^3$) проявлялся в активизации пигментных систем в целом. При этом имело место увеличение относительного количества хлорофилла *b*. Также наблюдалось увеличение количества каротиноидов, которые, кроме фотосинтетической функции, участвуют в обеспечении неферментной части антиоксидантной защиты. Изменения в функционировании фотосинтетического аппарата *Ch. vulgaris* отражались на всем комплексе метаболических процессов, в том числе и на энергообеспечении клетки. Селенит натрия отдельно и при совместном действии с хлоридом хрома Cr (III) стимулировали энергетические звенья метаболизма у хлореллы путем активации цитохромоксидазы и сукцинатдегидрогеназы, однако подавляли активность как НАДН-, так и НАДФН-глутаматдегидрогеназы. Выявлено, что при действии селенита отдельно в адаптивной перестройке антиоксидантного статуса клеток хлореллы ведущую роль играет глутатионпероксидаза, тогда как совместно с ионами Cr (III) существенно повышается роль каталазы и супероксиддисмутазы.

Таким образом, подобранные концентрации исследуемых микроэлементов, несмотря на их токсическую природу, позволяют сохранить фотохимическую и метаболическую активность хлореллы, не вызывая гибели клеток водоросли. Полученный эффект рассматриваем как предпосылку для разработки технологий получения биологически активных препаратов из культуры *Ch. vulgaris*, обогащенных селеном и хромом.

Ключевые слова: водоросли, селенит, хром (III), пигменты, энергетические ферменты, антиоксидантная система

О. I. Bodnar, G. B. Koval'ska, O. A. Smaluyk, L. A. Onufriychuk, V. B. Voitiuk
Volodymyr Hnatiuk Ternopil National Pedagogical University, Ukraine

CHANGES IN METABOLISM IN *CHLORELLA VULGARIS* BEIJ (CHLOROPHYTA) UNDER
THE INFLUENCE OF CHROME AND SELENIUM

The biological effect of selenium and chromium was manifested in the activation of pigment systems in general, but there was an increase in the relative amount of chlorophyll *b* as more resistant to environmental factors. Therefore, this affected in the increase in the ratio of chlorophyll *a/b*. There was also increase in the number of carotenoids, which involved in the photosynthesis and in the provision of a non-enzymatic way of antioxidant protection.

We suggest that the effect of selenium and chromium ions have a double impact on the photosynthetic apparatus of *Ch. vulgaris*. This is a direct impact on the content of pigments and the regulation of the speed of electronic transport and indirect effects due to effects on other enzyme systems.

Changes in the functioning of the photosynthetic apparatus *Ch. vulgaris* were reflected in the whole complex of metabolic transformations, in particular, on energy supply of the cell. Sodium selenite separately and together with chromium stimulated the energy bonds of chlorella's metabolism by activating cytochrome *c* oxidase and succinate dehydrogenase, but inhibited the activity of NADH- and NADPH-glutamate hydrogenases. Changing the ratio of NAD-GDG / NADP-GDH in favor of amination glutamate over its deamination under the action of these trace elements, indicates about the possible use of glutamate, as amino acid, in the cells *Ch. vulgaris* as an additional energy substrate.

It was founded that under the action of selenite separately the leading role in adaptive rearrangement of antioxidant status of chlorella cells has of glutathione peroxidase, while in combination with chromium ions significantly increase activity of catalase and superoxide dismutase significantly increase.

In general, the action of selenium (10.0 mg / dm^3) and chromium (5.0 mg / dm^3) by introducing them into the culture medium for 7 days modified the metabolism of *Ch. vulgaris* cells. We observed the activation of photosynthetic pigment systems and the adaptive reorganization of energy

metabolism and antioxidant protection, which provided an adequate physiological and biochemical state of algae cells under their action.

Therefore, the selected concentrations of the investigated microelements, despite their toxic nature, make it possible to preserve the photochemical viability and metabolic activity of chlorella without causing the death of algal cells. The received effect is considered as a potential opportunity for the development of technologies for the production of biologically active preparations from culture *Ch. vulgaris*, enriched with selenium and chromium.

Key words: algae, Se (IV), Cr (III), pigments, energy enzymes, antioxidant system

Рекомендує до друку

Надійшла 13.03.2018

В. В. Грубінко

УДК (597.552.1+ 597.554.3):611.018.54:577.128:546.723

О. О. РАБЧЕНЮК

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка
вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027

ВПЛИВ ПІДВИЩЕНИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ ЙОНІВ Fe³⁺ У ВОДІ НА ВМІСТ ЗАЛІЗА ТА ТРАНСФЕРИНУ У ПЛАЗМІ КРОВІ РИБ

Досліджено вміст заліза, загального білка та концентрацію трансферину у плазмі крові коропа (*Cyprinus carpio* L.) і щуки (*Esox lucius* L.) за дії 2 та 5 гранично допустимих рибогосподарських концентрацій (ГДК) йонів Fe³⁺ у воді. Встановлено, що підвищений вміст йонів феруму у воді призводить до зростання кількості металу у плазмі обох видів риб та збільшення показника насичення трансферину залізом. Дані показники можуть бути використані для оцінки забруднення водного середовища йонами Fe³⁺.

Ключові слова: короп, щука, кров, плазма, залізо, трансферин

Підвищення концентрації металів у водному середовищі призводить до надмірного їх акумулювання в організмі гідробіонтів, включно риб. Зростання концентрації металів у функціонально важливих органах і тканинах (у тому числі в крові) змінює процеси синтезу макромолекул, функціонування ферментативних систем та співвідношення метаболітів у всьому організмі [1, 7].

Ферум є необхідним елементом для нормальної життєдіяльності риб [6, 10]. Недостатність цього металу може бути лімітуючим чинником розвитку організму. Цей хімічний елемент, який міститься в організмі риб, поділяють на дві групи: геміновий та негеміновий. Перша група включає ферум хромопротеїдів (дихальні білки – гемоглобін, хлорокруарин, гелікорубін, білок м'язів – міоглобін), а також дихальних ферментів (цитохроми, цитохромоксидази, пероксидази, каталази). До другої групи входить ферум низки речовин, які не містять гемоферумпорфіринового комплексу (геморетрин) [5].

В процесі еволюції природа не розвинула ефективних механізмів виведення заліза з організму еукаріотів, тому оптимальна концентрація металу може підтримуватися лише за рахунок обмеження його поглинання [9].

Серед білків, що безпосередньо пов'язані із регуляцією вмісту феруму в організмі тварин, у тому числі риб, слід виділити трансферин. Трансферин, виявлений у широкому колі організмів, він зустрічається в різних генетично залежних формах, які подібні за своїми фізико-хімічними властивостями та мають молекулярну масу близько 70-80 кДа [6]. Трансферин – це складний білок (глікопротеїд) плазми крові, який відноситься до β-глобулінів і має здатність зв'язувати і переносити йони трьохвалентного заліза. Основною функцією трансферину плазми

крові є транспорт заліза у ретикулоцити, де відбувається синтез гемоглобіну, а також підтримання на певному рівні співвідношення іонів Fe^{2+} та Fe^{3+} . Разом з тим, трансферин тісно пов'язаний з імунною системою риб і бере участь у неспецифічних гуморальних механізмах захисту від бактеріальних інфекцій [12]. Окрім того, трансферин може брати участь у зв'язуванні кадмію у плазмі крові коропа [8].

Хоча менше 1% заліза в організмі риб зв'язано з трансферином – це найбільш лабільна форма феруму в організмі тварин [9]. Тому значний інтерес представляє вивчення особливостей зв'язування заліза трансферином плазми крові риб за умов підвищених концентрацій іонів Fe^{3+} у воді.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проведено на дворічках коропа (*Cyprinus carpio L.*) і щуки (*Esox lucius L.*) з середньою масою 300-350 г. Дослідних риб виловлювали із ставків Тернопільського рибкомбінату, урочище Залісці. Для експериментального утримування риб використовували відстояну водопровідну воду. Вміст кисню в воді акваріумів підтримували на рівні 7,0 – 8,0 мг/л; рН 7,7- 7,9. Перед дослідом риб аклімували 3 доби в басейнах об'ємом 2 м³. В експериментах риб утримували в лабораторних акваріумах об'ємом 200 л з розрахунку 40 л на одну особину. З метою запобігання хронічного впливу на риб їх власних екзометаболітів воду в акваріумах змінювали щодобово. Вивчали вплив іонів Fe^{3+} на риб в концентраціях 0,2 і 0,5 мг/дм³, що відповідали 2 та 5 рибогосподарським ГДК [2]. Необхідні концентрації іонів металу у воді створювали внесенням солі $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ кваліфікації “х.ч.”. Риб під час аклімації не годували. Період утримування риб в експериментальних умовах становив 14 діб.

Для дослідження відбирали із серця риб кров, додавали гепарин та центрифугували. В отриманій плазмі крові риб досліджували вміст заліза, загального білка, концентрацію трансферину. Контролем служили величини досліджуваних показників тканин риб, які перебували у воді акваріумів без додавання іонів Fe^{3+} . Вміст заліза в плазмі визначали методом атомно-абсорбційної спектроскопії. Кількість загального білка визначали за методом Лоурі та співавт. [11]. Вміст трансферину визначали турбідиметричним методом з використанням набору “Трансферин-турбі” для досліджень *in vitro*. Анти-трансферині антитіла при змішуванні зі зразками, що містять трансферин, утворюють нерозчинні комплекси. Ці комплекси викликають зміну абсорбції, залежно від концентрації трансферину у зразку, що можна кількісно порівняти з калібратором трансферину. Насичення трансферину залізом розраховували як відношення концентрації заліза плазми до загальної залізовв'язуючої здатності трансферину і виражали у відсотках.

Всі одержані експериментальні дані опрцювали статистично з використанням пакету “Microsoft Excel”.

Результати досліджень та їх обговорення

Зміни вмісту білків у плазмі крові можуть слугувати індикатором патологічних процесів в організмі риб [4]. Аналіз одержаних результатів показав, що вміст загального білка у плазмі крові достовірно зростає в 1,2 рази лише за дії максимальної концентрації іонів Fe^{3+} у коропа (рис. 1).

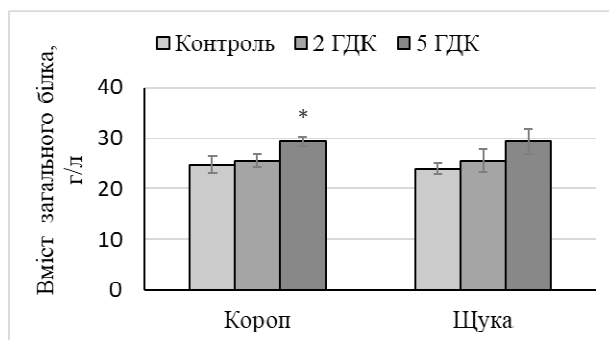


Рис. 1. Вміст загального білка в плазмі крові коропа та щуки за дії підвищених концентрацій іонів Fe^{3+} у воді ($M \pm m$, $n=5$)

Примітка. * зміни порівняно з контролем вірогідні ($p < 0,05$).

Очевидно, високі концентрації йонів феруму (III) обумовлюють посилений розпад білків тканин коропа, що в свою чергу сприяє зростанню їх кількості у крові риб.

Вміст заліза в плазмі крові коропа зростає за дії 2 та 5 ГДК йонів Fe^{3+} у 1,3 і в 1,2 рази відповідно (рис. 2; $p < 0,05$). Одночасно із зростанням кількості заліза в плазмі крові коропа мало місце пропорційне до концентрації йонів феруму (III) у воді збільшення вмісту трансферину – у 1,05 та 1,08 рази за дії 2 та 5 ГДК йонів Fe^{3+} у воді відповідно (рис. 3). При цьому максимальний показник насичення трансферину залізом у коропа був відмічений за впливу 2 ГДК йонів Fe^{3+} - 43,5 % проти 35,1 % контрольного значення (рис. 4).

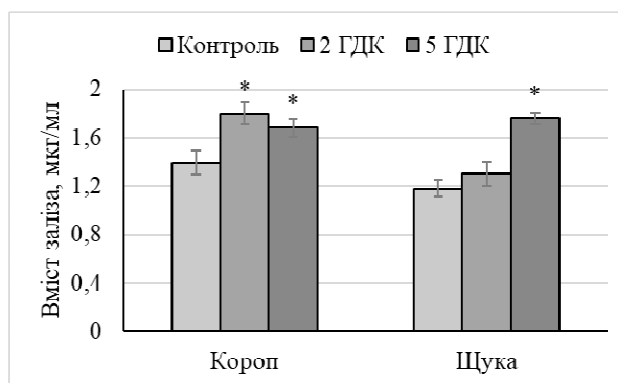


Рис. 2. Концентрація загального заліза в плазмі крові коропа та щуки за дії підвищених концентрацій йонів Fe^{3+} у воді ($M \pm m$, $n=5$)

Примітка. * зміни порівняно з контролем вірогідні ($p < 0,05$).

Кількісні характеристики зв'язування заліза трансферином крові щуки за впливу підвищених концентрацій йонів феруму (III) у воді були відмінними від коропа (див. рис. 2-4). Відмічено максимальне акумулювання заліза плазмою крові щуки (1,76 мг/л проти 1,18 мг/л в контролі) за дії 0,5 мг/л йонів Fe^{3+} . Разом з тим у плазмі крові щуки мало місце зменшення кількості трансферину в 1,13 та 1,15 рази за дії 2 та 5 ГДК йонів феруму (III). Зростання кількості заліза в організмі тварин та порушення функціональної активності печінки, як правило, призводить до зниження синтезу трансферину і навпаки – залізодефіцитні стани призводять до зростання вмісту даного металопротеїду [3].

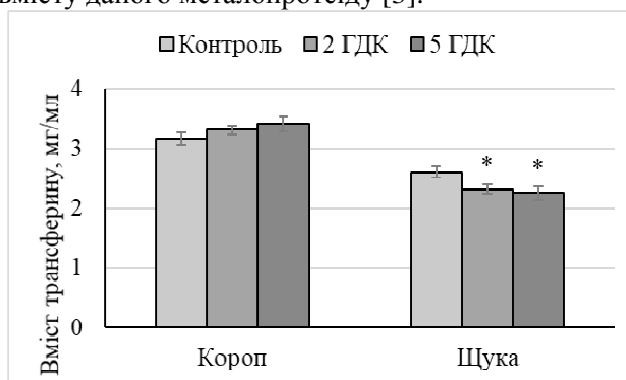


Рис. 3. Концентрація трансферину в плазмі крові риб за дії підвищених концентрацій йонів Fe^{3+} у воді ($M \pm m$, $n=5$)

Примітка. * зміни порівняно з контролем вірогідні ($p < 0,05$).

Пропорційно концентрації йонів Fe^{3+} у воді зростає і показник насичення трансферину залізом. Так, у плазмі крові риб контрольної групи він становить 36,2 %, а у риб за дії 2 та 5 ГДК йонів металу – 44,8 і 62,4 % відповідно.

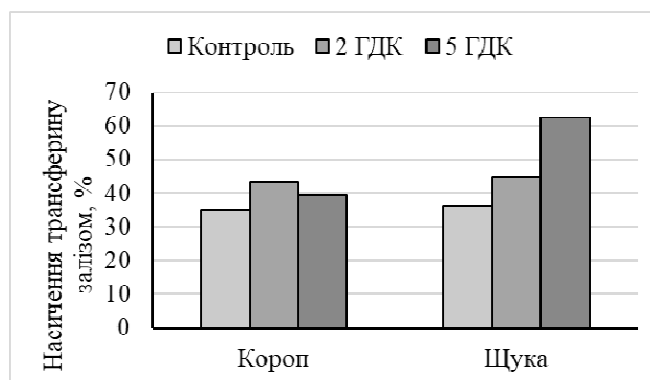


Рис. 4. Насичення залізом трансферину в плазмі крові риб за дії підвищених концентрацій іонів Fe^{3+} у воді ($M \pm m$, $n=5$)

Надлишок заліза, що супроводжується зростанням показника насичення залізом трансферину може свідчити про токсичну дію іонів металу та призводити до паталогії печінки, адже відомо, що для риб відсоток насичення трансферину залізом є нижчим, ніж для ссавців [6].

Висновки

Отже, підвищений вміст іонів феруму (III) у воді призводить до зростання кількості металу в плазмі крові обох видів риб та збільшення показника насичення трансферину залізом (особливо у щуки). Дані показники можуть бути використані як біомаркери для оцінки забруднення водного середовища йонами Fe^{3+} .

1. Мур Дж. Тяжелые металлы в природных водах / Дж. Мур, С. Рамамурти. — М.: Мир, 1987. — 265 с.
2. Обобщенный перечень предельно-допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно-безопасных уровней воздействия вредных веществ (ОБУВ) для воды рыбохозяйственных водоемов / Минрыбхоз СССР. — М., 1990. — 44 с.
3. Пудовкин Н.А. Свободнорадикальные процессы в организме разных видов животных и пути их коррекции железом — и селеносодержащими препаратами: дис. ... док. биол. наук : 03.03.01; 06.02.03 / Николай Александрович Пудовкин; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана» — Казань, 2015. — 291 с.
4. Серпунин Г.Г. Ихтиогематологические исследования как элемент биологического мониторинга водоемов // Наземные и водные экосистемы Северной Европы: управление и охрана. Мат-лы междунар. конф., посвящ. 50-летию ин-та Карел. науч. центра РАН. 8-11 сентября 2003, Петрозаводск. — Петрозаводск: Ин-т биол. КарелНЦ РАН, 2003. — С. 130—131.
5. Aisen P. Chemistry and biology of eukaryotic iron metabolism / Aisen P., Enns C., Wessling-Resnick M. // Int. J. Biochem. Cell Biol. — 2001. — Vol. 33. — P. 940—959.
6. Carriquiriborde P. Physiological modulation of iron metabolism in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed low and high iron diets / P. Carriquiriborde, R. D. Handy, S. J. Davies // J. Exp. Biol. — 2004. — Vol. 207. — P. 75—86.
7. Chapman P.M. Issues in ecological risk assessment of inorganic metals and metalloids / P.M. Chapman, F. Wang // Hum. Ecol. Risk Assess. — 2000. — Vol. 6. — P. 965—988.
8. De Smet H. Cadmium-binding to transferrin in the plasma of the common carp *Cyprinus carpio* / De Smet H., Blust R., Moens L. // Comp. Biochem. Physiol. C: Toxicol Pharmacol. — 2001. — Vol. 128. — P. 45—53.
9. Edison E.S. Iron homeostasis: new players, newer insights / Eunice S. Edison, Ashish Bajel, Mammen Chandy // European Journal of Haematology — 2008. — Vol. 81 — P. 411—424.
10. Homeostasis and Toxicology of Essential Metals / Wood C. M., Farrel A. P., Brauner C. J., Eds.; AcademicPress: London, 2012. — 497 p.
11. Protein measurement with the Folin phenol reagent / J. O. H. Lowry, N. J. Rosenbrough, A. L. Farr [et al.] // J. Biol. Chem. — 1951. — Vol. 193, № 1. — P. 265—75.
12. Stafford J.L. Transferrin and the innate immune response of fish: identification of a novel mechanism of macrophage activation / J.L. Stafford, M. Belosevic // Dev. Comp. Immunol. — 2003. — Vol. 27. — P. 539—554.

Е. А. Рабченко

Тернопольский национальный педагогический университет имени Владимира Гнатюка

ВЛИЯНИЕ ПОВЫШЕННЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ИОНОВ Fe^{3+} В ВОДЕ НА СОДЕРЖАНИЕ ЖЕЛЕЗА И ТРАНСФЕРРИНА В ПЛАЗМЕ КРОВИ РЫБ

Исследовано содержание железа, общего белка и концентрацию трансферрина в плазме крови карпа (*Cyprinus carpio* L.) и щуки (*Esox lucius* L.) при действии 2 и 5 предельно допустимых рыбохозяйственных концентрации ионов Fe^{3+} в воде. Установлено, что повышенное содержание ионов железа в воде приводит к росту количества металла в плазме обоих видов рыб и увеличение показателя насыщения трансферрина железом. Данные показатели могут быть использованы для оценки загрязнения водной среды ионами Fe^{3+} .

Ключевые слова: карп, щука, кровь, плазма, железо, трансферрин

О. О. Rabchenyuk

Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine

INFLUENCE OF ELEVATED CONCENTRATIONS OF Fe^{3+} IONS IN WATER ON THE CONTENT OF IRON AND TRANSFERRIN IN BLOOD PLASMA OF FISH

The content of iron, total protein and concentration of transferrin in the blood plasma of carp (*Cyprinus carpio* L.) and pike (*Esox lucius* L.) in the action of 0.2 and 0.5 mg/dm³ ions of Fe^{3+} in water corresponding to 2 and 5 fisheries maximum permissible concentrations (MPC). It has been established that the content of total protein in blood plasma is significantly increased only with the action of 5 MPC concentration of Fe^{3+} ions in carp. It was noted that the content of iron and transferrin in the blood plasma of carp increased following the effects of both investigated concentrations of Fe^{3+} ions. The maximum index of saturation of transferrin by iron in carp was noted for the effect of 2 MPC of Fe^{3+} ions.

Quantitative characteristics of binding of iron to pork blood transferrin by the influence of increased concentrations of ferric ions in water were different from carp. The maximum accumulation of iron with blood plasma of pike per 0.5 mg/dm³ Fe^{3+} ions is noted. However, in the blood of pike there was a decrease in the amount of transferrin in the action of 2 and 5 MPC of ions of the ferrum (III). It was established that proportional to the concentration of Fe^{3+} ions in water, the index of saturation of transferrin by iron increases, which can testify to the toxic effect of metal ions and lead to pathological changes in the organism of fish. In general, the studied parameters can be used to assess the pollution of the water environment with Fe^{3+} ions.

Key words: carp, pike, blood, plasma, iron, transferrin

Рекомендує до друку

О. Б. Столяр

Надійшла 06.03.2018

УДК 159.9.075/597.55:577.12:546.3

В. О. ХОМЕНЧУК, В. Я. БИЯК, Б. З. ЛЯВРІН, В. З. КУРАНТ

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка
вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027

КОРЕЛЯЦІЙНИЙ АНАЛІЗ ВМІСТУ МЕТАЛІВ ТА ПОКАЗНИКІВ БІЛКОВО-НУКЛЕЇНОВОГО ОБМІНУ В ОРГАНІЗМІ ПРІСНОВОДНИХ РИБ

Проаналізовано кореляційні зв'язки (коефіцієнт кореляції Пірсона) між кількістю акумульованих металів в тканинах риб (короп – *Cyprinus carpio* L., карась – *Carassius carassius* L., окунь – *Perca fluviatilis* L., щука – *Esox lucius* L.) та окремими метаболічними показниками в їх тканинах (вміст рибонуклеїнової кислоти (РНК), активності аланінамінотрансферази (АлАТ), аспартатамінотрансферази (АсАТ) і сукцинатдегідрогенази (СДГ)). Встановлено, що показники кореляції між вмістом металу та окремими метаболічними параметрами у прісноводних риб залежать від природи металу і є видо- та тканиноспецифічними. Отримані показники можуть бути використані для оцінки забруднення водних екосистем металами.

Ключові слова: риби, метали, рибонуклеїнова кислота, амінотрансфераза, сукцинатдегідрогеназа, кореляція

Підвищення концентрації йонів металів у водному середовищі призводить, як правило, до надмірного їх надходження в організм гідробіонтів, включно риб [14]. Кількість акумульованого металу в органах та тканинах визначається природою металу та його фізіологічною роллю в організмі [11].

Зростання концентрації металів в організмі риб змінює процеси синтезу макромолекул, функціонування ферментативних систем та співвідношення метаболітів. Біохімічна адаптація до несприятливих умов середовища передбачає формування компенсаторно-адаптивної відповіді трьома шляхами: зміна активності метаболічних систем, підтримання необхідної кількості функціональних макромолекул та синтез їх нових типів [13].

Тому в даній роботі нами було вирішено проаналізувати кореляційні зв'язки між рівнем накопичення металів та окремими показниками білково-нуклеїнового і енергетичного обмінів в тканинах прісноводних риб.

Матеріал і методи досліджень

Для експерименту використовували коропа (*Cyprinus carpio* L.), карася (*Carassius carassius* L.), окуня (*Perca fluviatilis* L.) та щуку (*Esox lucius* L.) масою 290-330 г, 150-230 г, 170-230 г та 200-350 г відповідно. Для дослідження риб брали з водойм Тернопільського рибокомбінату безпосередньо перед експериментом.

Досліджували тканини білих м'язів спини, передньої долі печінки та забер. Після препарати органів риб проби на холоді розтирали і використовували для приготування гомогенатів.

Нуклеїнові кислоти визначали спектрофотометрично за Цаневим Р. Г. і Марковим Г. Г. [10], враховуючи рекомендації авторів [3].

Активність аланінамінотрансферази та аспартатамінотрансферази (КФ 2.6.1.2 і 2.6.1.1) визначали за Пасхіною Т. С. [9]. Активність сукцинатдегідрогенази визначали ферриціанатним методом [8]. Для визначення вмісту заліза, кобальту, марганцю, цинку та міді в тканинах, останні спалювали в перегнаній нітратній кислоті у співвідношенні 1:5 (маса:об'єм). Вміст зазначених металів визначали на атомно-адсорбційному спектрофотометрі С-115 і виражали в міліграмах на кілограм сирової маси.

Коефіцієнт кореляції обчислювали за формулою Пірсона. Одержані дані обробляли статистично за загальноприйнятою методикою з використанням t-критерію Стьюдента [7].

Результати досліджень та їх обговорення

Аналіз показників кореляції між кількістю накопичених металів в тканинах риб та метаболічними показниками білкового, енергетичного та нуклеїнового обміну може допомогти опосередковано оцінити стан забруднення навколишнього середовища йонами металів. Для досягнення поставленого завдання нами було розраховано коефіцієнт кореляції Пірсона між кількістю акумульованих металів у тканинах риб та вмістом РНК, активностями амінотрансфераз і сукцинатдегідрогенази.

Відомо, що кореляційні зв'язки між вмістом металу та кількістю нуклеїнових кислот у тканинах риб більш виражені для РНК. Результати підтверджуються в роботі [4], де в експериментах на плідниках коропа за дії міді та марганцю встановлено вірогідні зміни вмісту РНК, на фоні стабільного рівня ДНК, в печінці та збрах риб.

При аналізі кореляційних зв'язків між вмістом металу у тканинах та кількістю рибонуклеїнової кислоти в печінці коропа слід відмітити зменшення вмісту РНК за збільшення кількості акумульованого заліза, марганцю і міді та зростання її вмісту за умов нагромадження кобальту і цинку (рис. 1).

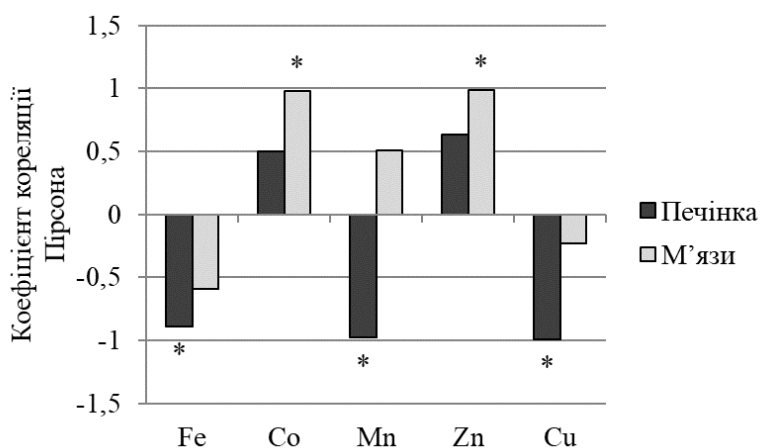


Рис. 1. Коефіцієнт кореляції Пірсона між вмістом йонів металів у тканинах коропа та вмістом РНК (* - $p < 0,05$)

Між вмістом металів у м'язах коропа та РНК спостерігається підвищення рівня нуклеїнової кислоти при збільшенні вмісту кобальту, марганцю та цинку, а за збільшення вмісту заліза та міді у м'язах рівень РНК знижується.

У тканинах карася (рис. 2) позитивна кореляція спостерігається між вмістом РНК та вмістом заліза, кобальту і цинку у печінці та цієї ж нуклеїнової кислоти і усіх досліджуваних металів, за винятком заліза, у м'язах.

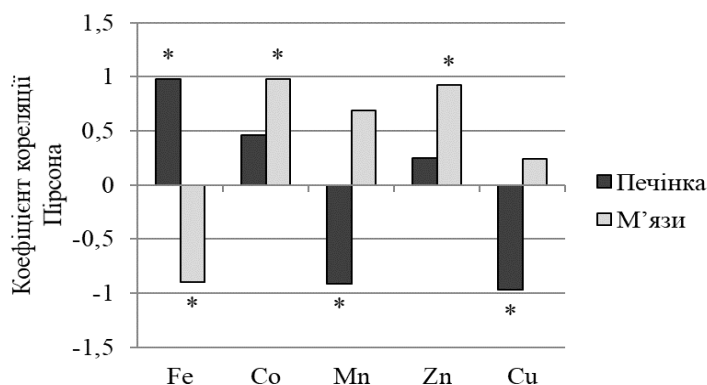


Рис. 2. Коефіцієнт кореляції Пірсона між вмістом йонів металів в тканинах карася та вмістом РНК (* - $p < 0,05$)

У печінці окуня зміна кількості кобальту та цинку веде до підвищення вмісту РНК (рис. 3), а накопичення заліза та марганцю – до зниження концентрації рибонуклеїнової кислоти. В м'язах підвищення вмісту досліджуваних металів, за винятком міді, впливає на зростання кількості РНК у цій тканині.

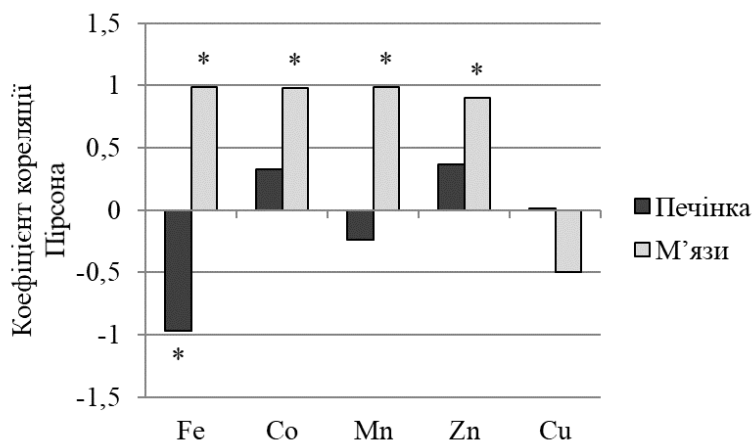


Рис. 3. Коефіцієнт кореляції Пірсона між вмістом йонів металів та вмістом РНК в тканинах окуня (* - $p < 0,05$)

У тканинах щуки підвищення вмісту РНК, як і у печінці, так і у м'язах спостерігається за накопичення у цьому ж органі кобальту та цинку (рис. 4).

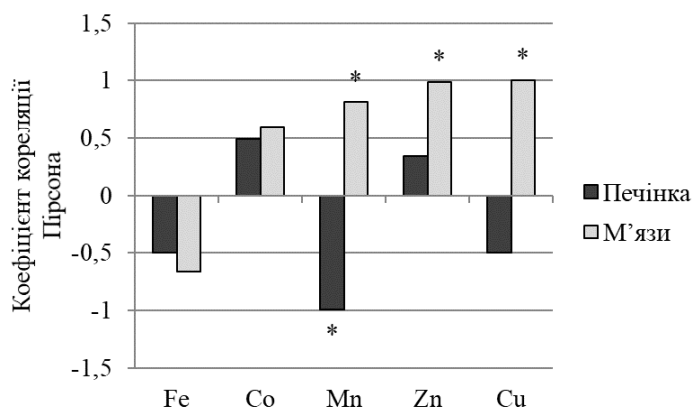


Рис. 4. Коефіцієнт кореляції Пірсона між вмістом йонів металів в тканинах щуки та вмістом РНК (* - $p < 0,05$)

Негативна кореляція у тканинах печінки та м'язів спостерігається у відношенні заліза. Зміна вмісту марганцю та міді веде до зниження концентрації нуклеїнової кислоти у печінці та підвищення її вмісту у м'язах щуки.

Між вмістом металів та рибонуклеїнової кислоти у тканинах риб простежуються чіткі кореляційні зв'язки. Так, спостерігається позитивна кореляція між кількістю акумульованих кобальту, марганцю і цинку та рівнем нуклеїнових кислот у м'язах всіх досліджуваних видів риб. Встановлено наявність позитивної кореляції між вмістом кобальту і цинку та кількістю РНК в печінці усіх досліджуваних видів риб. Негативні кореляції для всіх видів риб відмічено між кількістю марганцю та вмістом РНК у печінці.

Слід сказати, що біогенні метали, внесені у воду в низьких концентраціях, стимулюють обмін нуклеїнових кислот в тканинах риб. При дослідженні впливу марганцю (0,1 мг/л) на вміст нуклеїнових кислот в організмі коропа [6] було виявлено збільшення вмісту РНК в м'язах. Аналогічну стимулюючу дію на нуклеїновий обмін в риб проявляють йони цинку [5]. Отже, метали, навіть в незначних концентраціях у воді, активно впливають на обмін нуклеїнових кислот, зокрема РНК, в тканинах риб і можуть бути використані як ефективний засіб направленої дії на метаболічні процеси в організмі гідробіонтів.

Як показують результати нашого аналізу (рис. 5), активність АлАТ печінки коропа позитивно корелює з вмістом у цьому органі йонів кобальту та цинку і негативно — з вмістом заліза, марганцю і міді. Активність АсАТ негативно корелює із вмістом усіх досліджуваних металів.

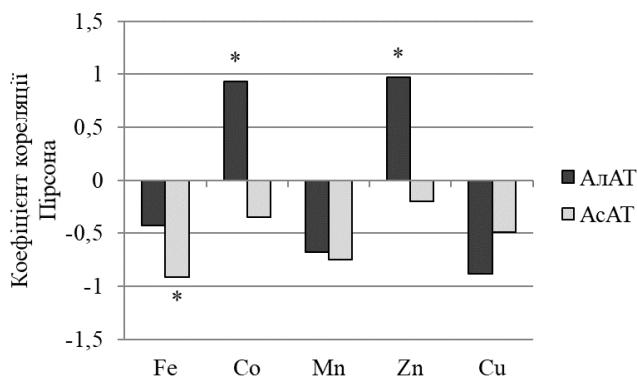


Рис. 5. Коефіцієнт кореляції Пірсона між вмістом йонів металів в печінці коропа та активністю трансаміназ (* - $p < 0,05$)

Для АлАТ печінки карася характерна позитивна кореляція для заліза і кобальту та негативна для марганцю, цинку і міді (рис. 6). Активність АсАТ знижується за збільшення вмісту заліза і цинку та зростає — за впливу кобальту, марганцю та міді.

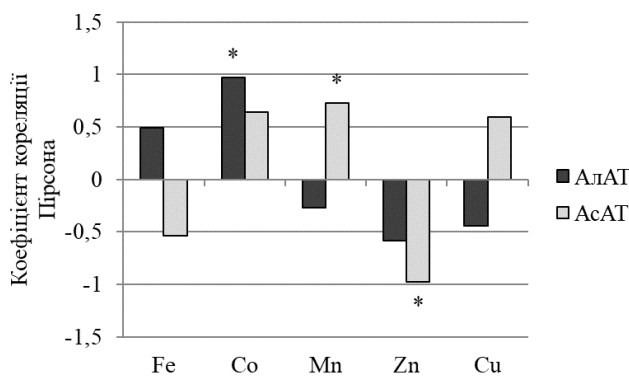


Рис. 6. Коефіцієнт кореляції Пірсона між вмістом йонів металів в печінці карася та активністю трансаміназ (* - $p < 0,05$)

Результати кореляційного аналізу між активністю ферментів переамінування у окуня (рис. 7) показали негативний взаємозв'язок із вмістом металів у тканинах та активністю аланінамінотрансферази та позитивний взаємозв'язок із активністю аспартатамінотрансферази.

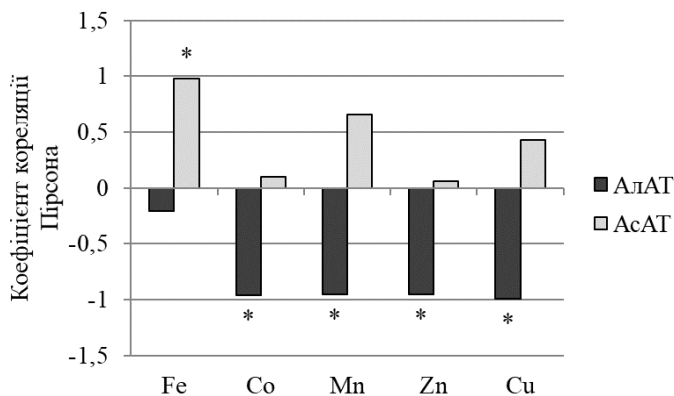


Рис. 7. Коефіцієнт кореляції Пірсона між вмістом йонів металів в печінці окуня та активністю трансаміназ (* - $p < 0,05$)

У печінці щуки аналіз кореляцій між металами та функціонуванням амінотрансфераз показав (рис. 8) негативний взаємозв'язок між вмістом кобальту, марганцю, цинку і активністю АлАТ та кількістю цинку та активністю АсАТ. Позитивна кореляція виявлена між показниками активності АлАТ і вмістом заліза та міді, а також між активністю АсАТ та кількістю заліза, кобальту і міді.

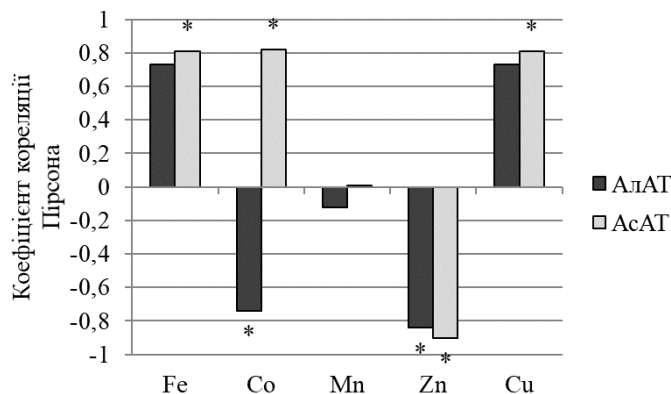


Рис. 8. Коефіцієнт кореляції Пірсона між вмістом йонів металів в печінці щуки та активністю трансаміназ (* - $p < 0,05$)

Кореляційні взаємозв'язки між активністю АсАТ та вмістом йонів металів у печінці досліджуваних видів риб складні. Слід відмітити зниження активності ферменту зі зростанням вмісту цинку в печінці карася і щуки та зростання активності АсАТ з підвищеним акумулюванням заліза, кобальту і міді в печінці щуки. Беручи до уваги значний вміст марганцю і цинку у воді досліджуваних малих річок (Серет, Стрипа, Золотої Липа) [1], значне накопичення вищевказаних металів в тканинах риб та зниження активності трансаміназ, отримані результати кореляційного аналізу можуть бути використані для оцінки забруднення водного середовища йонами цинку та марганцю. Слід відзначити, що більш чутливою є кореляція між вмістом металів та активністю АлАТ печінки (особливо у окуня), де чітко простежується зниження ферментативної активності на фоні зростання кількості акумульованого металу.

Як показали результати нашого аналізу, між вмістом марганцю і міді в печінці та зябрах коропа (рис. 9), цинку в обох досліджуваних тканинах карася (рис.10), міді в печінці та зябрах окуня (рис. 11), марганцю в печінці і зябрах щуки (рис. 12) та активністю сукцинатдегідрогенази відмічено слабкі кореляційні зв'язки.

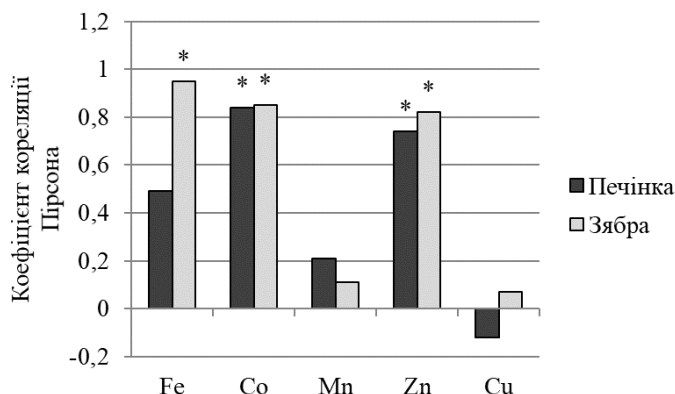


Рис. 9. Коефіцієнт кореляції Пірсона між вмістом йонів металів в тканинах коропа та активністю сукцинатдегідрогенази (* - $p < 0,05$)

Разом з тим, у коропа відмічено позитивну кореляцію між вмістом заліза, кобальту, цинку та активністю сукцинатдегідрогенази в обох досліджуваних тканинах (рис. 9). Відмічено

також, що підвищені кількості марганцю та міді у печінці і кобальту у зябрах викликали зниження ферментативної активності у карася (рис. 10).

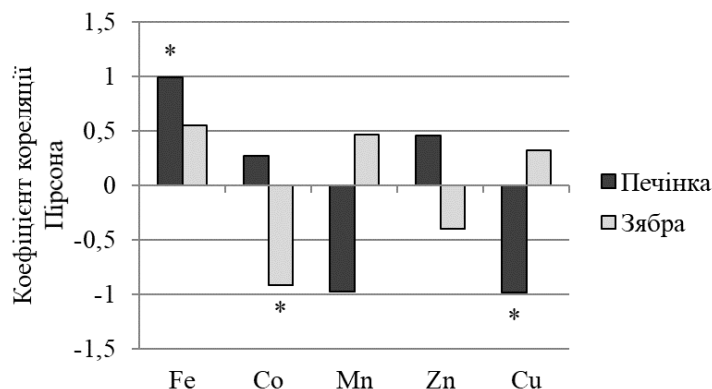


Рис. 10. Коефіцієнт кореляції Пірсона між вмістом йонів металів в тканинах карася та активністю сукцинатдегідрогенази (* - $p < 0,05$)

Для окуня позитивні кореляційні зв'язки спостерігали між вмістом кобальту і цинку та активністю ферменту у досліджуваних тканинах (рис. 11).

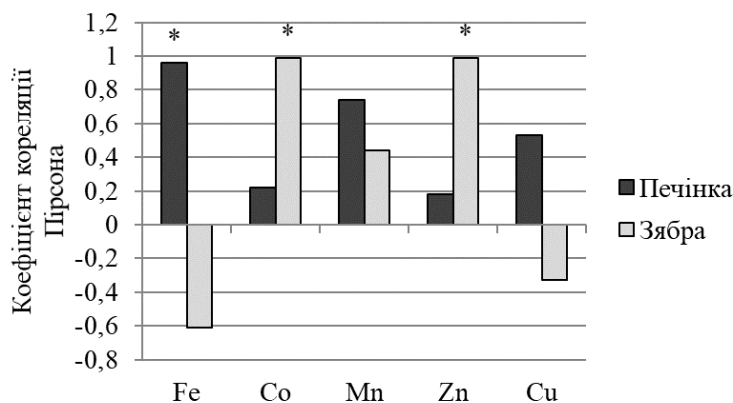


Рис. 11. Коефіцієнт кореляції Пірсона між вмістом йонів металів в тканинах окуня та активністю сукцинатдегідрогенази (* - $p < 0,05$)

У щуки між активністю сукцинатдегідрогенази та вмістом цинку і кобальту в печінці та зябрах простежується позитивна кореляція. Негативну кореляцію було відмічено між вмістом заліза і міді та активністю сукцинатдегідрогенази в печінці щуки.

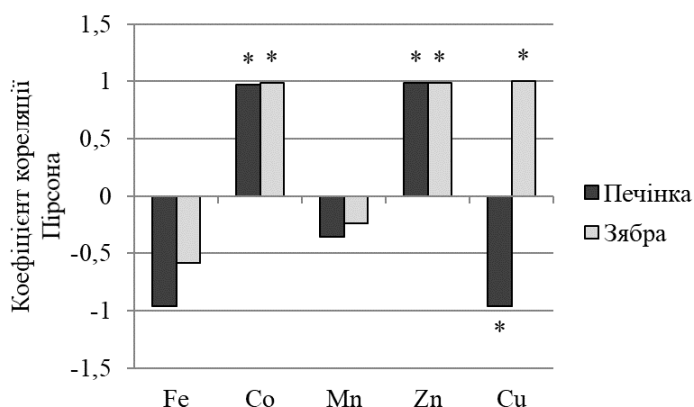


Рис. 12. Коефіцієнт кореляції Пірсона між вмістом йонів металів в тканинах щуки та активністю сукцинатдегідрогенази (* - $p < 0,05$)

В загальному можна відмітити, що для печінки досліджуваних видів риб більшою мірою простежуються вірогідні кореляційні зв'язки між накопиченням металів та активністю

сукцинатдегідрогенази. Це може обумовлюватись тим, що печінка є органом, який депонує значні кількості металів [2]. Зазначене явище може суттєво порушувати роботу ферментів енергетичного обміну [18] шляхом неспецифічної взаємодії з активними групами ензимів, пошкоджувати конформаційні структури білкової молекули [15], вести до зміни йонного гомеостазу в результаті металічної інтоксикації чи стимуляції утворення активних форм кисню [16]. Окрім того, дія йонів металів викликає інгібування сукцинатдегідрогенази за рахунок того, що до складу активного центру ферменту входить —SH група, яка володіє високою спорідненістю до більшості вказаних металів [17].

Таким чином, отримані результати кореляційного аналізу можуть бути використані як високочутливі тести реакції відповіді організму риб на дію йонів металів.

Висновки

Отже, показники кореляції між вмістом металу та окремими метаболічними показниками у прісноводних риб залежать від природи металу, виду риб та є тканинспецифічними. На підставі аналізу кореляційних зв'язків між кількістю акумульованого кобальту, марганцю і цинку та рівнем РНК в м'язах, вмісту кобальту та цинку і кількістю рибонуклеїнової кислоти печінки, активністю ферментів переамінування та йонів цинку і марганцю можна певним чином оцінити стан забруднення оточуючого водного середовища зазначеними металами.

1. *Аналіз окремих гідрохімічних показників деяких малих річок Західного Поділля* / [В. Я. Бияк, Б. З. Ляврін, В. О. Хоменчук та ін.] // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. — Тернопіль, 2010. — № 4 (45). — С. 115—121.
2. *Вплив деяких факторів водного середовища на накопичення важких металів в організмі коропа* / [В. О. Хоменчук, В. З. Курант, І. М. Коновець та ін.] // Доп. НАН України. — 2000. — № 5. — С. 97—100.
3. *Галкин В. В.* К вопросу о количественном определении нуклеиновых кислот биохимическими методами в тканях различных животных / В. В. Галкин, Г. Д. Бердышев // Биохимия. — 1968. — Т. 33, №1. — С. 66—76.
4. *Евтушенко Н. Ю.* Влияние тяжелых металлов водной среды на содержание нуклеиновых кислот и активность нуклеаз некоторых органов и тканей производителей карпа в репродуктивный период / Н. Ю. Евтушенко, А. С. Потрохов, О. Г. Зиньковский // Материалы II Всес. конф. по рыбохоз. токсикол. (С.-Петербург, ноябрь, 1991 г.). — С.-Петербург, 1991. — Т. 1. — С. 177—178.
5. *Курант В. З.* Влияние цинка на содержание белков и нуклеиновых кислот в тканях карпа / В. З. Курант, О. М. Арсан // Гидробиол. журн. — 1991. — Т. 27, № 6. — С. 45—48.
6. *Курант В. З.* Вплив марганцю на вміст нуклеїнових кислот і білків у тканинах коропа / В. З. Курант, О. М. Арсан // Доповіді АН УРСР. — 1990. — № 9 Б. — С. 60—62.
7. *Лакин Г. Ф.* Биометрия / Г. Ф. Лакин. — М. : Высшая школа, 1990. — 351 с.
8. *Определение активности сукцинатдегидрогеназы* // Современные методы в биохимии / [под. ред. В.Н. Ореховича.] — М. : Медицина, 1977. — С. 44.
9. *Пасхина Т. С.* Инструкция по определению глутамикоаспарагиновой и глутамикоаланиновой трансаминаз (аминофераз) в сыворотке крови человека / Т. С. Пасхина. — М. : Здоровье, 1974. — 22 с.
10. *Цанев Р. Г.* К вопросу о количественном спектрофотометрическом определении нуклеиновых кислот / Р. Г. Цанев, Г. Г. Марков // Биохимия. — 1960. — Т. 25, № 1. — С. 151—159.
11. *Avenant-Oldewage A.* Bioaccumulation of chromium, copper and iron in the organs and tissues of Clarias gariepinus in the Olifants River, Kruger National Park / A. Avenant-Oldewage, H.M. Marx // Water SA. — 2000. — Vol. 26. — No. 4. — P. 569—582.
12. *Chapman P.M.* Issues in ecological risk assessment of inorganic metals and metalloids / P.M. Chapman, F. Wang // Hum. Ecol. Risk Assess. — 2000. — Vol. 6. — P. 965—988.
13. *Hochachka P. W.* Biochemical Adaptation: Mechanism and Process in Physiological Evolution / P. W. Hochachka, G. N. Somero. — Oxford : Oxford University Press, 2002. 466 p.
14. *Homeostasis and Toxicology of Essential Metals* / Wood C. M., Farrel A. P., Brauner C. J., Eds.; Academic Press: London, 2012. — 497 p.
15. *Ochiai E. I.* Toxicity of heavy metals and biological defense: principles and application in bioinorganic chemistry / E. I. Ochiai // J. Chem. Educ. — 1995. — Vol. 72, № 6. — P. 479—484.
16. *Popper H. H.* Comparison of chromate and vanadate toxicity and its relationship to oxygen radical formation / H. H. Popper, A. Woldrich, E. Grigar // Zbl. Hyg. Und Umweltmed. — 1991. — Vol. 194, № 4. — P. 373—379.
17. *Sonawane S.M.* Effect of heavy metals on SDH and LDH enzymes activity of Bivalve Lamellidens marginalis..... / Sandhya M. Sonawane // IOSR J. Pharm. — 2017. — Vol.7. — P. 32—39

18. Wells T. Inhibition of phosphomannose isomerase by mercury ions / T. Wells, M. Payton, A. Proudfoot // *Biochem.* — 1994. — Vol. 33, № 24. — P. 7641—7647.

В. А. Хоменчук, В. Я. Бьяк, Б. З. Ляврин, В. З. Курант

Тернопольский национальный педагогический университет имени Владимира Гнатюка

КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ МЕТАЛЛОВ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕЛКОВО-НУКЛЕИНОВОГО ОБМЕНА В ОРГАНИЗМЕ ПРЕСНОВОДНЫХ РЫБ

Проанализированы корреляционные связи (коэффициент корреляции Пирсона) между количеством аккумулированных металлов в тканях рыб (каarp – *Cyprinus carpio* L., карась – *Carassius carassius* L., окунь – *Perca fluviatilis* L., щука – *Esox lucius* L.) и отдельными метаболическими показателями в их тканях (содержание рибонуклеиновой кислоты (РНК), активности аминотрансфераз (АЛат, АСаТ) и сукцинатдегидрогеназы (СДГ)). Показано, что показатели корреляции между содержанием металла и отдельными метаболическими показателями в пресноводных рыб зависят от природы металла и являются видо- и тканеспецифическими. Полученные показатели могут быть использованы для оценки загрязнения водных экосистем металлами.

Ключевые слова: рыбы, металлы, рибонуклеиновая кислота, аминотрансфераза, сукцинатдегидрогеназа, корреляция

V. O. Khomenchuk, V. Ya. Biyak, B. Z. Lyavrin, V. Z. Kurant

Volodymyr Gnatyuk Ternopil National Pedagogical University, Ukraine

CORRELATIONAL ANALYSIS OF CONTENTS OF METALS AND INDICATORS OF PROTEIN-NUCLEIN METABOLISM IN ORGANISM OF FRESHWATER FISH

Correlational relations (Pearson correlation coefficient) between the amount of accumulated metals in fish tissues (carp – *Cyprinus carpio* L., crucian carp – *Carassius carassius* L., perch – *Perca fluviatilis* L., pike – *Esox lucius* L.) and the individual metabolic parameters in their tissues (the content of ribonucleic acid (RNA), the activity of the alanine aminotransferase (AIT), aspartate aminotransferase (AspAT) and succinate dehydrogenase (SDH)). It has been established that there is a clear correlation between the content of metals and RNA in fish tissues. A positive correlation between accumulated amount of cobalt, manganese and zinc and the level of nucleic acids in the muscles of all fish species under research was shown. There is a positive correlation between the content of cobalt, manganese and zinc and the amount of RNA in the liver of all investigated fish species. Negative correlations of all species are indicated between the amount of manganese and the content of RNA in a liver. There are complex correlational relations between the activity of AspAT and the content of metal ions in the liver of investigated species of fish. It should be noted that the activity of the enzyme decreases zinc content in the liver of crucian carp and pike, increasing activity of AspAT with an increased accumulation of iron, cobalt and copper in the liver of the pike. It should be noted that the more sensitive is the correlation between the content of metals and the activity of the AIT in the liver (especially in the perch), where it is clearly observed reduction of enzymatic activity against the background of the growth of the amount of metals. It is indicated that for liver, in comparison with gills of investigated species fish, the probable correlation relations are more likely to be traced between the accumulation of metals and the activity of succinate dehydrogenase. This may be due to the fact that the liver is an organ that stores significant amounts of metals. A correlations coefficient between the amount of metals and individual metabolic parameters in tissues of freshwater fish can be used to evaluate the pollution by metals in water ecosystems.

Key words: fish, metals, ribonucleic acid, aminotransferase, succinate dehydrogenase, correlation

Рекомендує до друку

Надійшла 06.03.2018

О. Б. Столяр

ГІДРОБІОЛОГІЯ

УДК 551.583:556.535(477.84)

Т. В. АНДРУСИШИН, О. І. СКИБА, В. В. ГРУБІНКО

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка
вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027

ГІДРОЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН р. ЗБРУЧ УНАСЛІДОК ЗМІНИ КЛІМАТИЧНИХ УМОВ

Проаналізовано несприятливу гідрологічну ситуацію природного характеру – маловоддя, що сформувалося на річці Збруч у зв'язку зі змінами регіональних кліматичних умов. Встановлено вплив підвищення температури повітря, зниження кількості опадів, висоти снігового покриву як основних факторів зменшення рівня води у річці Збруч.

Ключові слова: маловоддя, рівень води, кліматичні умови, річка Збруч

Вступ. В останні 20-30 років приділяють особливу увагу дослідженням змін водних ресурсів річок, які пов'язані з кліматичними змінами (6). Водний режим річки формується унаслідок сукупного впливу багатьох факторів, основними з яких є кліматичні умови (опадів, температура і вологість повітря, випаровування, вітер і т.д.), а також фізико-географічні умови (рельєф, ґрунти, склад і характер залягання порід, підземні води, рослинність, заболоченість, густина річкової сітки і т.д.) та господарська діяльність (інженерні споруди на водних об'єктах, зарегулювання русла, меліоративні заходи, вирубка дерев тощо). Рівень води – одна з основних характеристик водного режиму, що широко використовується в різних галузях народного господарства. Рівнем води називають висоту водної поверхні, яку відраховують відносно деякої сталої площини порівняння, названу нулем графіка водомірного поста, позначену не менше, ніж на 0,5 м нижче мінімального історичного рівня води (2).

В останні роки на території України спостерігається небезпечна гідрологічна ситуація природного характеру – маловоддя або гідрологічна посуха. Згідно з даними Гідрометцентру України на багатьох річках рівні води знизилися до найнижчих відміток за період регулярних спостережень. Так, станом на 31 серпня 2015 року критерії маловоддя практично досягнуті або наближаються до них у переважній більшості річок України і на більшості річок Закарпаття (16). Згідно з визначенням Всесвітньої метеорологічної організації (1992 р.) «гідрологічна посуха є досить тривалим періодом сухої погоди, який викликає нестачу споживання води через зменшення стоку (нижче встановлених норм) та зменшення вмісту вологи в ґрунті й зростання глибини залягання дзеркала ґрунтових вод. Гідрологічна посуха може тривати більше одного року і захоплювати більше одного водозбору, вона зазвичай настає з запізненням по відношенню до метеорологічної та ґрунтової посух» (3).

З огляду на зазначене метою дослідження було встановлення водного режиму р. Збруч упродовж 2010-2016 рр. і аналіз його зв'язку зі зміною кліматичних показників за цей період.

Матеріал і методи досліджень

Дослідженню підлягала ділянка р. Збруч у межах Тернопільської області. Проаналізовано водний режим русла упродовж 2009-2016 рр. та кліматичні показники у регіоні досліджень (температура повітря, °С; кількість опадів, мм; товщина снігового покриву, мм) та їх сезонна

динаміка. Статистичні дані отримані з власних спостережень та з офіційних джерел Головного управління статистики у Тернопільській області, Управління екології та природних ресурсів Тернопільської обласної державної адміністрації, Державної екологічної інспекції у Тернопільській області, Тернопільського обласного управління водних ресурсів, Тернопільського обласного центру з гідрометеорології. Дані про метеорологічні умови Тернопільської області у 2009-2016 рр. (12). та дані про рівні води у річці Збруч у 2009-2015 рр. подано згідно джерела (5).

Результати досліджень та їх обговорення

Гідрологічна характеристика р. Збруч визначається геоморфологією території протікання та клімато-екологічними чинниками. Ріка починається з джерел у болоті поблизу с. Улянове Хмельницької області на Авратинській височині. Спочатку тече у широкій заболоченій долині, але вже під смт. Підволочиськ долина глибшає і вузчає, а від с. Тарноруда стає глибокою і звивистою, зі стрімкими схилами, особливо високими на відтинку, де Збруч перетинає Товтрову грядку. Ширина русла в середньому 15-25 м, глибина – 0,2-2,5 м (10).

У живленні ріки переважають снігові води, на які припадає до 45-50% річної величини стоку. Рівневий режим характеризується порівняно високою весняною повінню, літньою та зимовою меженню і дощовими паводками. Для ріки властиве досить часте коливання рівнів, викликане впливом побудованих на ріці гребель.

У багатоводні роки висота весняної повені досягає 2,5-3,5 м над умовним рівнем, у роки мінімальних снігозапасів повінь дуже слабо виражена і рівні становлять 10-20 см. Водний режим характеризується тим, що майже кожного року наявні паводки, які, як правило, невисокі – 0,5-0,4 м над умовним рівнем. Середня багатолітня витрата води – 7,9 м³/с, модуль стоку – 2,39 л/с км². Найбільші витрати води коливаються від 97,0 м³/с (м. Волочиськ) до 128 м³/с (с. Вітківці), найменші літні – відповідно від 0,18 до 7 м³/с.

Льодовий режим ріки порівняно стійкий. У середньому льодостав встановлюється у кінці грудня – початку січня, а на порожистих ділянках ріка не замерзає протягом усієї зими. Скресав ріка в першій половині березня і льодохід триває 1-8 днів.

Ріка в основному використовується для гідроенергетики та промислового водопостачання. Тому на річці побудовано ряд ГЕС потужністю від 20 до 150 кВт кожна, які є фактором сповільнення течії, збільшення площі водного дзеркала, що сприяє прогріванню водної товщі та посиленню поверхневого випаровування води.

З огляду на роль кліматичних чинників у формуванні водності річок нами розглянуто такі їх параметри, як температура повітря, кількість опадів та висота снігового покриву за останні роки у районі протікання річки Збруч.

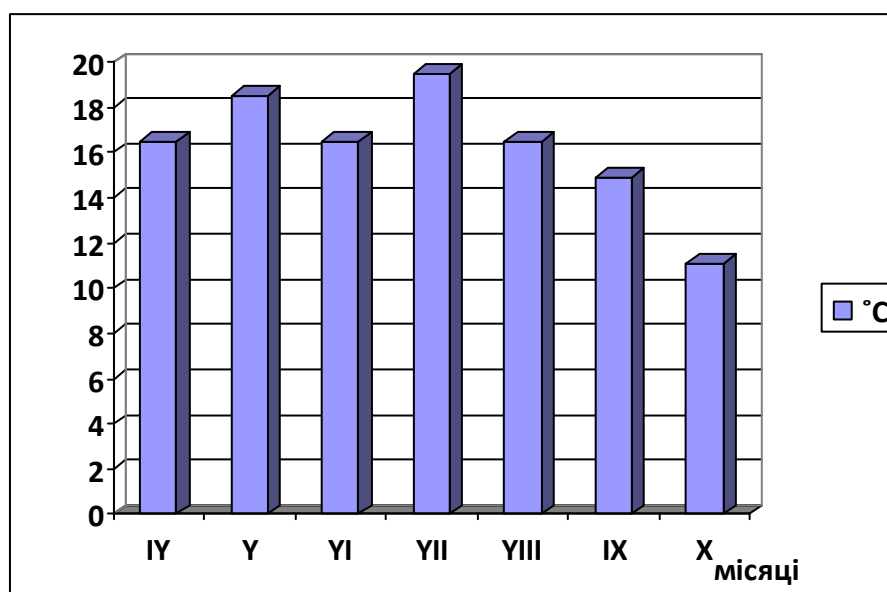
На території України за останні 100 років середня річна температура повітря підвищилась на +0,7°C (7). Аналізуючи показник середньорічної температури за 2009-2016 роки (табл. 1), виявлено, що він постійно вищий від багаторічного середнього значення, прийнятого за норму, яка для Тернопільської області (1) становить +6,9 С. В літні місяці 2015 року температура повітря у Тернопільській області зросла на +2,2°C у червні, на +0,8°C у липні, на +2,9°C у серпні та на +1,5°C у вересні щодо показників у відповідні місяці попередніх років. Крім того, аналізуючи середньорічні показники температури повітря за 2009-2016 рр., зауважимо, що у 2015 році цей показник зріс на +0,7°C (щодо попереднього найвищого середньорічного показника температури повітря у 2010 році). Зросли і середні температурні показники холодного періоду року (див. табл. 1), за винятком січня і грудня 2010 року та лютого і грудня 2012 року. До прикладу середній показник січня становить -5°C, лютого -3,7°C, грудня -3,1°C (1).

Підвищення температури повітря сприяє підвищенню температури води (рис. 1) та інтенсифікує поверхневе випаровування, унаслідок чого швидко втрачається волога, що міститься у ґрунті, ґрунт при цьому ущільнюється, втрачає властивість акумулювати вологу під час випадіння атмосферних опадів.

Середня місячна і річна температура повітря в Тернопільській обл., °С.

РРік	Місяці												Середня за рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
2009	-3,0	-1,3	+1,8	+11,1	+14,0	+17,5	+20,2	+18,9	+16,0	+8,1	+5,3	-2,6	+8,9
2010	-9,0	-3,0	+2,5	+9,9	+15,3	+18,3	+20,9	+21,1	+12,7	+5,4	+7,8	-4,6	+9,3
2011	-2,8	-4,3	+1,8	+9,8	+14,9	+18,5	+20,1	+19,2	+16,0	+7,5	+2,2	+1,2	+9,1
2012	-3,8	-8,8	+3,7	+10,9	+16,1	+19,2	+22,3	+19,5	+15,7	+9,6	+4,2	-5,7	+8,5
2013	-4,5	-1,1	-1,5	+10,1	+16,4	+18,5	+18,9	+18,7	+12,1	+9,8	+6,3	-0,1	+7,5
2014	-3,6	-0,7	+6,5	+9,9	+14,9	+16,8	+20,0	+19,4	+15,1	+8,2	+2,4	-0,9	+9,0
2015	-0,6	+0,2	+4,2	+8,6	+14,5	+18,6	+20,8	+22,3	+16,6	+7,6	+4,6	-2,6	+10,0
2016	-3,9	+3,4	+4,5	+11,9	+14,5	+16	-	+20,4	+17,7	+6,3	+1,3	-1,2	+6,4

Примітка: – дані відсутні.

Рис. 1. Динаміка показника температури води у річці Збруч ($M \pm m$, $n=5$).

На фоні високих показників температури повітря прогривається вода, особливо в літні місяці, волога майже миттєво випаровується, а при величині випаровуваності, більшій від кількості опадів, виникає дефіцит зволоження. Унаслідок цього не поповнюються і запаси ґрунтових вод, що призводить до ґрунтової посухи, яка є передумовою до посухи гідрологічної.

В останні роки опади мають переважно зливовий характер, що запобігає ефекту накопичення, вода швидко проходить по екосистемі. Визначальним критерієм кліматичної системи є співвідношення помірних опадів (понад 5 мм) упродовж місяця (4). Гідрометеорологічний режим під час бездощових періодів відрізняється підвищеною посушливістю на фоні високих температур (14). Аналізуючи дані по річній кількості опадів відмічаємо, що в загальному простежується тенденція до її зменшення. Так, у 2010 році в районі досліджень випало близько 652 мм опадів (табл. 2), а вже у 2015 – 464 мм.

Якщо норма кількості опадів для даної території – 595 мм (1), то за її середньорічними показниками з 2011 року формується стійкий дефіцит опадів. Недостатнє зволоження водозаборів у зв'язку з меншою від норми кількістю опадів зумовлює зменшення запасів вологи у верхньому шарі ґрунту та зниження рівнів залягання ґрунтових вод. Відтак порушується живлення річки і ґрунтовими водами.

Середня місячна і річна кількість опадів в Тернопільській області, мм.

РРік	Місяці												Середня за рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
2009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2010	4,2	67	24	29	158	110	109	46	59	39	8,2	-	652
2011	0,8	30	9,5	41	20	117	94	33	10	9,2	4,5	30	380
2012	27	54	22	68	20	81	53	74	56	43	17	49	558
2013	53	36	113	54	77	106	0	0	0	11	63	9,4	521
2014	60	20	39	51	110	30	81	49	18	42	26	24	547
2015	21	28	40	30	79	73	38	11	46	40	61	15	464
2016	37	35	23	73	64	4,5	-	-	-	-	-	-	234

Примітка: дані відсутні.

Снігові запаси формують весняне водопілля, покращуючи водний режим річки. Мінливість погодних умов взимку (нестабільний температурний режим, чергування морозних періодів та більш тривалих періодів з відлигами і позитивними температурами повітря) зумовлюють нестійкий характер снігового покриву (3). У 2010-2012 роках сніговий покрив на досліджуваній території з'явився у грудні, а у 2013-2015 роках – у жовтні-листопаді. Загалом висота снігового покриву має тенденцію до зниження у досліджувані роки. Зокрема січні значення цього показника знизилися на 22,4 – 20,4 см у 2015-2016 роках відносно 2010 року (табл. 3).

Таблиця 3

Середня місячна висота снігового покриву в Тернопільській обл., см.

РРік	Місяці											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2010	24,3	33,4	10,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2011	24,2	7,6	7,3	0	0	0	0	0	0	0	0	5,6
2012	11,7	24,9	1,9	2,0	0	0	0	0	0	0	0	25,5
2013	23,5	24,0	15,3	6,0	0	0	0	0	0	0	3,0	0
2014	9,3	10,1	0	0	0	0	0	0	0	6,0	0,9	3,3
2015	1,9	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	2,6	0
2016	3,9	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Примітка: – дані відсутні.

Аналогічна ситуація мала місце і в лютому – зниження висоти снігового покриву на 33,2 – 33,1 см у 2015-2016 роках відносно 2010 року. У березні за 2014-2016 роки снігового покриву не було, на відміну від 2010-2013 років, а у 2012-2013 роках сніг був ще навіть у квітні. Відсутність стійкого снігового покриву упродовж зими – одна з основних причин маловоддя, бо талі снігові води є основним джерелом живлення річок, в тому числі і Збруча, який має змішаний тип живлення з переважаанням снігового.

Рівень води у річці Збруч (табл. 4) став помітно нижчим у 2015 році порівняно з попередніми роками.

Рівень води у річці Збруч (згідно з даними гідрологічного поста у м. Волочиськ), см.

Місяці	Максимальний рівень води, см			
	2009	2011	2013	2015
I	297	321	252	247
II	290	297	263	244
III	322	297	367	241
IV	302	284	410	241
V	296	272	324	250
VI	286	265	335	251
VII	284	279	321	241
VIII	256	266	271	227
IX	239	234	277	237
X	255	234	270	229
XI	255	232	258	240
XII	280	232	253	235

Період з січня до серпня 2015 року характеризується найнижчими показниками за останні роки. Якщо влітку це явище закономірне, то період весняного водопілля, зазвичай характеризується найвищими рівнями води.

Висновки

Отже, кліматичні зміни зумовили складну гідрологічну ситуацію на річці Збруч, що загрожує її пересиханням. З огляду на це ситуація потребує постійного моніторингу, і, за збереження нинішніх умов, здійснення заходів з вирішення проблеми.

Для того, щоб створити сприятливий режим річки Збруч, необхідно попередити її забруднення, засмічення та вичерпування, знищення навколо водних рослин і тварин, а також зменшити коливання стоку, вздовж річки та навколо водосховищ слід встановлювати водоохоронні зони.

На території водоохоронних зон заборонено використовувати стійкі та сильнодіючі пестициди; розташовувати кладовища, скотомогильники, звалища, поля фільтрації; скидати неочищені стічні води; розорювати землі, відводити землі під садівництво та городництво; будувати будь-які споруди; мити і обслуговувати транспортні засоби і техніку; організовувати причали для човнів у місцях, не відведених для цього тощо.

1. *Будівельна* кліматологія: ДСТУ-Н Б В.1.1 — 27:2010. — [Чинний від 2011-11-01]. — К. : Укрархбудінформ, 2011. — 123 с. — (Національний стандарт України).
2. *Будз О. П.* Гідрологія: Інтерактивний комплекс навчально-методичного забезпечення / О. П. Будз. — Рівне: НУВГП, 2008. — 168 с.
3. *Гребінь В. В.* Гідрологічна посуха 2015 року в Україні: чинники формування, перебіг та можливі наслідки / В. В. Гребінь, В. М. Бойко, Т. І. Адаменко // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. — 2015. — Т. 3 (38). — С. 44—54.
4. *Довгаль Г. П.* Вплив регіональних аномалій на агроєкосистеми Лівобережного лісостепу / Г. П. Довгаль, Н. О. Волошина // Агроєкологічний журнал. — 2016. — № 3. — С. 32—38.
5. *Довідка:* № 35.02/03/58 — 28.02.2018 — Державна служба України з надзвичайних ситуацій Тернопільський обласний центр з гідрометеорології, 2018. — 1 с.
6. *Звіт* про науково-дослідну роботу «Проведення просторового аналізу змін водного режиму басейнів поверхневих водних об'єктів на території України внаслідок зміни клімату». — УкрГМІ. — 2013. — 228 с.
7. *Корчелюк М. В.* Вплив змін клімату на водний режим гірської частини басейну р. Прут / М. В. Корчелюк, М. М. Приходько, Л. М. Архипова // Проблеми геоморфології і палеогеографії Українських Карпат і прилеглих територій. — Львів: ЛНУ ім. Івана Франка. — 2016. — Вип. 1 (6). — С. 118—128.
8. *Кукурудза С. І.* Використання та охорона водних ресурсів: навч. посіб.: для вищ. навч. закл. / С. І. Кукурудза, О. Р. Перхач. — Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка. — 2009. — 304 с.
9. *Недашківський В.* Україна перетворюється на пустелю? [Електронний ресурс] / В. Недашківський // Український інтерес. — Режим доступу: <https://uain.press/articles/ukrayina-peretvoryuyetsya-na-pustelyu-575149>.
10. *Природа* Тернопільської області / Ред. К. І. Геренчук. — Львів: Вища школа. — 1979. — 167 с.

11. *Природні умови та ресурси Тернопільщини* / Ред. М. Я. Сивий. — Тернопіль: ТЗОВ “Терно-граф”. — 2011. — 512 с.
12. *Розклад погоди*. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://tr5.ua>. Перевірено 17.03.2018.
13. *Свинко Й. М.* Нарис про природу Тернопільської області: геологічне минуле, сучасний стан / Й. М. Свинко. — Тернопіль: Навчальна книга — Богдан. — 2007. — 192 с.
14. *Семенова І. Г.* Синоптичні та кліматичні умови формування посушливих явищ в Україні: дис...д-ра географ. наук: 11.00.09 — метеорологія, кліматологія / Семенова Інна Георгіївна; Одеський державний екологічний університет. — Одеса, 2015. — 296 с.
15. *Черняк В. М.* Унікальні перлини Тернопільщини / В. М. Черняк, Г. Б. Синиця, І. О. П’ятківський. — Тернопіль: Навчальна книга-Богдан. — 2011. — 512 с.
16. *Чому міліють ріки? Пояснення фахівців*. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://24tv.ua/chomu_miliyut_riki_poyasnennya_fahivtsiv_n621990.

Т. В. Андрусишин, Е. І. Скиба, В. В. Грубинко

Тернопольский национальный педагогический университет имени Владимира Гнатюка

ГИДРОЕКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ р. ЗБРУЧ ВСЛЕДСТВИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

Проанализировано неблагоприятную гидрологическую ситуацию естественного характера – маловодье, которое сформировалось на реке Збруч в связи с изменениями региональных климатических условий. Установлено влияние повышения температуры воздуха, снижения количества осадков, высоты снежного покрова в качестве основных факторов уменьшения уровня воды в реке Збруч.

Ключевые слова: маловодье, уровень воды, климатические условия, река Збруч

T. V. Andrusyshyn, O. I. Skyba, V. V. Hrubinko

Ternopil Volodimir Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine

HYDROECOLOGICAL STATUS OF THE ZBRUCH RIVER AS A RESULT OF THE CHANGE OF CLIMATIC CONDITIONS

There is a dangerous hydrological situation of a natural - shallow water in Ukraine in the last years. According to the statistics of the Hydrometeorological Center of Ukraine of many rivers, water levels have fallen to the lowest markings during the period of regular observations. Thus, in August, 2015, the criteria of shallow water have almost been reached or are approaching them in the majority of rivers in Ukraine and in most rivers of the Transcarpathian Region.

The aim of the article was to establish the water regime in the Zbruch river during 2009-2016 and to analyze its connection with the change of climatic indicators during this period.

The formation of an unfavorable hydrological situation of the natural - shallow water on the Zbruch river in connection with changes in regional climatic conditions has been analyzed. The influence of increasing the temperature of the air, rainfall, snow cover height as the main factors of reducing the water level in the Zbruch river has been established.

It was found that the average annual temperature in the Ternopil region during 2009-2016 is higher than the value adopted to the norm. According to the average annual rates of precipitation in the region, a deficit of precipitation from 2011 is formed. The height of snow cover have a tendency to decrease in the studied years. The water level in the Zbruch river has been reduced to the minimum in the last years from January and August 2015.

Climatic changes have caused a complicated hydrological situation on the Zbruch river, which threatens its drying out. In order to create a favorable regime of Zbrush river, it is necessary to continuously monitor the status of the river and to implement a complex of water protection measures.

Key words: shallow water, water level, climatic conditions, Zbruch river

Рекомендує до друку

Надійшла 23.02.2018

В. З. Курант

УДК 639.21:577.115

Б. З. ЛЯВРІН

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка
вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027

МІЖВИДОВІ ВІДМІННОСТІ ВМІСТУ ТА СПІВВІДНОШЕННЯ ФРАКЦІЙ ФОСФОЛІПІДІВ ДЕЯКИХ ВИДІВ РИБ МАЛИХ РІЧОК ЗАХІДНОГО ПОДІЛЛЯ

Представлено результати дослідження фосфоліпідного складу тканин печінки найбільш поширених прісноводних видів риб малих річок Західного Поділля – коропа, карася, окуня, та щуки. Вивчені міжвидові відмінності у вмісті фосфоліпідів в тканинах досліджених видів риб. Виявлена різниця у співвідношенні фосфоліпідних класів в клітинах печінки риб взятих з різних малих річок. Розглянуто зміну фракційного складу фосфоліпідів як відповідь організму на дію факторів навколишнього середовища, що може бути використано для біомоніторингу водних екосистем.

Ключові слова: ліпіди, риби, малі річки, Західне Поділля

Антропогенний вплив на навколишнє середовище в наш час став вирішальним фактором його екологічного стану. Водне середовище з гідробіонтами, що там проживають, зазнає чи не найбільшого тиску збоку забруднюючих факторів. Відомо, що організм гідробіонтів має багато засобів біохімічної адаптації різного ступеня складності, які дозволяють йому успішно пристосовуватися до дії токсикантів. Одним із них є перебудова шляхів ліпідного метаболізму, що засвідчує велике екологічне значення окремих сторін ліпідного обміну у гідробіонтів, особливо риб [2, 3, 11].

Відомо, що відповідь організму на дію токсиканту є результатом взаємодії двох процесів: пошкодження (деструкція) та захисту (компенсаторна адаптація) [5]. Їх співвідношення визначає рівень токсичності водного середовища щодо риб.

Будучи одним з основних компонентів біологічних мембран, ліпіди впливають на їх проникність, беруть участь у передачі нервового імпульсу, створюють міжклітинні контакти, виконують функції вторинних месенджерів у передачі сигналів у клітину [7].

Автор [8] встановив, що в адаптації риб до несприятливих факторів навколишнього середовища зменшення вмісту ліпідів відіграє роль фактора “білкового згущення” мембран клітин, зниження їх проникності та підвищення контролю за проникністю іонів.

Саме тому особливий інтерес викликає вивчення особливостей обміну та вмісту індивідуальних класів нейтральних ліпідів в тканинах печінки деяких прісноводних видів риб.

Матеріал і методи досліджень

Об'єктами дослідження були короп лускатий – *Cyprinus carpio* L., щука звичайна – *Esox lucius* L., карась сріблястий – *Carassius gibelio* Bloch, та окунь звичайний – *Perca fluviatilis* L. масою 290–330 г, 200–350 г, 150–230 г, та 170–230 г. відповідно. Для дослідження риб відбирали з річок Серет, Стрипа та Золота Липа безпосередньо перед експериментом, в осінній період. Для біохімічного дослідження вмісту ліпідів та їх окремих класів були використані зразки печінки. Тканину подрібнювали на холоді в скляних гомогенізаторах з наступним екстрагуванням загальних ліпідів з тканини хлороформ-метаноловою сумішшю у відношенні 2:1 за методом Фолча [3]. При цьому до однієї масової частини тканини додавали 20 частин екстрагуючої суміші і залишали на 12 год. для екстракції. Неліпідні домішки з екстракту видаляли відмиванням 1%-ним розчином KCl [4].

Розділення фосфоліпідів на окремі фракції проводили методом висхідної одномірної тонкошарової хроматографії на пластинках “Sorbfil”. Перед роботою пластинки активували 30 хв при температурі 105⁰ С в сушильній шафі, обробляли 10% спиртовим розчином фосфорномолібденового реактиву і висушували в струмені теплого повітря протягом 10-15 хв.

Для визначення фракцій фосфоліпідів пластинки елюювали у суміші хлороформ-метанол-льодяна оцтова кислота-дистильована вода у співвідношенні 60:30:7:3. Одержані хроматограми проявляли в камері, насиченій парами йоду, для ідентифікації окремих фракцій ліпідів використовували специфічні реагенти і очищені стандарти [1]. Виявлено такі фракції: лізофосфатидилхолін (ЛФХ), фосфатидилсерин (ФС), фосфатидилетаноламін (ФЕА), фосфатидилхолін (ФХ), сфінгомелін (СМ) та фосфатидилінозитол (ФІ).

Кількість фосфоліпідів визначали за методом Васьковського [12]. Мінералізацію фосфоліпідів проводили при температурі 180°C, при додаванні концентрованої хлорної кислоти. Вміст фосфатів визначали спектрофотометрично [6].

Результати досліджень були статистично опрацьовані з використанням стандартного пакету програм Microsoft Office 2013, та t-критерію Стьюдента для визначення достовірної різниці ($p < 0,05$).

Результати досліджень та їх обговорення

Вплив токсикантів збоку оточуючого середовища на вміст фосфоліпідів та їх окремих фракцій має двонапрямлений характер. Так незначні кількості забрудників, що не наближаються до половини їх ГДК прослідковується активація синтезу фосфоліпідів, тоді як дія токсикантів у кількості близькій до їх ГДК індукує їх деструкцію.

Як видно із результатів дослідження вміст різних фракцій фосфоліпідів у клітинах печінки різних видів риб відрізняється. Так, вміст фосфатидилхоліну достовірно відрізняється у щуки та окуня порівняно із коропом. Такі відмінності можуть бути пов'язані із більшою активністю даних видів риб та хижим способом живлення, а відповідно і меншим токсичним навантаженням. Достовірно нижчий вміст даного типу фосфоліпідів на фоні збільшеного вмісту сфінгомеліну у карася вказує на активацію процесу перетворення ФХ у СМ за участю церамідхолінфосфотрансферази [10]. Такі зміни сприяють ущільненню мембрани та, відповідно, зменшенню її проникності для йонів металів [9].

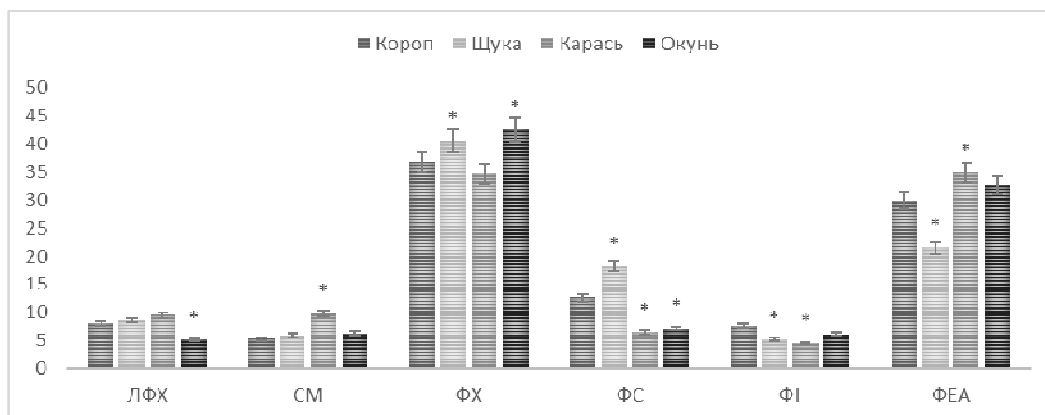


Рис 1. Вміст фракцій фосфоліпідів в клітинах печінки досліджених риб ($M \pm m$, $n=5$). * - різниця відносно показників коропа достовірна ($p < 0,05$)

Достовірна різниця вмісту фосфатидилетаноламіну у досліджених видів риб ймовірно пояснюється різною швидкістю утворення ФХ із ФЕА, а також відновлення вмісту ФЕА х ФС.

Різний вміст ФЕА можна розглядати як один з механізмів адаптації клітин риб до дії токсикантів середовища існування, бо відомо, що накопичення цього ліпиду веде до ущільнення мембрани та зниженню її проникності [9].

Функціональний стан клітинних мембран є відображенням загального функціонального стану організму в цілому, тому оцінка біологічного стану клітинних мембран є важливим діагностичним фактором не тільки загального стану організму риб, а і стану середовища їх існування.

Оцінку біологічних змін фосфоліпідного спектру здійснили на основі коефіцієнтів відношення вмісту фракцій цих фосфоліпідів (Рис 2).

Співвідношення $[\text{ФХ}/(\text{ФЕА}+\text{ФІ}+\text{ФС})]$ у печінки коропа, щуки, карася та окуня, відповідно, що вказує на збільшення частки ліпідів зовнішнього шару мембрани. Подібна асиметрія розміщення фосфоліпідів сприяє модуляції проникності біомембрани.

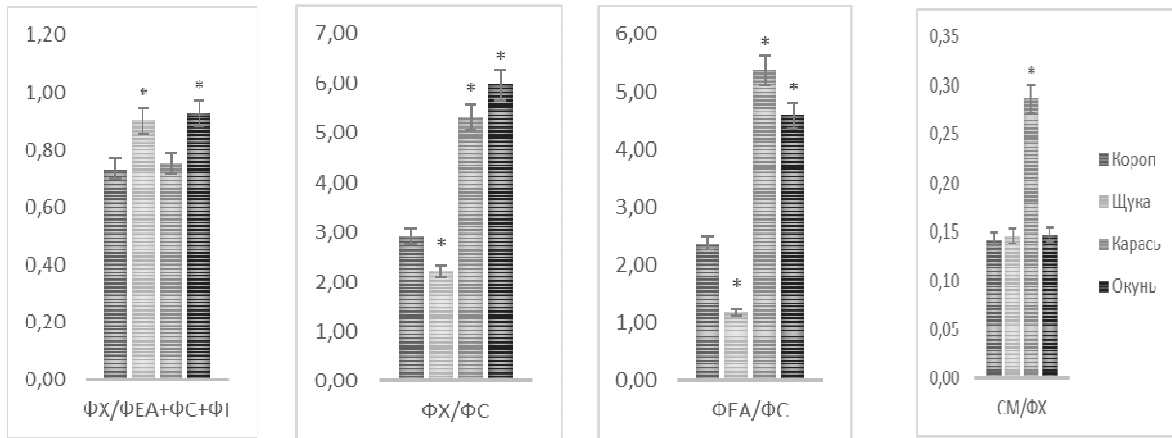


Рис 2. Співвідношення фракцій фосфоліпідів в клітинах печінки досліджених риб ($M \pm m$, $n=5$). * - різниця відносно показників коропа достовірна ($p < 0,05$).

Достовірна зміна показників $\text{ФХ}/\text{ФС}$ і $\text{ФЕА}/\text{ФС}$ у всіх досліджених видів риб порівняно із коропом свідчить про різну інтенсивність синтезу фосфатидилхоліну з його попередників – фосфатидилетаноламіну і фосфатидилсерину. Тут найбільшого значення співвідношення $\text{ФХ}/\text{ФС}$ набуває у окуня та знижується у ряді видів окунь→карась→короп→щука.

Встановлено, що коефіцієнт $\text{ФХ}/(\text{ФЕА}+\text{ФС}+\text{ФІ})$ у досліджених щуки та окуня достовірно переважає такий у карася та окуня. Такі міжвидові відмінності вказують на різний розподіл ліпідів зовнішнього а внутрішнього шару клітинних мембран. Відповідно до цього більша частка ліпідів зовнішнього шару мембрани у щуки та окуня вказує на асиметрію розміщення фосфоліпідів та сприяє проникності біомембрани. Опосередкованим підтвердженням цього є відмінність у співвідношенні $\text{ФЕА}/\text{ФС}$ у клітинах печінки окуня порівняно із коропом. Дослідження фосфоліпідного складу показало достовірне високу кількість ФЕА та занижений вміст ФХ карася, тому очевидним є активація перетворення фосфатидилсерину у фосфатидилетаноламін, внаслідок його декарбоксілювання, а зростання показника $\text{ФХ}/\text{ФС}$ обумовлене зниженням концентрації ФС.

Достовірно нижчий коефіцієнт $\text{ФХ}/(\text{ФЕА}+\text{ФС}+\text{ФІ})$ у коропа та карася вказує на активніші процеси деструкції зовнішнього шару біологічних мембран порівняно із хижими дослідженими видами, що в свою чергу може бути результатом різного токсичного навантаження на організм. Для прикладу коропа та щука є відповідно, донною та пелагічною рибами.

Достовірна відмінність співвідношенні $\text{СМ}/\text{ФХ}$ спостерігається тільки у карася, що вказує на високу каталітичну активність керамідхолінфосфотрансферази та на перерозподіл фракцій фосфоліпідів зовнішнього шару мембрани. У інших досліджених видів достовірної відмінності у співвідношенні $\text{СМ}/\text{ФХ}$ не виявлено.

Висновки

Таким чином, досліджений вміст та співвідношення окремих класів фосфоліпідів має видову залежність і може змінюватися під впливом факторів оточуючого середовища. Підтверджено зміну фракційного складу фосфоліпідів як відповідь організму на дію факторів навколишнього середовища, що може бути використано для біомоніторингу водних екосистем.

1. Кейтс М. Техника липидологии. Выделение, анализ и идентификация липидов /М. Кейтс — М.: Мир., 1975. — 322 с.
2. Климов А. Н., Никольчева А. Н. Обмен липидов и липопротеидов и его нарушения. — СПб.: Питер-ком., 1999. — 512 с.

3. Орел Н. М. Биохимия липидов. — Минск, 2007. — 37 с.
4. Прохорова М. И. Методы биохимического исследования. — Л.: Изд.ЛГУ, 1982. — 222 с.
5. Романенко В. Д., Арсан О. М., Соломатина В. Д. Механизмы температурной акклимации рыб. — К.: Наукова думка, 1991. — 192 с.
6. Стефаник М.Б. Тонкослойная и газожидкостная хроматография липидов /М.Б. Стефаник, В.И. Скороход, О.П. Елисеева — Л.: Мир., 1985. — 27 с.
7. Шахмаев Н. К. Влияние марганца на обмен липидов // Химическое и биохимическое окисление систем, содержащих элементы. — Челябинск. — 1979. — С. 40—41.
8. Шульман Г. Е., Юнева Т. Г. ДГК и ненасыщенность липидов у рыб // Гидробиол. журнал. — 1990. — Т. 26, № 6. — С. 50—55.
9. *Functional tethered lipid bilayers* /W. Knoll, C.W. Frank, C. Heibel [et al.] // J. Biotechnol. — 2000. — Vol. 74. — P. 137—158.
10. *Leslie J.M. Phospholipid composition of gold fish (Carassius auratus L.) liver and brain and temperature-dependence of phosphatidylcholine synthesis* /J.M. Leslie, J.T. Buckley// Comp. Biochem. Physiol. — 2006. — Vol. 53B, № 3. — P. 335—337.
11. *Lewis R.N.A.H., McElhanev R. N. Surface charge markedly attenuates the nonlamellar phase-forming properties of lipid bilayer membranes: calorimetric and 31P-nuclear magnetic resonance studies of mixtures of cationic, anionic, and zwitterionic lipids* // Biophys. J. — 2000. — Vol. 79, № 3. — P. 1455—1464.
12. *Vaskovsky V.E. A universal reagent for phospholipids analysis* /V.E. Vaskovsky, E.V. Kastetsky, I.M. Vasedin// J. Chromatogr. - 1985. — Vol. 114. — P. 129—141.

В. З. Ляврин

Тернопольский национальный педагогический университет имени Владимира Гнатюка

**МЕЖВИДОВЫЕ РАЗЛИЧИЯ СОДЕРЖАНИЯ И СООТНОШЕНИЕ ФРАКЦИЙ
ФОСФОЛИПИДОВ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РЫБ МАЛЫХ РЕК ЗАПАДНОГО ПОДОЛЬЯ**

Представлены результаты исследования фосфолипидного состава тканей печени наиболее распространенных пресноводных видов рыб малых рек Западного Подолья – карпа, карася, окуня и щуки. Изучены межвидовые различия в содержании фосфолипидов в тканях исследованных видов рыб. Обнаружено межвидовое отличие в соотношении классов фосфолипидов в клетках печени рыб и разница в особей взятых из различных малых рек. Рассмотрено изменение фракционного состава фосфолипидов как ответ организма на действие факторов окружающей среды, что может быть использовано для биомониторинга водных экосистем.

Ключевые слова: липиды, рыбы, малые реки, Западное Подолье

B. Z. Lyavrin

Ternopil Volodimir Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine

**INTERSPECIES DISTINCTIVITY OF THE CONTENT AND RELATIONS BETWEEN THE
PHASE OF PHOSPHOLIPIDS OF SOME SPECIES OF FISH OF SMALL RIVERS OF WESTERN
PODILLIA**

The results of research of the phospholipids composition of liver tissues of the most common freshwater species of the small rivers of Western Podillia – carp, crucian carp, perch, and pike are presented. The interspecies differences in the content of phospholipids in the tissues of the investigated species of fish were studied. The intersubjective difference between the classes of phospholipids in fish liver cells, and the difference in fish taken from various small rivers, is revealed. The change in the fractional composition of phospholipids is considered as the response of the organism to the action of environmental factors, which can be used for biomonitoring of aquatic ecosystems.

Key words: lipids, fish, small rivers, West Podillya

Рекомендує до друку

Надійшла 06.03.2018

В. З. Курант

УДК [574.584+574.587]556.551

Н. М. ТКАЧ, В. В. ГРУБІНКО

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка
вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027

ЗООПЛАНКТОН ТА ЗООБЕНТОС ВОДОЙМИ КАР'ЕРУ ЗДОЛБУНІВСЬКОГО ЦЕМЕНТНО-ШИФЕРНОГО КОМБІНАТУ

У статті наведені результати дослідження хімічного і бактеріологічного аналізу води у водоймі кар'єру Здолбунівського цементно-шиферного комбінату та охарактеризовано якісний і кількісний видовий склад зообентосу і зоопланктону водойми.

Встановлено, що серед представників зоопланктону водойми кар'єру найбільше водомірки герис (*Gerris thogasicum*), а найменше хідора кулястого (*Chydorus sphaericus*), а серед зообентосу найбільше ставковика вухатого (*Radix auricularia*), а найменше – комара звичайного (личинка) (*Culex ripiens*). Біомаса зоопланктону в водоймі кар'єру становить 0,19 г/м³ при чисельності організмів 1080 екз./м³, а біомаса зообентосу – 20,32 г/м² при чисельності організмів 277 екз./м².

Водойма знаходиться в стадії формування, має прийнятні за якістю санітарно-гігієнічні та гідрохімічні показники води, активно відбувається сукцесія зоопланктону та зообентосу, в подальшому водойму кар'єру Здолбунівського цементно-шиферного комбінату доцільно використовувати для рекреаційного та рибогосподарського призначення.

Ключові слова: вода, водойма, кар'єр, зообентос, зоопланктон

Однією з найактуальніших екологічних проблем сьогодення є порушення земної поверхні у разі розкриття корисних копалин у місцях створення кар'єрів. При вилученні порід просідає поверхня ґрунту, а западини, що утворюються, заповнюються водою. Водойми, що утворились, досягають глибини 3-15 м. Геомеханічні зміни природної структури рельєфу місцевості, поверхневого шару землі, ґрунтів, зокрема вирубування лісів, деформація поверхні викликають **гідрогеологічні деформації**: зміна запасів, режиму руху, якості та рівня фунтових вод, водного режиму ґрунтів, винесення у ріки та водойми шкідливих речовин з надр землі тощо. Прісні водойми використовуються з метою рекреації, риборозведення і як джерело водопостачання.

Розвиток екосистеми в кар'єрах є довготривалим процесом і здійснюється як сукцесія автотрофно-гетеротрофної взаємодії. Основні механізми піонерної сукцесії автотрофної ланки кар'єрів із видобутку корисних копалин полягають у формуванні різноманіття фітопланктону з домінуванням зелених, діатомових, а також синьо-зелених й евгленових водоростей на високому рівні первинного продукування, що зумовлює утворення органічної речовини й насичення води киснем [7]. На цій основі формується зоопланктон та зообентос [4].

Прикладом такої екологічної трансформації є новоутворена водойма Здолбунівського цементно-шиферного комбінату на базі кар'єру для видобутку крейди. Дослідження водойми дає можливість проаналізувати перші кроки сукцесії, що проявляються в новоутвореній водоймі.

Мета роботи: визначити якісний і кількісний склад зоопланктону і зообентосу водойми кар'єру Здолбунівського цементно-шиферного комбінату у зв'язку з хімічним та бактеріологічним станом водойми.

Матеріал і методи досліджень

Експериментальні дослідження проводились протягом 2014-2016 р. в Рівненській області Здолбунівському районі на водоймі кар'єру Здолбунівського цементно-шиферного комбінату (50°31'14" пн. ш.; 26°14'33" сх. д.). Водойма є складовою цілого комплексу, що знаходиться на території промислової зони (діючий крейдянний кар'єр). Довжина водойми 500 м, ширина 400 м, максимальна глибина 18 м, середня глибина становить 6 м. Посередині водойми знаходиться острів. Прозорість води до 2 м. Верхні шари води влітку прогріваються до 20 °С і більше, на

глибині температура води постійна і становить 4–6 °С. Живиться водойма переважно підземними та атмосферними водами. Шар мулу незначний, він ще формується [6].

Дослідження води та гідробіонтів водойми кар'єру проводили – літо, осінь 2014-2016 року в «Здолбунівському відділенні Рівненського міжрайонного центру лабораторних досліджень» та «Дослідній станції епізоотології інституту ветмедицини НААН» за загальноприйнятими гідрологічними та гідробіологічними методами [1; 5].

Якісний склад зоопланктону визначали так: проби збирали планктонним сачком, фіксували 2-4% формаліном, мікроскопіювали з допомогою біокулярного мікроскопу МБС-2 при збільшенні 16-56х. Чисельність зоопланктонних організмів визначили в 1 м³ за формулою $X = n * 1000/V$, а їх біомасу – за формулою $V_m = m_c * X / 1000$ [2].

Зообентос збирали шкребком, фіксували 5% розчином формаліну, мікроскопіювали з допомогою біокулярного мікроскопу МБС при збільшенні 0,6-12,5х, підрахунок чисельності і біомасу організмів визначали за формулою $\frac{S}{N} \times n/P = \frac{\text{екз.}}{r} / \text{м}^2$ [2].

У воді визначили твердість води, вміст розчиненого кисню, амонійного нітрогену, кальцію, магнію, заліза, хлоридів та лужність [5].

Під час бактеріологічного дослідження використовували титраційний метод, фарбування за Грамом, обрахування колі-індексу [3].

Одержані дані оброблені методами варіаційної статистики.

Результати досліджень та їх обговорення

Хімічний склад води. За хімічними показниками вода в цілому відповідає нормативним вимогам поверхневих вод. (табл. 1).

Таблиця 1

Хімічні показники води водойми кар'єру ЗЦШК

Хімічні показники	Результати дослідження	Рибгосподарські нормативи, згідно з [2]
pH	8,3	6,5-8,5
Азот амонійний	-	до 1,0 мг/дм ³
Азот нітритний	0,005 мг/дм ³	0,05 мг/дм ³
Лужність	5 мг-екв/дм ³	1,8-3,5 мг-екв/дм ³
Загальна твердість	8,3 мг-екв/дм ³	1,5-7,0 мг-екв/дм ³
Залізо загальне	0,05 мг/дм ³	До 2,0 мг/дм ³
Кальцій	90 мг/дм ³	60 мг/дм ³
Магній	45,6 мг/дм ³	30 мг/дм ³
Хлориди	16 мг/дм ³	25-200мг/дм ³
Розчинений кисень	11,8 мгО ₂ /дм ³	Не менше 4-6 мгО ₂ /дм ³

Так, показник pH становить 8,3, реакція слабколужна, що зумовлено наявністю крейдових відкладень. Загальна твердість води обумовлена великим вмістом в ній солей кальцію і магнію і за шкалою оцінки вода тверда. Вміст розчиненого кисню у воді становить 11,8 мгО₂/дм³, що свідчить про сприятливі умови для життя гідробіонтів. Незначний вміст хлоридів, свідчить про відсутність надходження господарсько-побутових стоків. Відсутність амонійного азоту та низький вміст нітритів є свідченням непротікання евтрофікаційних процесів.

Гідробіологічний склад. Під час дослідження гідробіонтів було виловлено 15 представників безхребетних: 4 видів зоопланктонних та 11 зообентосних організмів. Видовий склад зоопланктону представлений такими представниками: Дафнія звичайна (*Daphnia pulex* Leydig, 1860), Хідор кулястий (*Chydorus sphaericus* Müller, 1776), Циклоп стрімкий (*Cyclops strenuous* Fischer, 1851), Водомірка герис (*Gerris thoracicum* Schummel, 1832), які представлені різною мірою за біомасою (рис. 1).

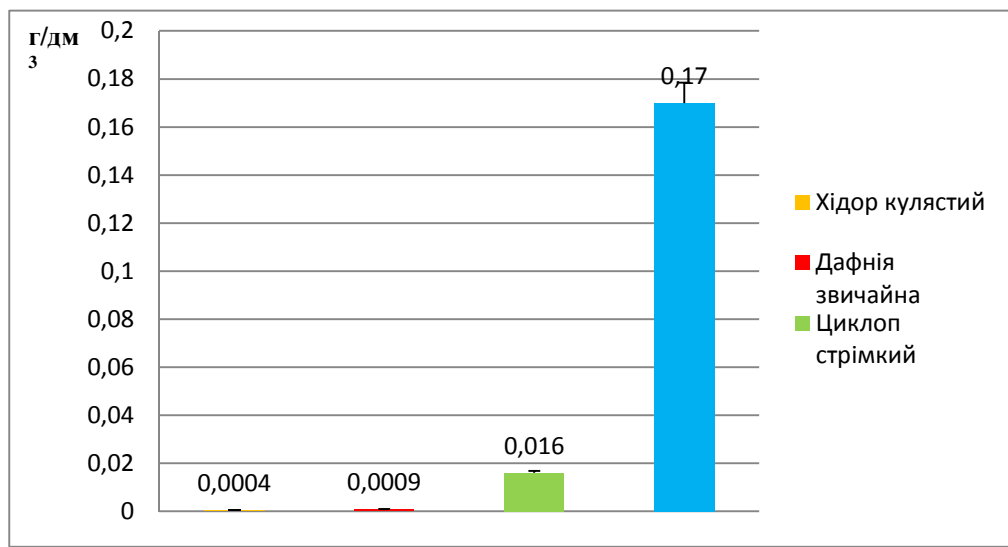


Рис. 1 Біомаса зоопланктону у водоймі кар'єру Здолбунівського цементно-шиферного комбінату, г/м³.

Біомаса зоопланктону в водоймі кар'єру становить 0,19 г/м³ при чисельності організмів 1080 екз./м³. Найбільше за біомасою у воді є водомірки, а найменше – хідора кулястого.

З'ясовано, що до основних представників «м'якого» зообентосу кар'єру належать комар звичайний (личинка) (*Culex ripiens* Linnaeus, 1758), плавунець скоморох (цибістер) (*Cybister latemarginalis* Deg.), гребець (*Agabus undulatus* Schrank, 1776), личинка симпетріум (*Sympetrum striolatum* Charpentier, 1840), личинка коромисла синього (*Aeschna cyanea* Muller, 1764), плосконіжка звичайна (*Platycnemis pennipes* Pallas, 1771), енелягма чашоносна (*Enallagma cyathigerum* Charpentier, 1840), личинка вислокрилки (*Sialis lutaria* Linnaeus, 1758). До «твердого» зообентосу належать молюски: ставковик вухатий (*Radix auricularia* Linnaeus, 1758), калюжниця звичайна, або живородка (*Viviparus contectus* Millet, 1813).

В результаті проведеного дослідження встановили коефіцієнт біомаси зообентосу (рис. 2).

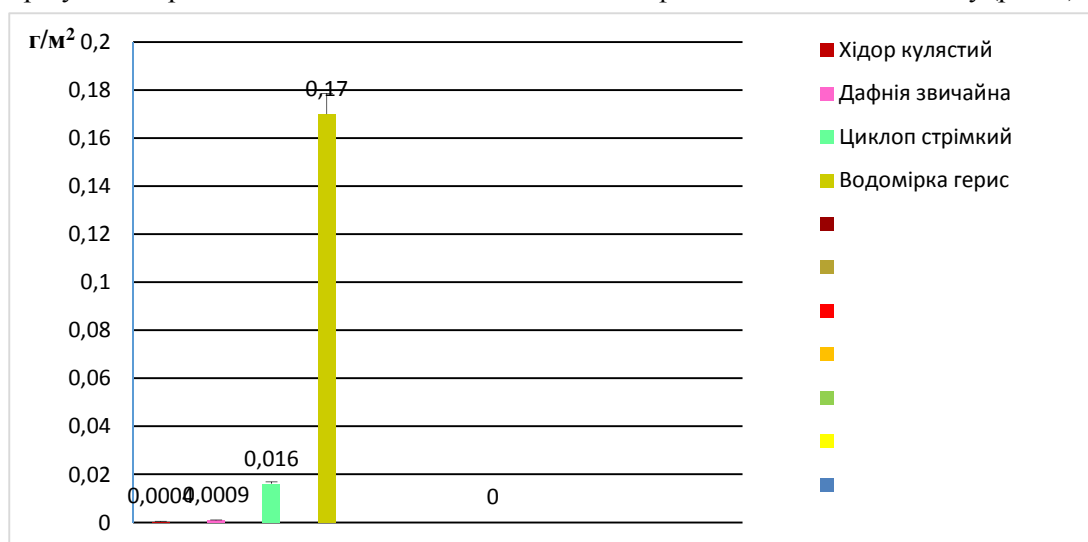


Рис. 2. Біомаса зообентосу у водоймі кар'єру Здолбунівського цементно-шиферного комбінату, г/м².

Найбільша біомаса у ставковика вухатого, ставковика озерного, калюжниці звичайної, личинок симпетріумта, личинок коромисла синього, а найменша у комара звичайного (личинки) і личинок вислокрилки.

Біомаса зообентосу в водоймі кар'єру становить $20,32 \text{ г/м}^2$ при чисельності організмів 277 екз./м^2 .

Бактеріологічні дослідження

В результаті проведеного дослідження встановили коефіцієнт ЛКП (показник лактозопозитивної кишкової палички) в 1 л води за літній і осінній періоди, які наведені на рисунку 3.

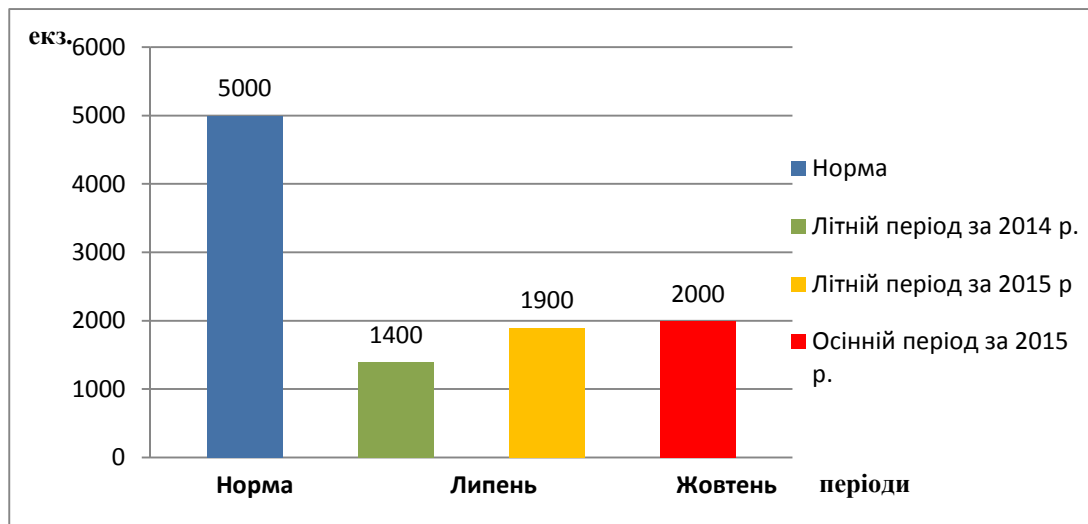


Рис. 3. Показники коли-індексу ЛКП (лактозопозитивної кишкової палички) в 1 л води у водоймі кар'єру Здолбунівського цементно-шиферного комбінату.

Встановлено, що показники 1400 у 2014 р. і 1900 у 2015 р. влітку та 2000 у 2015 р. восени є нижчими допустимого рівня забруднення води, і тому вона відповідає вимогам безпеки якості прісних вод. Проте, восени вода більш забруднена. Припускаємо, що у другій половині літа активуються окиснювальні процеси, унаслідок чого знижується рівень розчиненого у воді кисню. В свою чергу, збільшення концентрації легкозасвоюваних органічних речовин при розкладанні фітопланктону призводить до посиленого розмноження бактерій.

Висновки

- В результаті досліджень встановлено, що серед представників зоопланктону водойми кар'єру Здолбунівського цементно-шиферного комбінату найбільше водомірки герис (*Gerris thoricum*), а найменше хідора кулястого (*Chydorus sphaericus*), а серед зообентосу найбільше ставковика вухатого (*Radix auricularia*), а найменше – комара звичайного (личинка) (*Culex pipiens*).
- Біомаса зоопланктону в водоймі кар'єру становить $0,19 \text{ г/м}^3$ при чисельності організмів 1080 екз./м^3 , а біомаса зообентосу – $20,32 \text{ г/м}^2$ при чисельності організмів 277 екз./м^2 .
- У результаті дослідження санітарно-хімічних показників якості води у водоймі кар'єру Здолбунівського цементно-шиферного комбінату встановлено, що в цілому вода відповідає нормативним показникам з незначними відхиленнями.
- Бактеріологічні показники відповідають нормативним вимогам – фекальне забруднення (ЛКП) не перевищує допустимих норм. Кількість числа бактерій в 1 л води як влітку, та і восени засвідчує відповідність вимогам безпеки якості води.

Отже, оскільки водойма знаходиться в стадії формування, має прийнятні за якістю санітарно-гігієнічні та гідрохімічні показники води, активно відбувається sukcesія зоопланктону та зообентосу, в подальшому водойму кар'єру Здолбунівського цементно-шиферного комбінату доцільно розглядати як рекреаційний та рибогосподарський об'єкт.

- Дунаев Е. А. Методы эколого-энтомологических исследований / Е. А. Дунаев. М.: Мосгор СЮН, 1997. — 44 с.

2. Кражан С. А. Природна кормова база рибогосподарських водойм / С.А. Кражан, М.І. Хижняк. — Херсон: Олді-плюс, 2011. — 330 с.
3. Методические указания по санитарно-микробиологическому анализу воды поверхностных водоемов утв. Минздравом СССР 19.01.1981 N 2285-81.
4. Одум Ю. Экология / Юджин Одум; пер. с англ. — Москва: Мир, 1986. — Т. 1. — 328 с.
5. Романенко В. Д. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / В. Д. Романенко — К. ЛОГОС, 2006. — 408 с.
6. Ткач Н. М. Оцінка видового складу гідробіонтів водойми кар'єру Здолбунівського цементно-шиферного комбінату/ Н.М. Ткач, Г.П. Воловик// Теоретичні та прикладні аспекти розвитку біологічних наук: матеріали 1 Всеукр. наук.-конф. з міжнар. участю, 25 листоп. 2015 р.: присвяч. 75-річчю РДГУ/ Рівнен. держ. гуманіт. ун-т.; відп. ред. В.Й. Мельник, Н.Б. Грицай. — Рівне: О. Зень. — 2015. — С. 171—177.
7. Шелюк Ю., Щербак В., Козин Ю. Піонерні сукцесії фітопланктону водойм антропогенного походження // Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Р. II. Екологія. — 2017. — № 7. — С. 109—115.

Н. М. Ткач, В. В. Грубинко

Тернопольский национальный педагогический университет имени Владимира Гнатюка

ZOOPLANKTON AND ZOOBENTHOS OF ZDOLBUNOVSKOY CEMENT-SLATE COMBINATION

In the article the results of chemical and bacteriological analysis of the water in the Zdolbunovskiy cement-slate combine basin, characterized by qualitative and quantitative species composition of zoobenthos and zooplankton in the basin.

It is established that among the representatives of zooplankton in the Zdolbunovskiy cement-slate combine basin the water strider (*Gerris thoracicus*), and the less common is the spherical hydrot (Chydorus sphaericus), and among the zoobenthos the pond snail (*Radix auricularia*), and the less common is the mosquito (Culex pipiens). The biomass of zooplankton in the Zdolbunovskiy cement-slate combine basin is 0,19 g/m³ with 1080 organisms/m³, and the biomass of zoobenthos is 20,32 g/m² with 277 organisms/m².

The basin is in the stage of formation, it has acceptable indicators of sanitary and hygienic and hydrochemical indicators of water, actively occurs succession of zooplankton and zoobenthos, in the further Zdolbunovskiy cement-slate combine basin is intended for recreational and fishing activities.

Key words: water, basin, borrow, zoobenthos, zooplankton

N. M. Tkach, V. V. Hrubinko

Ternopil Volodymyr Hnatyuk National Pedagogical University, Ukraine

ZOOPLANKTON AND ZOOBENTHOS OF ZDOLBUNOVSKIY CEMENT-SLATE COMBINATION'S BORROW BASIN

The article provides research results of the chemical and bacteriological analysis of the water in the Zdolbunovskiy cement-slate combine's borrow basin. As well as qualitative and quantitative trivial population of zooplankton and zoobenthos in the basin is being defined.

It's been specified that among basin's zooplankton representatives prevails water strider (*Gerris thoracicus*), while spherical hydrot (*Chydorus sphaericus*) is less-common; among zoobenthos prevails pond snail (*Radix auricularia*), and mosquito (*Culex pipiens*) is less-common. The basin's zooplankton biomass makes 0,19 g/m³ with 1080 organisms/m², while zoobenthos biomass is 20,32 g/m³ with 277 organisms/m².

The basin is on the nascent stage. It's water has sanitary and hygienic and hydrochemical measures of acceptable quality. The succession of zooplankton and zoobenthos is actively taking place. Zdolbunovskiy cement-slate combine's borrow basin may be used for recreational and fishing activities in the future.

Key words: water, basin, borrow, zoobenthos, zooplankton

Рекомендує до друку

Надійшла 27.02.2018

В. З. Курант

ЕКОЛОГІЯ

УДК [574.64:504.05](477-25)

Л. О. ГОРБАТЮК, О. О. ПАСІЧНА, М. О. ПЛАТОНОВ, О. М. АРСАН,
С. П. БУРМІСТРЕНКО

Інститут гідробіології НАН України
пр. Героїв Сталінграду, 12, Київ, 04210

РОЛЬ АНІОННИХ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН ТА ФЕНОЛЬНИХ СПОЛУК У ЗАБРУДНЕННІ КАНІВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА ЗА ВПЛИВУ МЕГАПОЛІСА

В статті наведено результати еколого-токсикологічних досліджень Канівського водосховища, зокрема щодо його забруднення аніонними поверхнево-активними речовинами і фенольними сполуками в умовах впливу мегаполіса – м. Києва. Виявлено суттєве зростання ступеня забруднення води вказаними токсикантами за рахунок діяльності об'єктів комунального господарства, а також промислових та енергетичних підприємств м. Києва, що може призвести до антропогенної трансформації екосистеми водосховища.

Ключові слова: аніонні поверхнево-активні речовини, фенольні сполуки, Канівське водосховище, водна екосистема, мегаполіс

Сформований в басейні Канівського водосховища багатогалузевий господарський комплекс, насамперед в межах густонаселеного мегаполіса – м. Києва, в структурі якого численні підприємства промисловості, комунального і сільського господарства, споживає значні обсяги води і зумовлює потужне антропогенне навантаження на водну екосистему. За висновками фахівців ІГБ НАНУ, це зумовлює погіршення екологічного стану водосховища та зниження його здатності до самоочищення [7].

Найкрупнішими джерелами антропогенного забруднення Канівського водосховища в межах м. Києва скидами побутових і промислових стічних вод є Дарницький скид, р. Либідь, приток підігрітих вод Київської ТЕЦ-5 і скид Бортницької станції аерації (БСА) на південно-східній околиці м. Києва. Наразі споруди БСА перебувають на етапі підготовки до комплексної реконструкції, яку планується завершити в 2023 р. [8].

До специфічних забруднювачів, що у великих кількостях надходять до Канівського водосховища, належать, зокрема, аніонні поверхнево-активні речовини (АПАР) та фенольні сполуки.

АПАР – необхідний компонент у складі більшості детергентів та миючих засобів. Більшість ПАР легко піддаються біодеградації, а їх кількість значно зменшується за час вторинної обробки на очисних спорудах. Найбільше занепокоєння викликає скид неочищених або недостатньо очищених стоків, що містять значні концентрації ПАР. Незважаючи на високу ефективність видалення при очищенні стоків, певна частка АПАР завжди буде надходити у водні екосистеми внаслідок великих обсягів споживання [10].

Біологічні ефекти, спричинені цим класом речовин, були предметом багатьох досліджень, але до цього часу вивчені недостатньо. Досі немає однозначної думки та чітких висновків про ступінь екологічної небезпеки АПАР.

Достатня кількість достовірних даних, отриманих як в хронічному, так і в субхронічному експерименті, свідчить про токсичний вплив АПАР на гідробіонтів усіх трофічних рівнів [5, 9, 12].

Так, зокрема, токсичні ефекти для гідрофітів, викликані різними ПАР, є складними і дуже видоспецифічними, так само як їх чутливість і толерантність [11, 14].

За даними [13] чутливість різних видів водоростей до певного ПАР може відрізнятись на три порядки, а вплив різних ПАР на однакові види водоростей може варіювати на чотири порядки.

Вважають, що ключовим параметром для прогнозування впливу і розуміння біологічних ефектів ПАР у водних екосистемах є їх сорбція біологічними мембранами [17].

Також до небезпечних сполук, що забруднюють природні води, відносяться феноли. Феноли та їх похідні антропогенного походження потрапляють у водойми з промисловими і побутовими стічними водами, а також при розкладанні пестицидів зі стоками з сільськогосподарських угідь [15, 16]. З іншого боку, феноли утворюються і внаслідок природних процесів, зокрема, розкладу органічного матеріалу, а також можуть синтезуватися і виділятися рослинами [1, 6].

Більшість фенольних сполук (фенол, хлорфеноли, нітрофеноли, амінофеноли та ін.) є токсичними для живих організмів, в т. ч. для людини. Їх вплив характеризується гемато- та гепатотоксичністю, викликає мутагенез і канцерогенез [1, 15].

ГДК летких фенолів складає 1 мкг/дм³ [4], однак, загальна кількість фенольних сполук, які містяться у водоймах, може перевищувати цю величину у сотні разів [6].

В зв'язку з тим, що комплексні еколого-токсикологічні дослідження Канівського водосховища проводилися досить давно, метою цієї роботи було визначення сучасного рівня його забруднення АПАР та фенольними сполуками для оцінки безпеки існування гідробіоценозів і збереження здатності водойми до самоочищення за умов впливу київського мегаполіса.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження токсичного забруднення води київської ділянки Канівського водосховища проводили в липні–жовтні 2016–2017 рр. Карта-схема водосховища в межах м. Києва із зазначенням точок відбору проб представлена на рис. 1.

Відбір проб води для визначення АПАР проводили згідно з методиками, загальноприйнятими в практиці гідроекологічних досліджень [3]. Проби відбирали по акваторії водосховища в літоралі з поверхневого (0,5 м) шару води, у найбільш антропогенно навантажених місцях, починаючи з північної частини акваторії, розташованої до основної міської забудови, з охопленням усіх крупних заток, промислових і рекреаційних зон право- і лівобережної частини міста, і закінчуючи південно-східною частиною київської ділянки нижче скиду БСА.

Для визначення фенольних сполук проводили відбір проб із заток Собаче гирло і Оболонь у верхній частині київської ділянки Канівського водосховища, а також із затоки нижче Південного мосту (в районі ТЕЦ-5) та з річки Дніпро 500 м нижче скиду Бортницької станції аерації (нижче м. Києва) у літній та осінній сезони.

Визначення синтетичних АПАР у воді проводили колориметричним методом, заснованим на їх взаємодії з катіонним барвником метиленовим блакитним з утворенням забарвленої комплексної сполуки, яку екстрагують із води хлороформом [4].

Концентрацію загальних фенольних сполук визначали колориметричним методом з реактивом Фоліна-Чекольте [6].

Результати вимірювань було оброблено статистично.

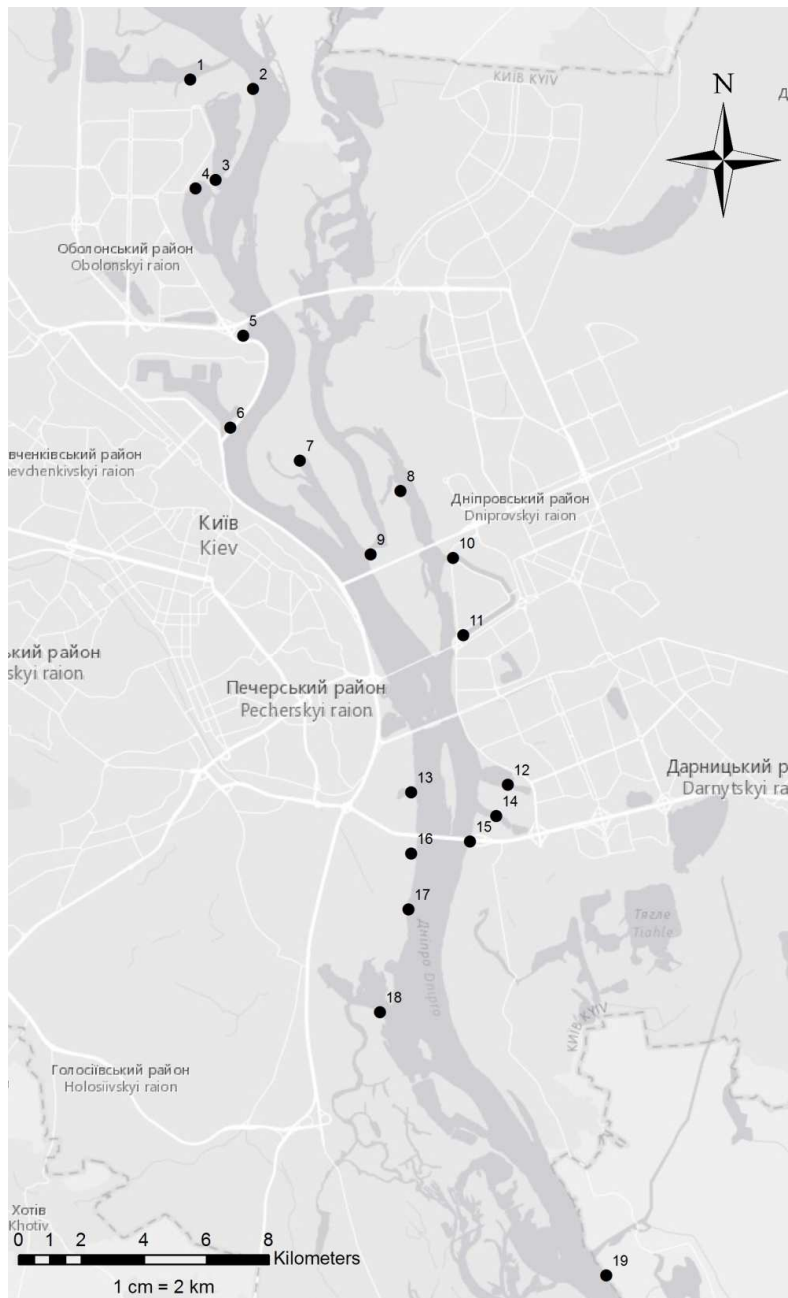


Рис. 1. Карта-схема відбору проб води з Канівського водосховища в межах м. Києва в липні-жовтні 2016-2017 рр.: 1 – затока Верблюд; 2 – р. Дніпро, руслова ділянка вище міської забудови; 3 – затока Собаче гирло; 4 – затока Оболонь; 5 – затока Гарячка (гирло р. Почайна); 6 – Гаванський міст; 7 – затока Матвіївська; 8 – протока Чорторий; 9 – р. Десенка, гирло; 10 – Русанівський канал, вхід; 11 – Русанівський канал, гирло; 12 – затока Берковщина; 13 – затока Дніпровська (М. Видубичі); 14 – затока Осокорки; 15 – Південний міст (М. Славутич); 16 – затока нижче Південного мосту (в районі ТЕЦ-5); 17 – р. Либідь, гирло; 18 – затока Галерна (масив Корчувате); 19 – р. Дніпро, 500 м нижче БСА.

Результати досліджень та їх обговорення

Як показали результати попередніх досліджень, проведених у 2016 р., концентрація АПАР у воді з руслової ділянки Дніпра вище міської забудови влітку і восени становила 0,02–0,03 мг/дм³, а нижче основної забудови мегаполіса після скиду БСА була майже втричі більшою

0,06–0,09 мг/дм³ і знаходилась на межі гранично допустимих значень (ГДК для АПАР становить 0,1 мг/дм³).

В районі промислової зони ТЕЦ-5 нижче Південного мосту також зафіксовано достатньо високі концентрації АПАР – 0,07 мг/дм³. Таким чином, за умов антропогенного впливу густонаселеного міста ступінь забруднення води синтетичними АПАР суттєво зростала.

Більш детальні дослідження, проведені в липні-серпні 2017 р., дають інформацію про внесок окремих районів і масивів м. Києва у забруднення води АПАР (рис. 2).

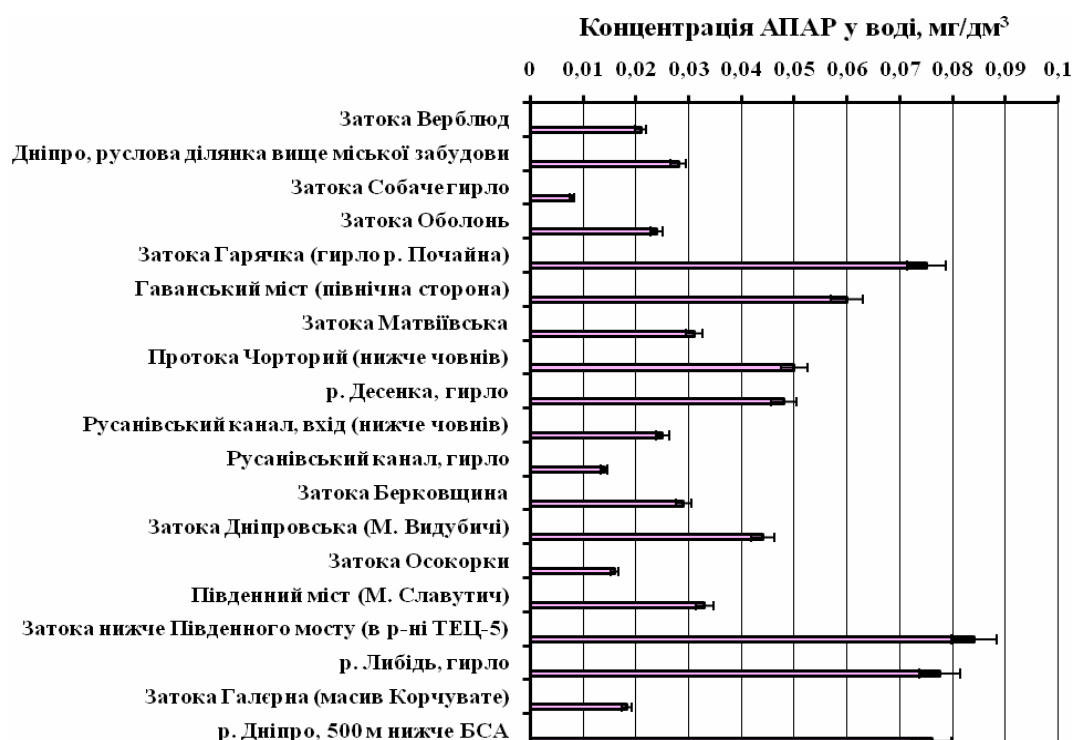


Рис. 2. Концентрація АПАР у воді Канівського водосховища в межах м. Києва у липні-серпні 2017 р.

Було зафіксовано досить низьку концентрацію АПАР (0,01–0,03 мг/дм³) у верхів'ї київської ділянки водосховища, в затоках житлових масивів Оболонь, Русанівка, Осокорки, Корчувате. Концентрація АПАР у воді протоки Чорторий, гирлової частини р. Десенка, затоки Дніпровської (М. Видубичі) знаходилась в межах 0,04–0,05 мг/дм³, тобто становила близько 0,5 ГДК.

Найбільш забрудненою за вмістом АПАР, концентрація яких наближалась до ГДК і становила 0,075–0,084 мг/дм³, виявилась вода в затоці Гарячка (гирло р. Почайна), нижче Південного мосту в районі ТЕЦ-5, в гирловій частині р. Либідь, та нижче скиду БСА, тобто в місцях максимального антропогенного тиску.

Результати досліджень також показують, що влітку різниця у вмісті фенольних сполук у воді верхньої і нижньої частини київської ділянки Канівського водосховища не була суттєвою: вміст фенольних сполук в районі затоки Собаче Гирло становив 114 мкг/дм³, затоки Оболонь – 144 мкг/дм³, а у воді р. Дніпро (500 м від Бортницької станції аерації) – 162 мкг/дм³ (рис. 3).

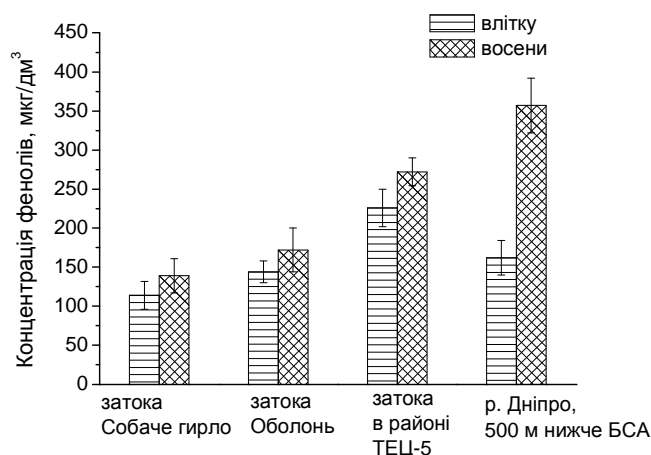


Рис. 3. Вміст фенольних сполук у воді Канівського водосховища в межах м. Києва в липні–жовтні 2016 р.

Восени вміст фенольних сполук у воді Канівського водосховища в районі затоки Собаче гирло становив 139 мкг/дм³, затоки Оболонь – 172 мкг/дм³, тоді як їх вміст у воді Канівського водосховища на ділянці після міської забудови Києва (500 м нижче скиду БСА) був у декілька разів вище і складав 357 мкг/дм³. Очевидно, періодичне збільшення концентрації фенольних сполук у воді Канівського водосховища на ділянці 500 м нижче скиду вод БСА зв'язано з періодичністю скидання вод очисною станцією, а також попусками ГЕС у водосховище [6].

Також підвищений вміст фенольних сполук виявлено у промисловій зоні (затока нижче південного мосту в районі ТЕЦ-5), які потрапляють, очевидно, зі стічними водами підприємств. Тут концентрація загальних фенолів становила 226 мкг/дм³ влітку і 272 мкг/дм³ восени (див. рис. 3). Збільшення концентрації фенольних сполук в осінній сезон порівняно з літнім, очевидно, пов'язане з їх надходженням у воду і внаслідок розкладу органічного матеріалу після загибелі рослинних організмів.

Окрім точкових джерел забруднень на київській ділянці Канівського водосховища міститься значна кількість дифузних джерел. Здебільшого їх забруднення надходять під час злив з поверхневим зливом з урбанізованої території. Серед негативних чинників, можна відзначити також забруднені, засмічені прибережні смуги, часто захарашчені несанкціонованими звалищами побутових та будівельних відходів, особливо на територіях садових товариств.

Висновки

За результатами еколого-токсикологічних досліджень Канівського водосховища в межах м. Києва в 2016–2017 рр. виявлено істотне збільшення ступеня забруднення води АПАР та фенольними сполуками. На сьогоднішній день головним джерелом надходження у водойму цих токсикантів є комунальні і промислові стічні води та поверхневий стік з техногенно забруднених територій мегаполісу.

Таким чином, актуальним питанням є розробка та вжиття заходів з мінімізації надходження цих токсикантів у водосховище з метою попередження його антропогенної трансформації та оздоровлення екологічного стану.

1. Булатов А.В. Фотометрическое определение фенолов в природных водах с концентрированием в процессе пробоотбора / Булатов А.В., Михайлова Е.А., Тимофеева И.И. и др. — Вестник СПСГУ. — 2011. — Сер. 4, Вып. 3.
2. КНД 211.1.4.017 — 95 "Методика екстракційно-фотометричного визначення аніонних поверхнево активних речовин (АПАР) з метиленовим блакитним у природних та стічних водах". — 1995. — К.: Міністерство охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України. Видання офіційне. — 18 с.

3. *Методи гідроecологічних досліджень поверхневих вод* / О. М. Арсан, О. А. Давидов, Т. М. Дьяченко та ін.; За ред. В. Д. Романенка. — К.: Логос, 2006. — 408 с.
4. *Нормативи та стандарти якості довкілля* [Електронний ресурс] / <http://www.studbook.com.ua>
5. Остроумов С. А. Биологические эффекты при воздействии поверхностно-активных веществ на организмы / С. А. Остроумов. — М.: МАКС-Пресс, 2001. — 334 с.
6. *Сакевич А.И.* Фенольные соединения в воде днепровских водохранилищ / Сакевич А.И., Усенко О.М. // Гидробиол. журн. — 2002. — Т.38, № 4. — С. 103—112.
7. *Состояние экосистемы киевского участка Каневского водохранилища и пути его регулирования* / [Оксиюк О.П., Тимченко В.М., Давыдов О.А. и др.]. — К.: Ин-т гидробиологии НАНУ, 1999. — 59 с.
8. *ПрАТ АК Київводоканал. Реконструкція БСА* [Електронний ресурс] / <https://vodokanal.kiev.ua/rekonstrukcziya-bsa>
9. *Ivanković T.* Surfactants in the environment / T. Ivanković, J. Hrenović // Arh. Hig. Rada Toksikol. — 2010. — Vol. 61, N 1. — P. 95—110.
10. *Jackson M.* Comprehensive review of several surfactants in marine environments: Fate and ecotoxicity / M. Jackson, C. Eadsforth, D. Schowanek et al. // Environ. Toxicol. Chem. — 2016. — Vol. 35, N 5. — P. 1077—1086.
11. *Könnecker G., Regelman J, Belanger S, Gamon K, Sedlak R.* Environmental properties and aquatic hazard assessment of anionic surfactants: physico-chemical, environmental fate and ecotoxicity properties / G. Könnecker, J. Regelman, S. Belanger et al. // Ecotoxicol. Environ. Saf. — 2011. — Vol. 74, N 6. — P. 1445—1460.
12. *Lechuga M.* Acute toxicity of anionic and non-ionic surfactants to aquatic organisms / M. Lechuga, M. Fernández-Serrano, E. Jurado et al. // Ecotoxicol. Environ. Saf. — 2016. — Vol. 125. — P. 1—8.
13. *Lewis M. A.* Chronic toxicities of surfactants and detergent builders to algae: a review and risk assessment / M. A. Lewis // Ecotoxicol. Environ. Saf. — 1990. — Vol. 20, N 2. — P. 123—140.
14. *Pavlić Z.* Toxicity of surfactants to green microalgae *Pseudokirchneriella subcapitata* and *Scenedesmus subspicatus* and to marine diatoms *Phaeodactylum tricornutum* and *Skeletonema costatum* / Z. Pavlić, Z. Vidaković-Cifrek, D. Puntarić // Chemosphere. — 2005. — Vol.61, N 8. — P. 1061—1068.
15. *Michałowicz J., Duda W.* Phenols — sources and toxicity. — Polish. J. of Environ. Stud. — 2007. — Vol. 16, N 3. — P. 347—362.
16. *Musa Z.J.* Estimation of hazardous phenolic compounds in industrial wastewater. — European Academic Research. — 2014. — Vol. II, Issue 8. — P. 10999—11006.
17. *Rosen M. J.* The relationship between the interfacial properties of surfactants and their toxicity to aquatic organisms / M. J. Rosen, F. Li, S.W. Morrall, D. J. Versteeg // Environ. Sci. Technol. — 2001. — Vol. 35, N 5. — P. 954—959.

Л. О. Горбатюк, Е. А. Пасичная, Н. А. Платонов, О. М. Арсан, С. П. Бурмистренко
 Институт гидробиологии НАН Украины

РОЛЬ АНИОННЫХ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ И ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ЗАГРЯЗНЕНИИ КАНЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ПОД ВЛИЯНИЕМ МЕГАПОЛИСА

В статье приведены результаты эколого-токсикологических исследований Каневского водохранилища, в частности, касающиеся его загрязнения анионными поверхностно-активными веществами и фенольными соединениями в условиях влияния мегаполиса. Обнаружен существенный рост степени загрязнения воды указанными токсикантами за счет деятельности объектов коммунального хозяйства, а также промышленных и энергетических предприятий г. Киева, что представляет угрозу антропогенной трансформации экосистемы водохранилища.

Ключевые слова: анионные поверхностно-активные вещества, фенольные соединения, Каневское водохранилище, водная экосистема, мегаполис

L. O. Gorbatyuk, O. O. Pasichna, M. O. Platonov, O. M. Arsan, S. P. Burmistrenko

Institute of Hydrobiology, National Academy of Sciences of Ukraine

THE ROLE OF ANIONIC SURFACTANTS AND PHENOLIC COMPOUNDS IN POLLUTION OF THE KANIV RESERVOIR UNDER THE INFLUENCE OF THE MEGALOPOLIS

The diversified economic complex, formed in the basin of the Kaniv reservoir within the densely populated megalopolis – the city of Kyiv, in the structure of which there are numerous enterprises of industry, communal and agricultural sector, consume significant volumes of water and cause a powerful man-made load on the water ecosystem.

The sufficient amount of reliable data obtained in both the chronic and subchronic experiment, show the toxic effect of anionic surfactants on hydrobionts of all trophic levels. Most of the phenolic compounds (phenol, chlorophenols, nitrophenols, aminophenols, etc.) are also capable of toxic effects on living organisms, including humans.

The study of toxic water pollution of Kiev section of the Kaniv reservoir was carried out in July-October 2016–2017.

Sampling was carried out in the most anthropogenically loaded areas of the Kaniv reservoir, starting from the northern part, located before the main urban buildings of Kiev, and ending with the site below the discharges of Bortnitsky station of aeration.

The results of research, conducted in 2016, showed that the concentration of anionic surfactants in water from the Dnipro riverbed before Kiev in the summer and autumn of that year was 0.02–0.03 mg/dm³, and below the main buildings of Kiev after the discharges of Bortnitsky station of aeration was almost three times greater – 0.06–0.09 mg/dm³.

In the area of industrial zone near the heat and electric power station N5 below the Southern Bridge, there are also high enough concentrations of anionic surfactants – 0.07 mg/dm³. Thus, in the conditions of anthropogenic influence of a densely populated city, the degree of pollution of water by synthetic anionic surfactants significantly increased.

In 2017, low concentration of anionic surfactants (0.01–0.03 mg/dm³) was recorded in the gulfs of Obolon, Rusanivka, Osokorki, Korchuvate residential areas.

According to 2017 research, the concentration of anionic surfactants in water in the gulfs of Garyachka (mouth of Pochayna River) and below the Southern Bridge in the district of the heat and electric power station N5, and also in water in the mouth of the Lybid River and below the discharges of Bortnitsky station of aeration was 0.075–0.084 mg/dm³. Therefore, these places of maximum anthropogenic pressure were the most polluted by anionic surfactants.

The results of studies on the content of phenolic compounds show that in summer the difference in their content in water of the upper and lower parts of Kyiv section of the Kaniv reservoir was not significant. In the autumn, the content of phenolic compounds in water of the Sobache Gyrlo Bay was 139 µg/dm³, in the Obolon Bay – 172 µg/dm³, while their content in water of the Kaniv reservoir after Kiev (500 m below the discharges of Bortnitsky station of aeration) was several times higher and amounted to 357 µg/dm³. The periodic increasing in the concentration of phenolic compounds in water of the Kaniv reservoir 500 m below Bortnitsky station of aeration obviously caused by periodic discharges of water by the station.

Also, the increased content of phenolic compounds was found in the industrial zone (the bay below the Southern Bridge in the district of the heat and electric power station N5), which connected, apparently, with discharges of wastewater by numerous industrial enterprises located there.

In addition to the point sources of pollution a significant number of diffuse sources were found on the Kyiv section of the Kaniv reservoir. Pollution by these substances comes with surface water drainage from the urbanized area. A large number of dirty sewage flows into the water of reservoir due to unauthorized or emergency discharges by some water users.

So, according to the results of ecological and toxicological researches of the Kaniv reservoir within the city of Kyiv in 2016–2017, significant increasing of pollution of water by anionic surfactants and phenolic compounds was revealed. The main sources of income of these toxicants to the reservoir are municipal and industrial wastewaters and surface runoff from technogenically polluted areas of the megalopolis. Thus, the actual issue is the development and implementation of

measures to minimize income of these toxicants to the reservoir in order to prevent its antropogenic transformation and to improve of its ecological state.

Key words: anionic surfactants, phenolic compounds, Kaniv reservoir, aquatic ecosystem, megalopolis

Рекомендує до друку

Надійшла 07.03.2018

В. В. Грубінко

УДК 556.536 (477.51)

¹Г. В. ГУМЕНЮК, ¹І. Б. ЧЕНЬ, ²Н. Г. ЗІНЬКОВСЬКА

¹Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка
вул. Кривоноса 2, Тернопіль, 46027

²Кременецька обласна гуманітарно-педагогічна академія імені Тараса Шевченка
вул. Ліцейна 1, Кременець, 47003

ОСОБЛИВОСТІ НАКОПИЧЕННЯ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ГІДРОЕКОСИСТЕМІ р. САКСАГАНЬ (м. КРИВИЙ РІГ)

Виявлено сезонну динаміку вмісту важких металів у воді, прибережному мулі та ґрунті ставу ім. Леніна, що утворений річкою Саксагань. Встановлено, що вода річки Саксагань, яка протікає в межах м. Кривий Ріг належить до V класу, 7 категорії – дуже брудна, згідно класифікації про ступінь антропогенного забруднення поверхневих вод суші та естуаріїв України.

Ключові слова: важкі метали, гідроекосистема, перерозподіл, акумуляція, мул, вода, ґрунт, забруднення, р. Саксагань, м. Кривий Ріг

Кривий Ріг – велике промислове місто з населенням більш ніж півмільйона осіб. Питання екологічної чистоти, в даний час, є найважливішим з точки зору збереження здоров'я населення промислового регіону. Це пов'язано з тим, що основним видом промисловості тут є гірничодобувна сфера – чорна та кольорова металургія. На Кривбасі видобувають три основні промислові типи залізних руд: багаті залізні руди, які безпосередньо використовуються в металургії, а також магнетитові і окиснені залізні кварци. В процесі видобутку і збагачення руд у навколишнє середовище викидається велика кількість металів, серед яких значна частка припадає на важкі метали. Важливими компонентами складових гідроекосистем є йони металів. Залежно від умов середовища (рН, окисно-відновного потенціалу, наявності лігандів) вони існують в різних ступенях окиснення і входять до складу різноманітних неорганічних і металоорганічних сполук [1,3].

Води Криворіжжя мають погану якість. Головними забруднювачами водойм регіону є підприємства металургійної промисловості, комунально-побутові скиди і змив з сільськогосподарських угідь [5].

Метою роботи є дослідити особливості накопичення важких металів (ВМ) в екосистемі річки Саксагань міста Кривий Ріг.

Матеріал і методи досліджень

Об'єктом дослідження є поверхневі води річки Саксагань, що протікає в межах м. Кривий Ріг. Для дослідження вмісту Ni, Co, Pb, Zn, Cd, Fe, Cu, Mn у воді, прибережному мулі та прибережному ґрунті зразки відбирали у ставі ім. Леніна, який утворився від р. Саксагань у м. Кривий Ріг. Цей став знаходиться в близько біля шахт, зокрема відстань між шахтою «Тернівська» і точкою відбору зразків ~ 1км. Проби води відбирали з середини річки із поверхневого горизонту водойм на глибині 0,5-0,7 м. за допомогою пластикових

пробовідбірників об'ємом 1 дм³, проби прибережного мулу відбирали на глибині біля 50 см., а проби прибережного ґрунту на відстані 50 см від водойми.

Воду фільтрували через мембранний фільтр з діаметром пор 0,45 мкм, концентрували до 10 разів і визначали вміст ВМ методом атомно-абсорбційної спектrophотометрії на спектrophотометрі С-115 при відповідних довжинах хвиль, що відповідали максимуму поглинання кожного з досліджуваних металів відповідно до стандартних методик [8].

Валовий (загальний) вміст важких металів визначали так: абсолютно сухий мул або ґрунт масою 0,25 г поміщали в тефлоновий тигель, додавали 2,5 мл суміші HF і 2,5 мл HClO₄ та випарювали насухо. Потім додавали 2,5 мл HF і 0,25 мл HClO₄ і нагрівали до виділення білих парів. Після цього знову додавали 0,25 мл HClO₄. Залишок розчиняли в 2,5 мл HNO₃. Охолоджували і добавляли 3 мл 30% H₂O₂, суміш нагрівали протягом години, після чого фільтрували і розбавляли водою до об'єму 50 мл. Вміст металів виражали в мг на 1 дм³ досліджуваних зразків. Отримані дані порівнювали з гранично допустимими концентраціями досліджуваних металів [2, 5].

Статистичну обробку одержаних експериментальних даних проводили з використанням пакету прикладних програм Microsoft Office Excel 2010 та Statistica 6.0.

Результати досліджень та їх обговорення

Вода. Динаміку змін концентрацій важких металів у воді ставу ім. Леніна подано у таблиці 1. Спостерігається коливання концентрацій у період з травня по липень 2016 року, що має неоднозначний характер; спочатку знижуються показники концентрацій, а потім збільшуються. Це може свідчити лише про нерівномірне надходження важких металів у воду, а також внаслідок вторинного забруднення [6].

Таблиця 1

Сезонні зміни середніх концентрацій важких металів у воді ставу ім. Леніна, мг/дм³,
(M±m; n=4).

Метал	Травень 2016р., мг/л	Червень 2016р., мг/л	Липень 2016р., мг/л
Cu	0,08±0,01	0,04±0,009	0,02±0,007
Pb	0,09±0,01	0,09±0,01	0,1±0,01
Cd	0	0	0
Co	0,5±0,012	0,5±0,018	1±0,08
Ni	0,15±0,07	0,02±0,005	0,12±0,07
Mn	0,34±0,09	0,27±0,08	0,6±0,1
Fe	0,7±0,012	0,5±0,01	1,36±0,2
Zn	0,007±0,0006	0,004±0,0005	0,008±0,0001

Прибережний мул. Прибережний мул – це найбільш стабільна складова водних екосистем, в якій відображаються основні фізико-хімічні і біологічні водні процеси. Визначальну роль в перерозподілі ВМ відіграє міцність їх зв'язування з твердими субстратами прибережного мулу, яка зростає від обмінної фракції до залишкової [6,7].

Високі частки важких металів у прибережному мулі (табл. 2.) пов'язані із формуванням комплексів з органічними речовинами природного походження навесні. Спостерігається стале зменшення концентрацій металів в прибережному мулі, що абсолютно корелює з концентраціями металів у воді ставу ім. Леніна, які зростають. Винятком є тільки нікель, концентрація якого досягла максимального показника під час дослідження у липні.

Визначальним фактором є те, що джерелом надходження нікелю у поверхневій воді р Саксагань є стічні води хімічної промисловості, виробництво сплавів, виробництво кольорових металів [4].

Сезонні зміни середніх концентрацій важких металів у прибережному мулі ставу ім. Леніна, мг/дм³, (M±m; n=4).

Метали	Травень 2016р., мг/кг	Червень 2016р., мг/кг	Липень 2016р., мг/кг
Cu	1,9±0,2	0,6±0,08	1,2±0,09
Pb	4,1±0,3	2,6±0,02	2,3±0,2
Cd	0	0	0
Co	12,3±1,2	8,2±0,63	7,4±1,01
Ni	1,8±0,02	1,8±0,02	2,1±0,9
Mn	68±2,5	67,3±6,1	66,8±3,3
Fe	376,9±12,3	225±25,1	212,8±17,2
Zn	45,3±3,1	51±2,5	65,4±2,1

Прибережний ґрунт. Прибережний ґрунт також є повноцінним компонентом гідроекосистеми, тому важливо дослідити динаміку коливань концентрацій важких металів у період з травня по липень 2016 р. Ґрунт є відкритою підсистемою геохімічного ландшафту, яка пов'язана потоками речовин і енергії з приземною атмосферою, із сукупністю нижчих і вищих рослин та тварин, поверхневими і підземними водами. З іншого боку він є інформаційною системою про техногенні аномалії внаслідок дії токсикантів – важких металів. Ґрунт безпосередньо впливає на забруднення харчового ланцюга. Одним із поширених видів антропогенного забруднення є надходження важких металів в ґрунт. Мобільність важких металів і, відповідно, токсичність їх для водних організмів в умовах забруднення залежать від багатьох компонентів і властивостей ґрунту. У профілі ґрунтів важкі метали розподіляються по-різному [9].

Однак, найчастіше збагачені ними верхні гумусові горизонти. Особливо характерний такий розподіл для забруднених ґрунтів. Збагачення верхніх горизонтів ґрунтів важкими металами пов'язують, звичайно, з двома процесами – надходженням ВМ у верхні горизонти ґрунтів з атмосфери і міцним зв'язуванням їх гумусовими речовинами ґрунтів. Накопичення деяких важких металів у верхніх горизонтах незабруднених ґрунтів пов'язують також з біологічним переносом важких металів з нижніх горизонтів по кореневих системах рослин, а також з режимом випаровування ґрунтів.

Кислі ґрунти, які зустрічаються поблизу р. Саксагань, демонструють меншу здатність утримувати важкі метали, ніж інші види ґрунтів [4]. Високі частки важких металів пов'язані із залуженням ґрунтів в знижених ділянках поблизу водойм, що спричинює утворення сполук важких металів із складовими ґрунту навесні (табл. 3.). Концентрації купруму, кобальту, феруму та мангану плавно зменшуються від травня до липня. Загальновідомо, що купрум, ферум, кобальт, манган утворюють досить міцні комплексні сполуки з природними органічними лігандами. Слід зазначити, що поверхнева взаємодія таких комплексів з глинистими частинками є досить значною. Навесні у ґрунтах також формуються комплекси купруму, феруму, кобальту, мангану з органічними речовинами природного походження. Цим можна пояснити високі концентрації згаданих металів навесні. Зауважимо, що зменшення вмісту даних металів у липні пов'язано їх важливою роллю у колообігу речовин організмів (табл. 3).

Головним джерелом цинку є сульфатні руди, які залягають в ґрунтах Криворіжжя. Також, цинк використовують у водопровідних та опалювальних системах. Наявність цинку в прибережних ґрунтах можна також пояснити спорідненістю металу з оксидами феруму та мангану, які утворюють фракцію залізо-марганцевих оксидів.

Сезонні зміни середніх концентрацій важких металів у прибережному ґрунті ставу ім. Леніна, мг/дм³, (M±m; n=4).

Метали	Травень 2016р., мг/кг	Червень 2016р., мг/кг	Липень 2016р., мг/кг
Cu	2,2±0,61	2,8±0,2	0,21±0,01
Co	9,1±0,9	4±0,032	6,3±0,08
Cd	0	0	0
Pb	2,4±0,03	4±0,021	4,2±0,011
Ni	3,6±0,12	1,8±0,005	1,9±0,004
Fe	231,1±9,2	190±5,9	203,7±10,1
Mn	85,5±8,2	26±1,2	35,7±3,9
Zn	52,8±4,2	76±5,9	102,9±8,1

Проаналізувавши отримані дані і порівнявши їх з ГДК_{рибогосп.} можемо зробити висновок про наявність у складових гідроекосистеми р. Саксагань великої кількості концентрацій важких металів. Їх концентрація перевищує ГДК_{рибогосп.} у кілька разів, деякі у десятки разів [2, 4].

Висновки

Досліджено сучасний рівень токсикологічного забруднення р. Саксагань важкими металами на основі аналізу зразків води, прибережного мулу та прибережного ґрунту.

Виявлено сезонну динаміку вмісту важких металів у воді, прибережному мулі та прибережному ґрунті ставу ім. Леніна, який утворений річкою Саксагань, що має коливальний характер: у воді спостерігається зниження рівня концентрації всіх досліджуваних металів (червень), а потім підвищення (липень), та позитивно корелює з концентраціями металів в прибережному мулі.

Для удосконалення екологічного стану річки Саксагань у м. Кривий Ріг необхідно покращити стан шахтних стічних вод, що потрапляють у водойму, шляхом застосування фізико-хімічних, хімічних та біологічних методів очистки.

1. *Белоконь В.Н.* Формы нахождения тяжелых металлов в донных отложениях водохранилищ Днепра / Белоконь В.Н., Нахшина Е.П. // Гидробиологический журнал. — 1990. — Т. 26, № 2. — С. 83—89.
2. *Валовий* фоновий вміст і ГДК важких металів [Електронний ресурс]: [Веб-сторінка]. — Електронні дані. — Режим доступу: www.studfiles.ru/preview/5513287/page:5/
3. *Гуменюк Г.Б.* Сезонна динаміка вмісту і міграції міді, кобальту, кадмію та свинцю в екосистемі Тернопільського ставу / Г.Б. Гуменюк // Наукові записки ТДПУ. Сер. „Біологія”. — 2001. — Т. 2, № 13 — С. 190—193.
4. *Екологічна ситуація у місті Кривий Ріг* [Електронний ресурс]: [Веб-сторінка]. – Електронні дані. — Режим доступу: http://kr.gov.ua/karta_saytu_pidrozdili_vikonkomu/upravlinnya_ekologii/ekologichna_situatsiya_u_misti_kriviy_rig
5. *Клименко М. О.* Моніторинг довкілля: підруч. / М. О. Клименко, А. М. Прищеп, Н. М. Вознюк. — К. : Видавничий центр «Академія», 2006. — 360 с.
6. *Линник П. Н.* Обмен органическими веществами и соединениями металлов в системе “донные отложения — вода” в условиях модельного эксперимента / П. Н. Линник, Т. А. Васильчук, Ю. Б. Набиванець // Экол. хим. — 1997. — Т. 6, № 4. — С. 217—225.
7. *Линник П.Н.* Тяжёлые металлы в поверхностных водах Украины: содержание и формы миграции / П.Н. Линник // Гидробиол. журн. — 1999. — Т. 35, № 1. — С. 22—41.
8. *Методические указания.* Атомно – абсорбционное определение металлов (Al, Ag, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Pb, V, Zn) в поверхностных водах суши с прямой электротермической атомизацией проб./ Старушенко Л. И., Бушуев С. Г. — Одесса: Астропринт, 2001. — 151 с.
9. *Klerks P.L.* Ecotoxicology: Problems and Approaches / P.L. Klerks, J.S. Levinton. — New York: Springer, 1989. — P. 41—67.

Г. Б. Гуменюк, И. Б. Чень, Н. Г. Зиньковская

Тернопольский национальный педагогический университет имени Владимира Гнатюка
Кременецкая областная гуманитарно-педагогическая академия имени Тараса Шевченко

**ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ГИДРОЭКОСИСТЕМЕ
р. САКСАГАНЬ (г. КРИВОЙ РОГ)**

Выявлено сезонную динамику содержания тяжелых металлов в воде, прибрежном иле и прибрежной почве пруда им. Ленина, что образован рекой Саксагань.

Установлено, что вода реки Саксагань, которая протекает в черте г. Кривой Рог относится к V классу, 7 категории – очень грязная, согласно классификации о степени антропогенного загрязнения поверхностных вод суши и эстуариев Украины.

Ключевые слова: тяжелые металлы, гидроэкосистема, перераспределение, аккумуляция, вода, почва, загрязнение, р.Саксагань, г. Кривой Рог

H. B. Humenyuk, I. B. Chen, N. G. Zinkovska

Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine
Taras Shevchenko Regional Humanitarian-Pedagogical Academy of Kremenets, Ukraine

**HEAVY METALS ACCUMULATION IN THE SAKSAGAN RIVER'S HYDROECOSYSTEM,
KRYVVI RIH**

Kryvyi Rih waters are poor quality. The main contaminants of reservoirs are the enterprises of the metallurgical industry, communal and domestic discharges and flushing out of agricultural land.

Metal ions are important components of hydroecosystem. Depending on the environmental conditions (hydrogen index, oxidation-specific potential, availability of ligands), they exist in different degrees of oxidation and metal ions are part of various inorganic and organometallic compounds.

The seasonal dynamics of the content of heavy metals is revealed in water, coastal muds and soil of Lenin pond, which is formed by the Saksagan River. In water, there is a decrease in the concentration level of all the metals under study (June), and then an increase (July), which positively correlates with the concentrations of metals in the coastal mud.

It was established that the water of the Saksagan River, which flows within the city Kryvyi Rih, belongs to the V class, and 7th category is very dirty according to the classification of the level of anthropogenic pollution of surface waters of land and estuaries of Ukraine.

In order to change the ecological state of the Saksagan River in the city Kryvyi Rih, it is necessary to improve the status of the mine wastewater entering the reservoir, using physical, chemical and biological methods of treatment.

Key words: heavy metals, hydroecosystem, redistribution, accumulation, silt, water, soil, contamination, the Saksagan, Kryvyi Rih

Рекомендує до друку
В. В. Грубінко

Надійшла 12.03.2018

УДК 599.323:591.55:502.4(477.84)

Я. І. КАПЕЛЮХ, Н. Й. СЕМЕНОВИЧ, І. П. ДОБРИВОДА, М. І. МУРСЬКА

Природний заповідник "Медобори"

вул. Міцкевича, 21, смт. Гримаїлів, Гусятинський район, Тернопільська область, 48210

ДИНАМІКА ВИДОВОГО СКЛАДУ ТА ЧИСЕЛЬНІСТЬ МИШОПОДІБНИХ ГРИЗУНІВ (*RODENTIA*) У ПРИРОДНОМУ ЗАПОВІДНИКУ "МЕДОБОРИ"

Наведена характеристика угруповань дрібних мишоподібних у біоценозах заповідника. Дослідження мікромамалій заповідника розпочаті у 1992 р. Вивчення проводиться на семи теріологічних стаціонарах СТ-1 – СТ-7: на СТ-1 – СТ-3 – 21 рік, на СТ-4 – СТ-7 – 12 років. Вони охоплюють весь спектр основних біоценозів заповідника та розташовані рівномірно на всій його території. Дослідні роботи проводилися по два рази за сезон (весна і осінь). На заповідній території підтверджено перебування 22 видів мікромамалій і 12 з них виявлено на стаціонарах: *Muscardinus avellanarius* L., *Sorex arenarius* L., *Microtus agrestis* L., *Microtus arvalis* Pallas, *Terricola subterraneus* L., *Miodes glareolus* Schreber, *Sylvaemus tauricus* L., *Sylvaemus sylvaticus* L., *Apodemus agrarius* Pallas, *Sorex minutus* L., *Cricetus cricetus* L., *Microtus minutus* Pallas.

За час досліджень отримано дані, які дають можливість зробити аналіз зустріваності видів, встановити відносну їх чисельність, критерієм чого є частота трапляння у пастки та частка у вибірці у перерахунку на 100 пастко-діб і бал рясності виду на теріостационарі. За час досліджень відпрацьовано 21700 пастко-діб, виявлено 3057 особин дрібних мишоподібних.

Домінантними видами на всіх стаціонарах з балом рясності 5 є: *S. tauricus*, *S. sylvaticus*, *M. glareolus* Субдомінантами з рясністю 4 бали є: *T. subterraneus*, *M. agrestis*.

З 12 видів мишоподібних гризунів спалахи чисельності в обліках на стаціонарах відмічено у п'яти видів: *M. glareolus* на СТ-1 41 ос. у 2007 р., на СТ-2 – 53 ос. навесні і восени 2007 р., на СТ-4 у 2007р. – 20 ос., на СТ-5 у 2006 р. – 21 ос., на СТ-7 у 2006 р. – 37 ос.; *M. agrestis* на СТ-3 у 2007 – 41 ос.; *M. arvalis* – 37 ос. у 2002 р. на цьому ж стаціонарі; *S. sylvaticus* на СТ-4 навесні 2015 року та *S. tauricus* на СТ-4 восени 2005, 2007, 2016 рр., на СТ-5 у 2007, 2017 рр. і на СТ-6 у 2007, 2008, 2016 рр.

За час досліджень від 1994 по 2015 рік (СТ-1 – СТ-3) та від 2005 по 2017 рік (СТ-4 – СТ-7) відмічені на всіх стаціонарах одночасно декілька спалахів чисельності дрібних мишоподібних через майже однакову кількість років: 2000 – 2001, 2007 – 2008, 2013 – 2014 рр.

Ключові слова: заповідник, теріологія, дослідження, мишоподібні гризуни, доміанти

Природний заповідник "Медобори", утворений у 1990 р., знаходиться у центральній, найбільш збереженій частині Товтрового пасма, де чітко на поверхні виражений Товтровий кряж з основним неперервним рядом височин, які перемежуються видолінками, схилами, балками. Особливістю цієї частини Товтр, які ще називають Медоборами, є його висока залісненість. Коли ж взяти до уваги, що заповідник створювався на основі підприємств Держлісфонду, яким належали тільки лісові землі, то в його складі переважають лісові біоценози, представлені лісостанами як природного, так і штучного походження. До території заповідника у 1997 р. приєднано 61,7 га степових ділянок, які збільшили його біоценотичне різноманіття. На цей час тут найбільшу площу займають широколистяні ліси – 8236,4 га, мішані та хвойні ліси – 583,5 га, лісові культури – 179,6 га, чагарникові товтрові схили – 13 га, луки – 153,7 га, степи – 77,3 га, верхові та низинні болота – 1,6 га та інші землі. Така природна різноманітність сприяла формуванню специфічного та дуже багатого і різноманітного теріокомплексу, що характерно для Лісостепової зони.

Одними з найскритніших та видово найбагатших груп теріофауни заповідної території є дрібні ссавці, які за щільністю поселень та біомасою є домінуючою групою. Переважна частина їх родів – комахоїдні (*Soricidae*) чи рослиноїдні, як зеленоїдні (*Arvicolidae*), так і насіннеїдні (*Muridae*). Більшість видів ведуть наземний спосіб життя, деякі пристосувались до

життя на деревах (*Myoxidae*). Більшість з них високоспеціалізовані й тому є індикаторами певних біотопів. Всі види є осілими, деякі – зимосплячі.

Вивчення екологічних особливостей дрібних мишоподібних гризунів та їх видового складу на території заповідника розпочалося з 1992 року, а дослідження чисельності на стаціонарах з 1994 р: С. А. Сторожук – 1992-2002 рр. [10–14], Р. М. Слободян [8], В. П. Ходзінський [15, 16] – 2005-2010 рр., М. І. Мурська, І. І. Магеровська [7], Н. Й. Семенович, Я. І. Капелюх – 2011–2016 рр., а з 2017 р. – І. П. Добривола.

Для вивчення фауни та чисельності дрібних мікромамалій на теренах заповідника за цей час закладено 7 теріологічних стаціонарів СТ-1 – СТ-7, які охоплюють основні лісові та нелісові біоценози заповідника.

Таблиця 1

Теріологічні стаціонари з вивчення видового складу та чисельності дрібних мишоподібних ссавців у біоценозах природного заповідника «Медобори»

Назва стаціонару	Рік закладки	Площа	Розташування	Характеристика біоценозу	Ким закладено
Теріологічний стаціонар, СТ-1	1994 р.	1 га	кв.36 виділ 7 Городницького л-ва	7Гз2Дз1Яз, вік 83р., Д ₂ ГД	н.с. Сторожук С.А.
Теріологічний стаціонар, СТ-2	1995р.	1 га	кв.41 виділ 5 Городницького л-ва	10Сз+Ялє+Клг+Яв+Гз, вік 78р., Д ₃ ГБД	н.с. Сторожук С.А.
Теріологічний стаціонар, СТ-3	1995 р.	1 га	кв.49 виділ 11 Вікнянського л-ва	біогалявина, степова рослинність	н.с. Сторожук С.А.
Теріологічний стаціонар, СТ-4	2005 р.	1 га	кв.32 виділ 12 Вікнянського л-ва	10Бкл, вік 164р. Д ₂ ГБД	м.н.с. Слободян Р. М.
Теріологічний стаціонар, СТ-5	2005 р.	1 га	кв.26 виділ 1 Вікнянського л-ва	7Дз3Гз+Яз+Лдл+Клг+Бп, вік 89р., Д ₂ ГД	м.н.с. Слободян Р. М.
Теріологічний стаціонар, СТ-6	2005 р.	1 га	кв.35 виділ 14 Краснянського л-ва	3Яз2Дз1Клг1Лдл3Гз, вік 93р., Д ₃ ГД	м.н.с. Слободян Р. М.
Теріологічний стаціонар, СТ-7	2005 р.	1 га	кв.41 виділ 3 Краснянського л-ва	4Яз1Дз1Лпд1Яв3Гз+КлгКлп вік 113р., Д ₁ ГД	м.н.с. Слободян Р. М.

Матеріал і методи досліджень

Для відносного кількісного обліку дрібних мишовидних на пробних площах використано методику їх відлову пастками, опрацьовану В. Н. Шнітніковим, П. Б. Юргенсоном, А. Н. Формозовим, Г.А.Новіковим [7] та узагальнену і удосконалену І. В. Загороднюком [2, 3].

Суть її полягає у виставленні пасток у лінії по 50 шт. на віддалі 5 м одна від одної та відпрацюванні 100 пастко-діб на кожній з пробних площадок.

Пастки ставляться під вкриттям, або біля стовбурів дерев. Стандартною приманкою є кубики житнього хліба, обжареного на соняшниковій нерафінованій олії. Її замінюють після кожного огляду, або дощу, олія повинна бути завжди свіжою і бажано прожареною.

Огляд пасток проводиться вранці наступного дня після їх встановлення. Дошові дні, або навіть ночі, з обліків виключаються. Якщо тварина не впіймана, але пастка явно нею збита (погризена приманка, екскременти), то це враховується як спіймана тварина [8].

Оскільки результати обліків прямо залежать від роботи пасток, то на правильність їх установки, свіжість приманки та обережність у їх настороженні звертається особлива увага – насторожувати потрібно найбільш чутко, але так, щоб пастки не спрацьовували від вітру або якогось іншого стороннього впливу.

Результати обліків виражаються кількістю добутих тварин на 100 пастко-діб, що є часткою виду в межах своєї облікової групи, та використовується для встановлення оцінок відносної чисельності популяцій дрібних ссавців та балу рясності виду [2, 3].

Переваги цієї методики: простота виконання та відсутність складного обладнання, мала затрата робочої сили та засобів; виявлення всіх видів дрібних гризунів; облік дає задовільні показники для контролю динаміки чисельності та порівняльної оцінки населення різних біотопів; значна ефективність – за короткий термін отримуються дані, що є достатніми для характеристики біотопу; завдяки методиці отримують дані, придатні для порівняння; методика може застосовуватися у різних біотопах, як лісових так і нелісових.

На всіх теріологічних стаціонарах обліки проводяться два рази кожного року – наприкінці весняного та літнього сезонів, відпрацьовуючи на кожному з них 200 пастко-діб (по 100 у весняній та осінній сезони). Дослідження на СТ-1 – СТ-3 у 2003 і 2004 роках не проводились.

На початку досліджень для відлову тварин використовувались пастки Геро, а з 2006 р. мікромамалії досліджуються живоловками.

Видові назви гризунів наведено відповідно до «Таксономія і номенклатура ссавців України» [4].

Результати досліджень та їх обговорення

За роки досліджень на стаціонарах вивчено видовий склад дрібних мишоподібних ссавців, динаміку їх чисельності та щільності населення: на СТ-1, СТ-2, СТ-3 – за 21 рік, на СТ-4 – СТ-7 – за 12 років. За цей час відпрацьовано 21700 пастко-діб, виявлено 3057 особин мікромамалій. Результати досліджень підсумовуються та публікуються у Літописі природи природного заповідника "Медобори" [5] та наукових статтях співробітників [7, 8, 10–16.].

Від початку досліджень з 1994 по 2017 роки на території заповідника та найближчих його околицях виявлено 22 види мишоподібних [12], з них на стаціонарах – 12: ліскульку руду (*Muscardinus avellanarius* L.), мідцию звичайну (*Sorex arenarius* L.), полівку північну (*Microtus agrestis* L.), полівку європейську (*Microtus arvalis* Pallas), норика підземного (*Terricola subterraneus* L.), норицю руду (*Miodes glareolus* Schreber), мишака жовтогрудого (*Sylvaemus tauricus* L.), мишака європейського (*Sylvaemus sylvaticus* L.), житника пасистого (*Apodemus agrarius* Pallas), мідцию малу (*Sorex minutus* L.), хом'яка звичайного (*Cricetus cricetus* L.), мишку лучну (*Microtus minutus* Pallas). У обліках не зустрічалися: кріт європейський (*Talpa europaea* L.), мідция середня (*Sorex caecutiens* Laxmann.), ондатра звичайна (*Ondatra zibethicus* L.), нориця водяна (*Arvicola amphibius* L.), пацюк мандрівний (*Rattus norvegicus* Berkthout), миша хатня (*Mus musculus* L.), мишівка лісова (*Sisista betulina* Pall.) білозубка велика (*Crocidura leucodon* Hermann.). Останній вид виявлений в заповіднику лише одноразово, а 2 особини *S. betulina* вдалося зафіксувати у характерних для неї умовах, повторно з 1996 р., восени 2017 року. Не виявлені на стаціонарах і два види вовчків – *Glis glis* L. та *Dryomys nitedula* P.

Домінантними видами на всіх стаціонарах з балом рясності 5 є: *S. tauricus*, *S. sylvaticus*, *M. glareolus*. Субдомінантами з рясністю 4 бали є: *T. subterraneus*, *M. agrestis*. Подібні результати відмічені у біоценозах національного природного парку «Кременецькі гори» [5] і, очевидно, є характерними для регіону.

Найбагатшими, як за видовою різноманітністю, так і за чисельністю дрібних мишовидних, у заповіднику є волога грабова діброва (СТ-1, СТ-5), волога грабово-букова діброва (СТ-2, СТ-4) та біогалявина із степовою рослинністю (СТ-3).

Осінні обліки на всіх стаціонарах є більш репрезентативними, ніж весняні, як за видовим складом мікромамалій так і їх чисельністю.

У загальному ж в обліках дрібних мишоподібних, майже на всіх стаціонарах, в останні роки відмічається тенденція до зменшення видового складу. Якщо на початку досліджень у 90 роках фіксувалося по 4-6 видів, то у другій їх половині, на тих же пробних площах, переважно по 2-3 види, хоч є також окремі випадки фіксації по 5 видів (СТ-4 – осінні обліки у 2014 р., СТ-6 – осінні обліки у 2013 р.).

За час досліджень з 1994 по 2015 роки (СТ-1 – СТ-3) та з 2005 по 2017 роки (СТ-4 – СТ-7) відмічені на всіх стаціонарах одночасно декілька спалахів щільності дрібних мишоподібних

через майже однаковий проміжок часу: 2000–2001, 2007–2008, 2013–2014 роки. Ми пов'язуємо це з наявністю сприятливих кліматичних умов осені і зими та врожайністю насіння дерев у попередні роки. У Дніпровсько-Орільському заповіднику періодичність спалахів чисельності мишоподібних через 11 років пов'язують з періодами сонячної активності [1].

Найбільше зростання чисельності відмічене на СТ-1 у 2007 році восени, на СТ-2 навесні і восени та на СТ-3 восени. У наступні роки піки збільшення чисельності були дещо нижчими.

Результати обліків дрібних гризунів, їх видового складу, рясності трапляння подано у таблицях 2–8. У них наведено кількість особин в перерахунку на 100 пастко-діб, тому для встановлення фактичної кількості облікованих особин кожного виду, табличні дані, крім даних 2005 р. (був лише одноразовий облік), потрібно збільшити вдвічі.

У свіжій грабовій діброві, віком 83 р. (СТ-1) на початку досліджень фіксували 4–7 видів (1994, 2000, 2001, 2002 роки), а в останні 9 років – переважно, 2–3 види дрібних мишоподібних. Винятком був 2012 р., коли на стаціонарі навесні було виявлено, крім постійно присутніх *S. tauricus* та *M. glareolus*, ще *T. subterraneus* та *M. arvalis*, а восени 2011 р. та 2014 р. – ще й *Apodemus agrarius*. У 2011 та 2012 роках у обліках повністю був відсутній *S. sylvaticus*, а в 2015 р. – *S. tauricus*. На СТ-1 1995, 1996, 1997, 2015 роки були особливими, оскільки тут у двох обліках виявлено тільки по два види – переважно *S. sylvaticus*, *M. glareolus* та *M. musculus* з мінімальною чисельністю.

Оцінка рясності видів: *M. glareolus* – 5, *S. tauricus* – 4, *T. subterraneus* – 4, *S. sylvaticus* – 4, *M. arvalis* – 3, *S. araneus* – 2, *M. agrestis* – 1, *M. musculus* – 1, *A. agrarius* – 1 (табл. 2).

Таблиця 2

Динаміка чисельності дрібних ссавців на теріологічному стаціонарі СТ-1

Роки Види	Особин на 100 пастко-діб																				к-сть особин	% у вибірці	бал рясності	
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017				
<i>Sylvaemus tauricus</i>			1,0	3,0	4,5	5,5	1,5	1,0	4,5	8,0	4,0	3,5	1,5	1,5	3,0	3,5	4,0		4,5	2,5	57	27,5	4	
<i>Sylvaemus sylvaticus</i>		1,5	4,0	3,5	8,0	7,5	5,0	2,0	0,5	0,5		2,5	0,5			1,0	1,0	1,0	2,0	1,5	42	20,3	5	
<i>Terricola subterraneus</i>	1,5	2,5	3,5	2,0	1,5	3,5	2,5	1,0	1,5	0,5			0,5		0,5							21	10,1	4
<i>Microtus agrestis</i>				0,5			1,0														1,5	0,75	1	
<i>Mus musculus</i>							0,5		0,5												1	0,5	1	
<i>Sorex araneus</i>							0,5		0,5	2,0					1,0	0,5					4,5	0,22	2	
<i>Microtus arvalis</i>	1,0				0,5	1,0	1,5	1,0					0,5		0,5						6	2,87	3	
<i>Myodes glareolus</i>				0,5	0,5	1,0		7,0	7,0	20,5	3,5	3,5	1,5	2,5	4,5	3,5	5,5	2,0	7,5	2,5	73	35	5	
<i>Apodemus agrarius</i>														0,5			0,5				1	0,5	1	

У вологій грабово-буковій діброві віком 78 р. (СТ-2) традиційно фіксувалися три найбільш поширені у заповіднику види дрібних гризунів – *S. tauricus* і *S. sylvaticus* та *M. glareolus* і тільки в першій половині досліджень до них долучалися *M. arvalis*, *T. subterraneus*, *A. agrarius*, та дуже рідко *S. araneus* та *M. minutus* (табл. 3). Особливим є те, що у 2015 р. *S. tauricus*, який завжди зустрічався тут в достатній кількості, у обліках, майже повністю, змінив *S. sylvaticus* (4 ос.).

Оцінка рясності видів: *M. glareolus* – 5, *S. tauricus* – 4, *T. subterraneus* – 4, *S. sylvaticus* – 4, *S. araneus* – 2, *M. agrestis* – 1, *M. musculus* – 1, *A. agrarius* – 1, *M. arvalis* – 1, *M. avellanarius* – 1, *S. minutus* – 1, *M. minutus* – 1 (табл. 3).

Динаміка чисельності дрібних ссавців на теріологічному стаціонарі СТ-2

Роки Види	Особин на 100 пастко-діб																				к-сть особин	% у вибірці	бал ярності
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017			
<i>Sylvaemus tauricus</i>		0,5	1,0	4,0	0,5	2,5	2,5		2,5	1,5	6,0	3,0	1,0	1,5	4,0	4,5	3,5	0,5	8,5	9,0	56,5	20,6	4
<i>Sylvaemus sylvaticus</i>	0,5	0,5	2,5	4,5	1,0	0,5	3,5	1,0	1,5		1,0	2,0		0,5	1,0	1,0	0,5	2,0	10	2,5	36	13	4
<i>Terricola subterraneus</i>	4,0	4,5	2,0	1,5	4,0	8,5	3,5		1,0			0,5									29,5	10,8	4
<i>Microtus agrestis</i>			1,0		0,5																1,5	0,5	1
<i>Mus musculus</i>	0,5		0,5	0,5	0,5		1,0														3	1,0	1
<i>Sorex araneus</i>								2,0	0,5		0,5	1,0									4	1,4	2
<i>Myodes glareolus</i>			2,5	1,0	6,0	9,5	5,5	8,0	9,0	26,5	16,5	8,0	2,5	2,5	4,5	4,0	5,5	3,5	15	6,0	136	50	5
<i>Apodemus agrarius</i>										1,0						1,0					2	0,7	1
<i>Microtus arvalis</i>														0,5						0,5	1	0,36	1
<i>Muscardinus avellanarius</i>															0,5						0,6	0,18	1
<i>Sorex minutus</i>								2,0													2	0,7	1
<i>Micromys minutus</i>			0,5	0,5		0,5	0,5														2	0,7	1

Лісова біогалявина із степовою рослинністю (СТ-3) – знаходиться неподалік агроценозів, хоч відділена від них смугою соснового насадження незначної ширини. Тому в усі роки першої половини спостережень тут основним видом як у весняних, так і в осінніх обліках, була *M. arvalis*, особливо багато її фіксувалося у 2002 р., коли відмічена щільність становила 40 ос/га (37 ос.) у другій половині обліків, з 2007 р. вона тут майже не фіксувалася і була замінена *A. agrarius*, яка найчисельніше зустрічалася у 2015 р., коли навесні та восени її обліковано в кількості 52 ос. (табл. 4). Причиною такої різкої зміни домінантних видів, очевидно, було відновлення обробітку та вирощування с/г культур після тривалого існування перелогів на полі поблизу степової ділянки, де знаходиться стаціонар. Крім *A. agrarius* та *M. arvalis* кожного року в обліках присутня *M. glareolus* у кількості 2–6 ос. та майже у кожному – *Sylvaemus* обох видів по 1–8 особини. Лише одиничними особинами тут фіксувалися *M. agrestis* та *S. araneus*; на початку досліджень відмічено *C. cricetus* і дещо пізніше – *S. minutus*.

Оцінка ярності видів: *A. agrarius* – 5, *M. agrestis* – 4, *M. glareolus* – 4, *S. tauricus* – 3, *T. subterraneus* – 3, *S. sylvaticus* – 3, *M. musculus* – 3, *S. araneus* – 3, *M. arvalis* – 3, *S. minutus* – 1, *C. cricetus* – 1 (табл. 4).

У віковій 164-річній бучині (СТ-4) обліки особливі тим, що у кожному стабільно присутні три види мишоподібних – *S. tauricus*, *S. sylvaticus* і *M. glareolus* (табл. 5). Слід відзначити, що у в останні роки в обох обліках зростає кількість мишаків, *S. sylvaticus* – особливо навесні, а *S. tauricus* – восени. Досить стабільною тут є чисельність *M. glareolus*, яка у 2007 р. досягла щільності 32 ос./га (20 ос.). З інших рідкозустріваних видів тут фіксувалися *T. subterraneus* – навесні 2010 р. (1 ос.) і 2012 р. (2 ос.) та восени 2014 р. (1 ос.); *M. agrestis* – навесні 2012 р. (1 ос.) та *S. araneus* – восени 2005, 2011, 2014, 2016 років (по 1 ос.). Одиничними особинами фіксувалися *M. agrestis* (2012 р. – 1 ос.) та *M. arvalis* (2017 р. – 2 ос.).

Таблиця 4

Динаміка чисельності дрібних ссавців на теріологічному стаціонарі СТ-3

Роки Види	Особин на 100 пастко-діб																				к-сть особин	% у вибірці	бал рясності
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017			
<i>Sylvaemus tauricus</i>		2,5			0,5	0,5	0,5		1,5	0,5		9,0	2,0	2,0	1,5	4,0	1,5	0,5	5,5	1,0	26	9	3
<i>Sylvaemus sylvaticus</i>				0,5	1,5	0,5	0,5					2,5		0,5	2,0	2,0	1,0	1,0	1,0	1,5	12	4,2	3
<i>Terricola subterraneus</i>	4,0	1,0	4,5	1,5	3,0	1,0			0,5				1,0						0,5		17	5,9	3
<i>Microtus agrestis</i>			0,5	2,5	1,0					20,5	3,0		1,5		1,0						30	10,5	4
<i>Mus musculus</i>	0,5	1,0		3,0	1,5	2,0	2,0														10	3,5	3
<i>Sorex araneus</i>		0,5					0,5		1,5	7,0						0,5					10	3,5	3
<i>Microtus glareolus</i>							0,5		13,0	6,5	0,5	2,0	2,5	0,5	6,0	3,5	4,0	1,5	3,5	1,5	45,5	15,9	4
<i>Apodemus agrarius</i>					0,5			5,0	6,5	11,0	9,0	2,5	4,0	4,5	9,0	13,0	26,0	9,0	6,0	7,0	113	39,4	5
<i>Microtus arvalis</i>	4,0	1,0	4,0	2,0	9,0	10,0	15,5		4,5				0,5						0,5	1,0	22	7,7	3
<i>Sorex minutus</i>									0,5	0,5											1	0,4	1
<i>Cricetus cricetus</i>		0,5																			0,5	0,2	1

Оцінка рясності видів: *S. tauricus* – 5, *M. glareolus* – 5, *S. sylvaticus* – 4, *T. subterraneus* – 2, *S. araneus* – 2, *A. agrarius* – 2, *M. agrestis* – 1, *M. arvalis* – 1 (табл. 5).

Таблиця 5

Динаміка чисельності дрібних ссавців на теріологічному стаціонарі СТ-4

Роки Види	Особин на 100 пастко-діб													к-сть особин	% у вибірці	бал рясності
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017			
<i>Sylvaemus tauricus</i>	14,0	6,5	10,5	4,0	5,0	2,5	4,0	4,5	2,5	4,0	6,0	11	7,0	81,5	42,4	5
<i>Sylvaemus sylvaticus</i>	1,0	1,5	1,5	0,5	2,5	1,0	1,0	2,5	3,0	1,5	8,5	8,0	3,0	35,5	18,5	4
<i>Terricola subterraneus</i>						0,5		1,0		0,5		0,5		2,5	1,3	2
<i>Microbus agrestis</i>								0,5						0,5	0,26	1
<i>Sorex araneus</i>	1,0						0,5			0,5		0,5		2,5	1,3	2
<i>Myodes glareolus</i>	7,0	5,5	10,0	5,0	3,0	5,0	4,5	4,5	3,5	4,5	3,5	6,0	2,5	64,5	33,4	5
<i>Apodemus agrarius</i>	1,0				2,0								1,0	4	2,1	2
<i>Microtus arvalis</i>													1,0	1	0,5	1

У свіжій грабовій діброві, віком 89 р. (СТ-5) у обліках зустрічаються постійно три найбільш поширені види (табл. 6). Навесні: *S. sylvaticus* – по 1–3 ос. в останні роки, *S. tauricus* – 2–7 ос., *M. glareolus* – 2–3 ос., хоч у 2006–2007 роках вона була домінуючою з щільністю 37–22 ос./га (21 та 20 ос.) відповідно. Восени їх чисельність зростає: першого від 18 ос. – у 2007 р. до 2–8 ос. – у наступні роки з підвищення чисельності до 16 ос. у 2017 р.; другого – до 3–17 ос., третього – до 17 ос. у 2016 р. Крім зазначених найбільш поширених видів, тут також відмічений п'ять років поспіль (навесні 2011 –2013 рр. та восени 2014 р.) по 1 ос. *T. subterraneus*: Восени тут фіксувалося по 1 ос. *Microtus arvalis* в 2011 р., *Sorex araneus* в 2012 р., *Muscardinus avellanarius* в 2009 та 2015 роках.

Оцінка рясності видів: *S. tauricus* – 5, *M. glareolus* – 5, *S. sylvaticus* – 4, *A. agrarius* – 3, *T. subterraneus* – 2, *S. araneus* – 2, *M. arvalis* – 1, *M. avellanarius* – 1 (табл. 6).

Таблиця 6

Динаміка чисельності дрібних ссавців на теріологічному стаціонарі СТ-5

Роки Види	Особин на 100 пастко-діб														к-сть особин	% у вибірці	бал рясності
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017				
<i>Sylvaemus tauricus</i>	2,0	3,0	9,0	4,5	5,0	3,0	2,5	1,0	4,0	5,5	6,0	7,0	8,0	60,5	34,4	5	
<i>Sylvaemus sylvaticus</i>		1,0		0,5	4,0		0,5	3,0	3,5	0,5	4,0	8,5	3,5	26	14,8	4	
<i>Terricola subterraneus</i>			1,0			0,5	0,5	0,5	0,5	0,5				3,5	2	2	
<i>Sorex araneus</i>	3,0				0,5			0,5						4	2,3	2	
<i>Myodes glareolus</i>	2,0	10,5	10,0	9,0	6,0	2,5	3,0	6,0	1,5	5,5	2,0	8,5	5,0	71,5	40,5	5	
<i>Apodemus agrarius</i>	4,0				2,5	1,0							1,0	8,5	4,8	3	
<i>Muscardinus avellanarius</i>					0,5						0,5			1	0,6	1	
<i>Microtus arvalis</i>						0,5	0,5							1	0,6	1	

У вологій грабовій діброві, віком 93 р (СТ-6) зустрічалися три основні види – *S. sylvaticus*, *S. tauricus* та *M. glareolus*, хоча останньої в обліках 2011 р. не було, як і *S. sylvaticus* – у 2006, 2007 рр. та восени 2012 року (табл. 7). Особливістю є досить значна чисельність в осінніх обліках 2007, 2008-2014 і 2016 років *S. tauricus*, який восени 2015 р. повністю був тут відсутнім. З рідкозустріваних три роки поспіль восени відмічалася *M. arvalis* з найвищою щільністю 10 ос./га у 2012 р., яка в останні чотири роки вже не виявлена, у 2006 р. – 1 ос. *M. agrestis*, у 2005 р. – *S. araneus* та у 2010 р. – *M. agrestis* (2 ос.).

Оцінка рясності видів: *S. tauricus* – 5, *M. glareolus* – 5, *S. sylvaticus* – 4, *T. subterraneus* – 3, *M. arvalis* – 2, *A. agrarius* – 2, *M. agrestis* – 1, *S. araneus* – 1 (табл. 7).

У сухій грабовій діброві, віком 113 р (СТ-7) стабільно відмічалися три найбільш поширені види – *S. sylvaticus*, *S. tauricus* та *M. glareolus* за винятком весни 2011, 2012 років, коли *S. sylvaticus* був відсутнім, а у інші роки його чисельність була мінімальною (1–3 ос.) (табл. 8). Досить помітно після спаду у 2010 р. зростала чисельність *S. tauricus* у 2011–2016 рр., коли його налічувалось по 10-20 ос. Досить цікавим фактом є поява на стаціонарі в глибині лісового масиву навесні 2014 р. *A. agrarius* (4 ос.), навесні 2006 р. і восени 2005 (по 6 ос.); у 2009, 2012 і 2013 роках – по 1 ос. *S. araneus*, а також у 2005 р. – 1 ос. *S. minutus*, у 2008 р. – 2 ос. *M. avellanarius*, у 2016 р. – 1 ос. *T. subterraneus*.

Динаміка чисельності дрібних ссавців на теріологічному стаціонарі СТ-6

Роки Види	Особин на 100 пастко-діб													к-сть особин	% у вибірці	бал рясності
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017			
<i>Sylvaemus tauricus</i>	5,0	3,5	16,0	12,0	9,0	2,0	5,5	6,0	6,5	8,5	2,5	10,0	5,5	92	43,8	5
<i>Sylvaemus sylvaticus</i>	4,0			1,5	1,5	0,5	2,0	1,0	2,0	1,0	2,5	8,0	7,5	31,5	15	4
<i>Terricola subterraneus</i>	3,0	2,5			0,5				0,5					6,5	3,1	3
<i>Microtus agrestis</i>		0,5												0,5	0,2	1
<i>Microtus arvalis</i>						1,0	0,5	1,5	0,5					3,5	1,7	2
<i>Sorex araneus</i>	1,0													1	0,5	1
<i>Myodes glareolus</i>	11,0	12,5	8,5	4,5	7,5	1,0		3,5	1,0	5,5	3,0	5,5	8,5	72	34,3	5
<i>Apodemus agrarius</i>		0,5			1,0				0,5	0,5			0,5	3	1,4	2

Оцінка рясності видів: *S. tauricus* – 5, *M. glareolus* – 5, *S. sylvaticus* – 3, *S. araneus* – 3, *T. subterraneus* – 2, *M. agrestis* – 2, *M. arvalis* – 1, *S. minutus* – 1, *A. agrarius* – 1, *M. arvalis* – 1, *M. avellanarius* – 1 (табл. 8).

Таблиця 8

Динаміка чисельності дрібних ссавців на теріологічному стаціонарі СТ-7

Роки Види	Особин на 100 пастко-діб													к-сть особин	% у вибірці	бал рясності
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017			
<i>Sylvaemus tauricus</i>	2,0	1,5	9,0	7,0	5,0	2,5	6,5	6,0	7,5	9,5	1,5	10,0	7,0	75	36	5
<i>Sylvaemus sylvaticus</i>					2,0		0,5	1,5	2,5	1,5	2,0	5,5	3,5	19	9,8	3
<i>Terricola subterraneus</i>	3,0	1,0	1,5											5,5	2,7	2
<i>Microtus agrestis</i>		0,5		1,5	1,0									3	1,5	2
<i>Microtus arvalis</i>											0,5			0,5	0,3	1
<i>Sorex araneus</i>	6,0	0,5			0,5			0,5	0,5					8	4	3
<i>Myodes glareolus</i>	13,0	18,5	10,5	5,5	6,0	1,5	2,5	5,5	2,0	6,5	3,0	7,5	3,5	91,5	44,5	5
<i>Apodemus agrarius</i>										2,0				2	1	1
<i>Sorex minutus</i>	1,0													1	0,5	1
<i>Muscardinus avellanarius</i>				1,0										1	0,5	1

З 12 видів мишоподібних гризунів спалахи чисельності в обліках на стаціонарах відмічено для п'яти видів: *M. glareolus* на СТ-1 – до 41 ос. у 2007 р., на СТ-2 – 53 ос. навесні і 130 ISSN 2078-2357. Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол., 2018, № 2 (73)

восени 2007 р., на СТ-4 – у 2007 р. до 20 ос., на СТ-5 – у 2006 р. до 21 ос., на СТ-7 – у 2006 р. до 37 ос. У випадку *M. agrestis* спалахи чисельності відмічено на СТ-3 – у 2007 до 41 ос., *M. arvalis* – до 37 ос. у 2002 р., при цьому на цьому стаціонарі чисельність нориць зростає внаслідок їх міграції з близького до неї агроценозу. У випадку *S. sylvaticus* спалахи чисельності виявлено на СТ-4 навесні 2015 р., *S. tauricus* – на СТ-4 восени 2005, 2007, 2016 рр., на СТ-5 у 2007 і 2017 рр. і на СТ-6 у 2007, 2008, 2016 рр. В останній час відмічається тенденція до зменшення чисельності *S. tauricus* та заміни його *S. sylvaticus* на декількох стаціонарах.

Висновки

Теріологічні дослідження на території заповідника проводяться на семи стаціонарах СТ-1 – СТ-7 відповідно до загальноприйнятих у теріології методик. На СТ-1 – СТ-3 – 21 рік, на СТ-4 – СТ-7 – 12 років.

За час досліджень відпрацьовано 21700 пастко-діб, обліковано 3057 особин дрібних мишоподібних. З достовірно відмічених у заповіднику 22 видів мишоподібних на стаціонарах виявлено 12 видів: *M. avellanarius*, *S. arenarius*, *M. agrestis*, *M. arvalis*, *T. subterraneus*, *M. glareolus*, *S. tauricus*, *S. sylvaticus*, *A. agrarius*, *S. minutus*, *C. cricetus* та *M. minutus*. Найбагатшими, як видовим складом, так і за чисельністю дрібних мишовидних, у заповіднику є волога грабова діброва (СТ-1, СТ-5), волога грабово-букова діброва (СТ-2, СТ-4) та біогалявина із степовою рослинністю (СТ-3). Осінні обліки на всіх стаціонарах є більш репрезентативними як за видовим складом мікромамалій так і їх чисельністю. Домінантними видами на всіх стаціонарах з балом рясності 5 є: *S. tauricus*, *S. sylvaticus*, *M. glareolus*. Субдомінантами з рясністю 4 бали є: *T. subterraneus* і *M. agrestis*. З 12 видів мишоподібних гризунів спалахи чисельності в обліках на стаціонарах відмічено для п'яти видів: *M. glareolus*, *M. agrestis*, *M. arvalis*, *S. sylvaticus* та *S. tauricus*.

За час досліджень з 1994 р. по 2015 р. (СТ-1 – СТ-3) та від 2005 р. по 2017 р. (СТ-4 – СТ-7) відмічено на всіх стаціонарах одночасно декілька спалахів щільності дрібних мишоподібних через шість років: 2000–2001 рр., 2007–2008 рр., 2013–2014 рр., 2017 р. Ми пов'язуємо те з наявністю сприятливих кліматичних умов осені і зими, а також врожайністю насіння дерев у попередні роки.

1. Антонец Н.И. Динамика популяций микромамалий и полуводных млекопитающих Днепровско-Орельского природного заповедника / Н.И. Антонец // Вестник зоологии. — 1998. — 32, № 4. — С. 109—114.
2. Загороднюк І.В. Польовий визначник дрібних ссавців України / І.В. Загороднюк. — Київ, 2002. — 60 с.
3. Загороднюк І.В. Концепція бальних оцінок чисельності популяцій ссавців / Загороднюк І.В., Киселюк О.І. // Збірник науково-технічних праць природного заповідника "Розточчя" — Івано-Франкове, 1998. — Вип. 1. — С. 187—190.
4. Загороднюк І.В. Таксономія і номенклатура ссавців України / Загороднюк І.В., Ємельянов І.Г. // Вісник національного Науково-природничого музею. Т. 10. — С. 5—30.
5. Красовська А. Угрупування мишуватих гризунів (Muroidea) Національного природного парку Кременецької гори / Красовська А. // Праці Теріологічної Школи. 2017. — Т. 15. — С. 28—34.
6. Літопис природи природного заповідника "Медобори" // Аналіз результатів та перспективи наукових досліджень. Чисельність ссавців, книга 24 — Гримайлів, 2016. — Книга 23, розділ 8. — С. 460—473.
7. Магеровська І. І. Тенденції динаміки чисельності дрібних ссавців у ценозах природного заповідника "Медобори" в 2011-2012 роках / Магеровська І. І. // Матеріали II міжнародної науково-практичної конференції "Подільські читання". Географія. Біологія. Екологія. Охорона природи (Тернопіль, 23-24 травня 2013 р.), — Тернопіль, 2013. — С. 183—185.
8. Новиков Г.А. Полевые исследования по экологии наземных позвоночных / Новиков Г.А. — М.: Советская наука, 1953. — 502 с.
9. Слободян Р.М. Динаміка чисельності дрібних ссавців в ценозах ПЗ "Медобори" / Слободян Р.М. // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 20-річчю ПЗ "Медобори". — Підручники і посібники, Тернопіль, 2010. — С. 741—744.

10. *Сторожук С.А.* До питання про чисельність мишовидних гризунів у лісових екосистемах заповідника "Медобори" / Сторожук С.А. // Проблеми становлення і функціонування новостворених заповідників. — Гримайлів, 1995.— С. 77.
11. *Сторожук С.А.* Фонові види дрібних гризунів заповідників "Медобори" та "Розточчя" / Сторожук С.А., Хоєцький П.Б. // Науковий вісник УкрДЛТУ. — Вип. 9.4.— Львів, 1998. — С. 238.
12. *Сторожук С.А.* До питання про динаміку чисельності дрібних ссавців заповідника "Медобори" / Сторожук С.А. // Актуальні питання збереження та відновлення степових екосистем — Асканія — Нова, 1998.— С. 311—312.
13. *Сторожук С.А.* Популяційні особливості населення дрібних ссавців заповідника "Медобори" / Сторожук С.А. // Структура и функциональная роль животного населения в природных и трансформированных экосистемах. — Дніпропетровськ, 2001. — С. 96.
14. *Сторожук С.А.* Еколого-фауністична характеристика наземних хребетних природного заповідника "Медобори" / Сторожук С.А. — Наукові записки. серія Біологія, № 2 (9). — Тернопільський педуніверситет, 2000. — С. 19—21.
15. *Сторожук С.А.* Видове різноманіття териофауни природного заповідника "Медобори" / Сторожук С.А. // Розточанський збір — 2000, кн. 2. — Львів, 2001. — С.148—150.
16. *Ходзінський В.П.* Про вплив віку насаджень на фауну дрібних ссавців / Ходзінський В.П. // Науковий вісник НЛТУ України: Збірник науково-технічних праць. — Львів: НЛТУ України, 2005. — Вип. 15.5. — С. 97—100.
17. *Ходзінський В.П.* Риуча діяльність дрібних ссавців в умовах свіжої грабової діброви / Ходзінський В.П. // Молодь та поступ біології: Збірник тез Другої міжнародної наукової конференції студентів та аспірантів (21-24 березня 2006 року, м. Львів). — Львів, 2006. — С. 231—232.

Я. І. Капелюх, Н. І. Семенович, І. П. Добрывода, М. І. Мурська
Природный заповедник «Медоборы».

ДИНАМІКА ВИДОВОГО СОСТАВА ТА ЧИСЛЕННОСТЬ МЫШЕВИДНЫХ ГРЫЗУНОВ (RODENTIA) В ПРИРОДНОМ ЗАПОВЕДНИКЕ «МЕДОБОРЫ»

Териологические исследования мелких мышевидных млекопитающих в заповеднике ведутся на семи териологических стационарах СТ-1 – СТ-7. На каждом из них весной и осенью отработывается по 100 суточных проб при помощи живоловок. За время исследований отработано 21700 дней и отловлено 3057 особей мышевидных. Всего на стационарах подтверждено присутствие 12 видов из 21 известного в заповеднике: *Muscardinus avellanarius* L., *Sorex arenarius* L., *Microtus agrestis* L., *Microtus arvalis* Pallas, *Terricola subterraneus* L., *Miodes glareolus* Schreber, *Sylvaemus tauricus* L., *Sylvaemus sylvaticus* L., *Apodemus agrarius* Pallas, *Sorex minutus* L., *Cricetus cricetus* L., *Microtus minutus* Pallas. Доминантами на всех стационарах с баллом рясноты 5 являются: *S. tauricus*, *S. sylvaticus*, *M. Glareolus*. Содоминантами с баллом рясноты 4 являются: *T. subterraneus*, *M. agrestis*. За время исследований на всех стационарах одновременно отмечено несколько всплесков численности мышевидных через шесть лет: 2000–2001 гг., 2007–2008 гг., 2013–2014 гг. Мы это объясняем благоприятными климатическими условиями и урожайностью семян деревьев предыдущих годов.

Ключевые слова: заповедник, териология, исследования, мышевидные грызуны, доминанты

Ya. I. Kapeliukh, N. Y. Semenovych, I. P. Dobryvoda, M. I. Murska

NATURE RESERVE "MEDOBORY". DYNAMICS OF SPECIES COMPOSITION AND NUMBER OF MOUSE RODENTS (RODENTIA) IN THE NATURE RESERVE "MEDOBORY"

Brief description is brought over the natural environments of the reserve and their influence on the formation of specific and very rich and diverse terio-complex, the forest-steppe zone, the reserve is located in, characterized by.

Investigations of the Micromammals of the reserve began in 1992. The study is carried out on seven teriological stationaries ST-1 - ST-7: at ST-1 - ST-3 - for 21 years, at ST-4 – ST-7 – for 12 years. They cover the entire spectrum of the main biocenoses of the reserve and are evenly distributed throughout its territory. Experimental works were conducted twice a season (spring and autumn) in accordance with generally accepted methods. The presence of 20 types of Micromammals has been

confirmed in the reserve area, 12 of them have been detected in stationaries: *Muscardinus avellanarius* L., *Sorex arenarius* L., *Microtus agrestis* L., *Microtus arvalis* Pallas, *Terricola subterraneus* L., *Miodes glareolus* Schreber, *Sylvaemus tauricus* L., *Sylvaemus sylvaticus* L., *Apodemus agrarius* Pallas, *Sorex minutus* L., *Cricetus cricetus* L., *Microtus minutus* Pallas.

During the research, data have been obtained that make it possible to analyze the occurrence of species in biocenoses, to establish their relative number, the criterion of which is the falling into traps and the proportion of the sample in the calculation per 100 trap-days and the point of the species abundance on the teriostationary. During the research 21700 trap-days were worked out, 3057 individuals of mouse rodents were found. Dominant species in all stationaries with abundance score 5 are: *Sylvaemus tauricus* L., *Sylvaemus sylvaticus* L., *Myodes glareolus* Schreber.

The subdomains with the abundance score 4 are: *Terricola subterraneus* L., *Microtus agrestis* L. Out of 12 species of mouse rodents, outbreaks of numbers in stationary accountings were recorded in five species: *Miodes glareolus* Schreber at ST-1 41 individuals in 2007, at CT-2 – 53 individuals in spring and autumn 2007, at ST-4 in 2007 – individuals, at ST-5 in 2006 – 21 individuals, at ST-7 in 2006 – 37 individuals, *M. agrestis* at ST-3 in 2007 41 individuals; *Microtus arvalis* Pallas 37 individuals in 2002 at the same stationary; *Sylvaemus sylvaticus* L. at ST-4 in spring 2015 and *Sylvaemus tauricus* L. at ST-4 in autumn 2005, 2007, 2016, at ST-5 in 2007, 2017 and at ST-6 in 2007, 2008, 2016. During the researches from 1994 to 2015 (CT-1 – CT-3) and from 2005 to 2017 (CT-4 – CT-7) several outbreaks of mouse rodents number marked at all stationaries simultaneously in almost the same number of years: 2000-2001, 2007-2008, 2013-2014. We associate this with the presence of favorable climatic conditions of autumn and winter and the yield of tree seeds these years.

Key words: reserve, teriology, research, mouse rodents, dominant

Рекомендує до друку

Надійшла 02.03.2018

В. В. Грубінко

UDC 639.215.2: 504.054: 661.874

¹I. M. KONOVS, ¹O. M. ARSAN, ²V. V. GRUBINKO

¹Institute of Hydrobiology National Academy of Sciences of Ukraine
Heroiv Stalinhrada ave. 12, Kyiv, 04210

²Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University
Maxyma Kryvonosa str. 2, Ternopil, 46027

EFFECT OF NICKEL ON FUNCTIONING OF ADAPTIVE SYSTEMS RESPONSIBLE FOR ENDOGENOUS AMMONIA BINDING AND EXCRETION IN CARP

Effect of 20 mg/L nickel ions on ammonia metabolism in carp (*Cyprinus carpio*) during 14 days exposure at 7, 20 and 25°C was studied. Accumulation of nickel by organs does not demonstrate temperature-dependent correlations. Favorable temperature conditions (20°C, and to a lesser extent 25°C) facilitate adaptive mechanisms aimed at control of nickel migration in organism. Increasing of ammonia concentration in the gill, kidney and brain at 7°C demonstrates an inadequate functioning of detoxification and excretion processes. Increasing of alanine aminotransferase role in regulation of ammonia homeostasis at low temperature is found. Active functioning of glutamine system at higher water temperatures (20 and 25°C) provides decreasing or stabilization of endogenous ammonia content under effect of nickel ions.

Key words: Cyprinus carpio, nickel, nitrogen metabolism, ammonia, tissue distribution, adaptation

Rate and direction of protein metabolism are among the major indicators of functional status of organism under normal and unfavorable environmental conditions. Maintenance of homeostatic level of ammonia in tissues can be considered as the main factor in regulation of protein metabolism, balance between catabolic and anabolic processes, and formation of physiological response of freshwater fish organisms [2].

Impact of toxic substances leads to activation of catabolic processes aimed at maintenance of energy homeostasis, resulting in accumulation of metabolic products in the tissues. Intensive catabolism of nitrogen-containing substances accompanied by utilization of their carbon 'skeleton' as an energy source leads to an intensive ammonia production in the tissues. Glutamine system is the predominant way of endogenous ammonia detoxification in carp [13]. It includes ammonia binding to non-toxic glutamine in glutamine-synthetase reaction (hepatopancreas, muscles, brain), its transportation to the gills and further deamination by glutaminase and excretion of ammonia into environment. In addition to glutamine system, functioning of alanine pathway in carp organism was shown [1], which consists in amination of pyruvic acid by alanine aminotransferase in the muscles, transportation of alanine to the liver and its transamination in this tissue, followed by utilization of produced pyruvic acid in gluconeogenesis pathway and ammonia excretion with kidneys. Imbalance in gill and kidney routes of ammonia excretion caused by toxic substances and alterations in activities of certain enzymes providing this process may lead to broad spectrum of metabolic disorders in fish organism.

Nickel is a ubiquitous trace metal in the biosphere. In natural waters Ni^{2+} is the dominant chemical species [9]. Concentration of nickel in unpolluted and low-polluted freshwater surface waters varies between 0.8 and 10 mg/L [7]. It should, however, be noted that Ukrainian maximal allowed concentration (PDK) of nickel ions in the water bodies of fish-breeding purpose is close to the upper level mentioned above (10 mg/L).

It is well known that an effect of metal on aquatic organisms depends both on the chemical nature of the metal and physical and chemical parameters of aquatic environment. Temperature is a major factor as it determines the rate of metabolic activity and can modify dramatically the impact of toxic substances, and nickel in particular [12]. The aim of present paper is the study of physiological and biochemical mechanisms of detoxification and excretion of ammonia under effect of sub-lethal concentrations of nickel ions and their accumulation in tissues at different temperatures of water during sub-chronic experiment.

Material and methods

For experimental study one-year-age carp, *Cyprinus carpio* L., of both genders (weight 180–200g) were collected from fish-breeding station of the Institute of Hydrobiology (Bila Tserkva, Kyiv region). Fishes were divided into three groups and acclimatized to laboratory conditions and test temperatures 7, 20 and 25°C for a period of 21 days prior to the experiment. Thereafter each temperature group was divided into two groups, 6 fishes in each in 100 Laquariums. As a result three groups served as control and were maintained without treatment, other three groups of the fishes were treated with sub-lethal concentration 20 mg/L of Ni^{2+} (nickel chloride, chemically pure grade) for a period of 14 days. To avoid the effect of exometabolites and to maintain desired nickel ions concentration half of volume of experimental medium was renewed daily in both control and experimental aquariums.

At the end of 14th day fishes from control and treated groups were dissected out for the removal of muscle, liver, kidneys, gills, intestine and brain tissues. Activity of glutamine synthetase (GS) was determined with 'phosphate' method [4] in modification [3], glutaminase (GA) – [5], alanine aminotransferase (AIAT) – [6]. Content of ammonia in the tissues was determined with 'microdiffusion' method [18], glutamine (Gln) – [8]. Concentration of nickel in the organs was determined with atomic absorption spectroscopy method (AAS-2, Carl Zeiss). All data are represented as mean \pm standard deviation.

Results and discussion

Content of nickel in the organs of control fish in this study decreased in the sequence: kidney>liver>intestine>gill>muscle (see table), which to a certain extent corresponds to the data obtained in other investigations [19]. The highest concentration of nickel in kidneys could testify to suggestion of the leading role of this organ in excretion of this metal from the organism [11]. Nickel ion, having more affinity to oxygen and nitrogen donor electron pairs on the contrary to sulfones [14], is not capable of strong binding to proteins and is excreted more easily in comparison to the other heavy metals.

Table

Content of nickel in carp organs after 14-day exposition to 20 mg/L of Ni^{2+} , mg/g of wet weight

Experiment conditions	T°C	Organs				
		Muscle	Liver	Gill	Kidney	Intestine
Control	7	0.53±0.15	1.60±0.14	1.03±0.16	3.15±0.12	1.55±0.22
Treatment		3.89±0.11*	3.41±0.16*	2.49±0.08*	5.43±0.12*	4.36±0.20*
Control	20	0.70±0.35	1.53±0.12	0.96±0.19	3.23±0.18	1.45±0.12
Treatment		1.22±0.14	3.24±0.14*	2.33±0.22*	5.77±0.10	2.87±0.16*
Control	25	0.60±0.22	1.49±0.12	1.10±0.15	3.20±0.13	1.62±0.17
Treatment		1.97±0.27*	3.47±0.18*	2.45±0.23*	6.18±0.56	3.81±0.36*

Note. Here and hereinafter: * – difference with control is statistically significant, $p < 0.05$

Data on the accumulation of nickel by carp organs after 14 day exposition in nickel ions enriched medium did not demonstrate positive temperature-dependent correlation. It can be suggested that favorable temperature conditions (20°C, and to a lesser extent 25°C) facilitate active functioning of adaptive mechanisms aimed at control of nickel migration in organism and its excretion to environment. Revealed nickel accumulation patterns under different temperature conditions are clearly reflected in the peculiarities of ammonia metabolism. Tendency to decreasing of ammonia concentration has been found almost in the all organs at 20 and 25°C under influence of Ni^{2+} in our study (fig. 1). It should be pointed out that available literature data on ammonia dynamics in the freshwater fish tissues under impact of different chemical nature substances are controversial if even described by one and the same team of researches [15, 16, 17].

Direction of ammonia metabolism is obviously dependent on the strength of adverse effect, and mild intoxication leads preferably to reserving of nitrogen-containing substances pool. In contrast, increasing of ammonia concentration at 7°C found in our study is an indication of disorders in adaptive response and is primarily due to the insufficient functioning of ammonia detoxification systems. The low rate of ammonia transformation to non-toxic species is caused probably by the temperature stress and insufficient energy supply resulting from shifting to anaerobic metabolism. In this regard we investigated transamination processes which provide ammonia binding to non-toxic form.

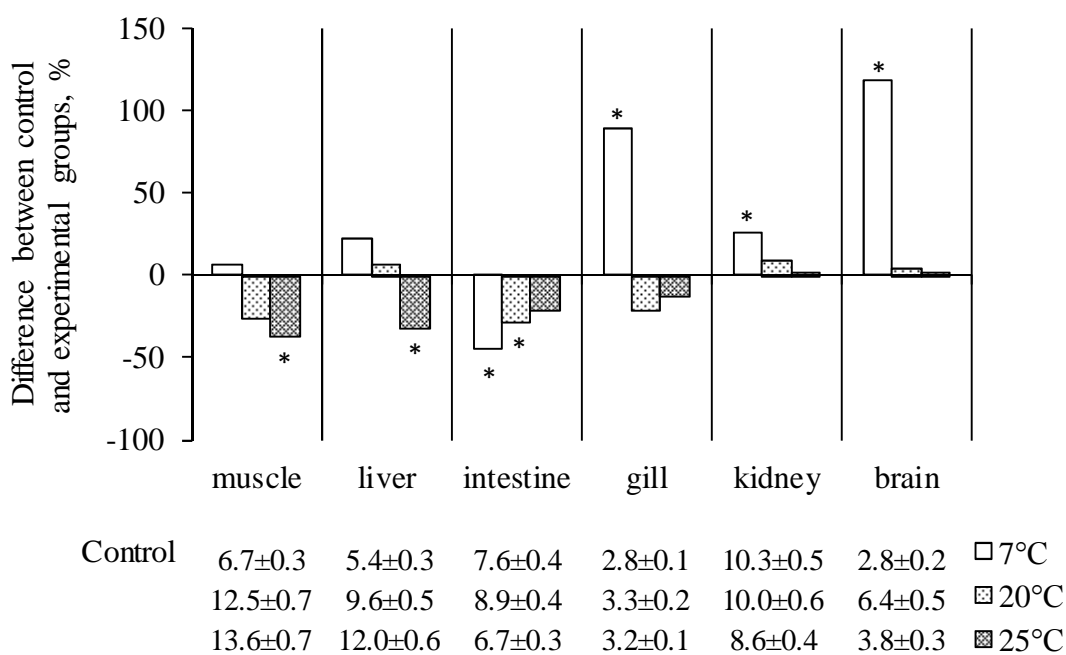
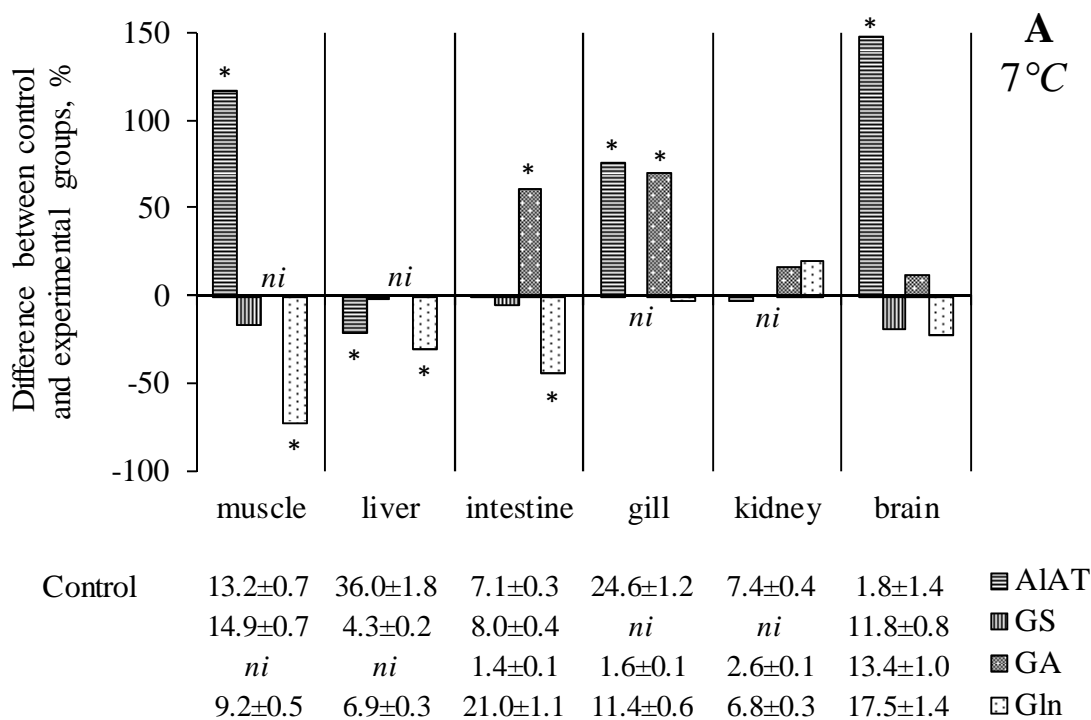


Fig. 1. Changes in ammonia concentration in carp organs under effect of 20 mg/L Ni²⁺ at different temperatures, mgM/g wet weight

At the temperature 7°C increasing in ALAT activity was found in muscles, gills and brain. In contrast, drop in this index in the liver is indicative of decrease of its role in ammonia utilization in this organ (fig. 2A). The enzyme is likely to play active part in both maintaining of acid-base homeostasis by binding of intensively produced pyruvate and detoxification of ammonia at low temperatures. Increasing of pyruvate and lactate content under effect of nickel was reported in the literature [10].



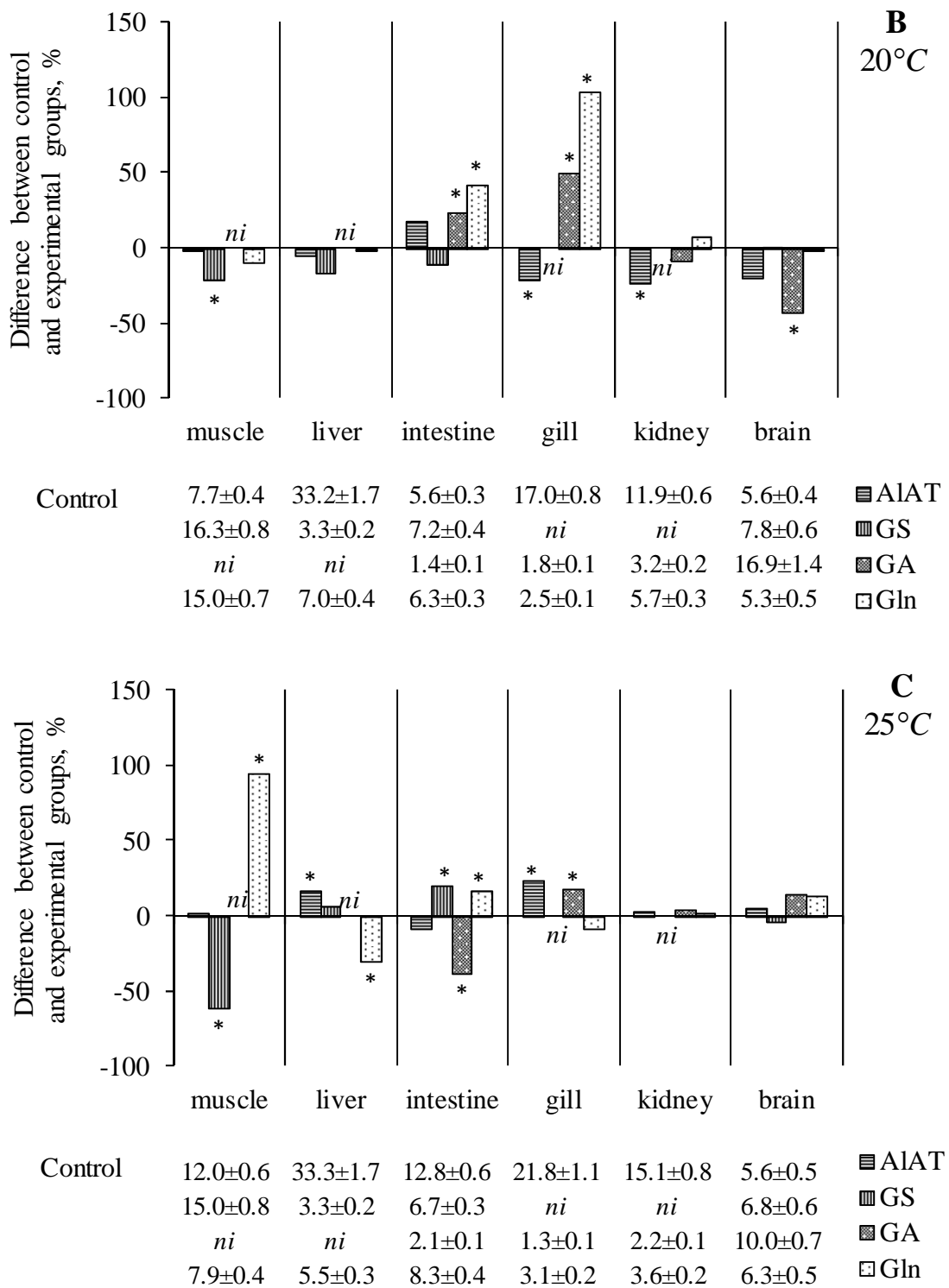


Fig. 2. Changes in activity of alanine aminotransferase (AlAT, *mkM* pyruvate/*min/mg* protein), glutamine synthetase (GS, *mkMP*/*min/mg* protein), glutaminase (GA, *mkM* ammonia/*min/mg* protein) and concentration of glutamine (Gln, *mkM/g* wet weight) in carp organs under effect of 20 *mkg/LNi*²⁺ at 7, 20 and 25°C. Note: *ni* – not investigated.

The role of alanine pathway of ammonia detoxification at higher temperatures under effect of nickel is probably not so crucial, as changes in AlAT activity were not statistically significant in the

most cases (fig. 2 B, C). Obtained patterns of glutamine detoxification system components can support this suggestion.

Concentration of glutamine decreased considerably in muscles, liver and intestine at 7°C, and the tendency to reduction in GS activity was observed in all organs. However a notable activation of GA was not in accordance with these changes (fig. 2 A), that can be caused by providing of increased ALAT activity with glutamate. It is indicative that GS activity decreased in the tissues on 20% against the dropping of glutamine concentration on 40–90%. Predominant role of alanine pathway of ammonia detoxification at low water temperatures can be caused by the deficiency of ATP reserves required for glutamine system functioning.

Obtained data show that glutamine system is active at higher water temperatures (fig. 2 B, C). Multidirectional changes in the glutamine system components dynamics were found at 20°C. Glutamine content increased considerably against the moderate loss or constancy in activity GS and GA that may be attributed to reservation of nitrogen as glutamine for further utilization in biosynthetic processes [15, 16]. Positive correlation between activities of GS and GA and glutamine content was found at 25°C. Taking into account decreasing of ammonia concentration in the liver and muscles at this temperature it may be an indication of high activity of glutamine system and its satisfactory involvement in endogenous ammonia excretion.

Conclusions

Influence of low and high temperatures on ammonia metabolism in carp results in inactivation of adaptive systems of its detoxification and excretion, which can be affected by impact of toxic substances. Hence intoxication of organism by endogenous ammonia under unfavorable conditions occurs. Effect of nickel ions at concentration 20 mg/L and 7°C leads to accumulation of ammonia in the gill, kidney and brain that may reflect the inadequate functioning of detoxification and excretion processes. It is found increasing of alanine aminotransferase role in regulation of ammonia homeostasis at low temperatures. Active functioning of glutamine system at higher water temperatures (20 and 25°C) provides decreasing or stabilization of endogenous ammonia content under effect of nickel ions. Data on the accumulation of nickel by carp organs after 14 day exposition did not demonstrate temperature-dependent correlation. Favorable temperature conditions (20°C, and to a lesser extent 25°C) facilitate adaptive mechanisms aimed at control of nickel migration in organism and its excretion.

1. Грубинко В.В. Роль глюкозо-аланинового цикла в адаптации рыб к аммиаку / В. В. Грубинко, О. М. Арсан // Доповіді НАН України. — 1995. — № 1. — С. 102—105.
2. Грубинко В. В. Роль глутаміна в забезпеченні азотистого гомеостазу у рыб / В. В. Грубинко // Гидробиол. журн. — 1991. — № 4 (27). — С. 46—56.
3. Грубинко В. В. Субклеточная локализация глутаминсинтетазной активности в мышечной ткани и печени карпа / В. В. Грубинко, Б. В. Яковенко, А. Ф. Явоненко // Укр. биохим. журн. — 1987. — № 3 (59). — С. 73—76.
4. Евстигнеева З. Г. Определение активности глутаминсинтетазы / З. Г. Евстигнеева, Е. Г. Громыко, К. Б. Асеева // Биохимические методы. — М.: Наука, 1980. — С. 84—86.
5. Магарламов А. Г. Прямой фенолгипохлоритный метод определения глутаминсинтетазной активности / А. Г. Магарламов, А. А. Заикин, Л. В. Беляева // Укр. биохим. журн. — 1979. — № 5 (51). — С. 549—551.
6. Осадчая Л. М. Определение активности аминотрансфераз в тканях / Л. М. Осадчая // Методы биохимических исследований (липидный обмен) [под ред. М. И. Прохорова]. — Л.: Изд-во Ленинград. ун-та, 1982. — С. 246—250.
7. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши [под ред. А. Д. Семенова]. — Л.: Гидрометеоиздат, 1977. — 541 с.
8. Силакова А. И. Микрометод определения аммиака и глутаміна в тканевых ТХУ экстрактах / А. И. Силакова, Г. П. Труш, А. Являкова // Вопр. мед. химии. — 1962. — № 5. — С. 538—542.
9. Ambient water quality criteria for nickel (EPA440/5-80-060) / US EPA. Office of Water Regulations and Standards. — Washington DC, 1980.
10. Chaudhry H. S. Effect of nickel on blood pyruvate in a freshwater teleost, *Colisa fasciatus* / H. S. Chaudhry, K. Nath // Ind. Health. — 1984. — № 1 (22). — P. 45—47.

11. *Eichenberger E.* The interrelation between essentiality and toxicity of metals in the aquatic ecosystem / E. Eichenberger // *Metal Ions in Biological Systems* [in ed. H. Sigel]. New York: Marcel Dekker, 1986. — P. 67—100.
12. *Gluth G.* A comparison of physiological changes in carp, *Cyprinus carpio*, induced by several pollutants at sublethal concentration — II. The dependency on the temperature / G. Gluth, W. Hanke // *Comp. Biochem. Physiol. C.* — 1984. — № 1 (79). — P. 39—45.
13. *Konovets I. N.* Effect of Temperature on the Functioning of Adaptive Systems for the Detoxification of Ammonia in Carp / I. N. Konovets, V. V. Grubinko, O. M. Arsan, V. A. Kulik // *Hydrobiol. J.*— 1994, — № 6 (30).—P. 55—61.
14. *Martin R. B.* Bioinorganic chemistry of metal ion toxicity / R. B. Martin // *Metal Ions in Biological Systems* [in ed. H. Sigel]. — New York: Marcel Dekker, 1986. —P. 21—65.
15. *Rao K. S.* Changes in nitrogen metabolism in tissues of fish (*Sarotherodonmos sambicus*) exposed to benthocarb / K. S. Rao, K. M. Sreenivasa, M. D. Naidu [et al.] // *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* — 1983. —№ 30. — P. 473—478.
16. *Sahib I. K. A.* Effect of malathion on some functional aspects of nitrogen utility in the teleost, *T. mossambica* (Peters) / I. K. A. Sahib, K. S. Rao, Ch. Mahdu, K. V. R. Rao // *Nat. Acad. Sci. Letters.* — 1981. —Vol. 4(10).—P. 417—420.
17. *Sahib I. K. A.* Regulation of glutamate dehydrogenase, ammonia and free amino acids in the tissues of the teleost *Tilapia mossambica* (Peters) consequent to sublethal malathion exposure: a time course study / I. K. A. Sahib, K. S. Swami, K. V. R. Rao // *Current Science.* — 1980.— Vol. 20 (49). — P. 779—782.
18. *Seligson D.* A microdiffusion method for the determination of nitrogen liberated as ammonia / D. Seligson, H. Seligson// *J. Lab. Clin. Med.* — 1951. —Vol. 2 (38). — P. 324—330.
19. *Van Hoof F.* Distribution of nickel in the roach (*Rutilus rutilus* L.) after exposure to lethal and sub-lethal concentrations. / F. Van Hoof, J. P. Nauwelaers // *Chemosphere.* —1984. — Vol. 9(13).— P. 1053—1058.

I. М. Коновець, О. М. Арсан, В. В. Грубінко

Інститут гідробіології Національної Академії Наук України

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка

ВПЛИВ ІОНІВ НІКЕЛЮ НА ФУНКЦІОНУВАННЯ АДАПТИВНИХ СИСТЕМ ЗВ'ЯЗУВАННЯ ТА ВИВЕДЕННЯ ЕНДОГЕННОГО АМОНІЮ У КОРОПА

Досліджено дію іонів нікелю у концентрації 20 мкг/дм³ на метаболізм амонію у коропа (*Cyprinus carpio*) при експозиції 14 діб за температури 7, 20 та 25°C. Отримані дані не виявили прямого кореляційного зв'язку між накопиченням нікелю органами коропа та температурою середовища. За сприятливих температур (20°C, у меншій мірі 25°C) функціонування адаптивних механізмів забезпечує контроль міграції нікелю в організмі риб. Зростання концентрації амонію у зябрах, нирках та мозку при 7°C свідчить про недостатню активність процесів його детоксикації та виведення. Виявлено зростання ролі аланін-амінотрансферази у регуляції гомеостазу амонію за низьких температур. Активне функціонування глутамінової системи при вищих температурах середовища (20 та 25°C) забезпечує зменшення або стабілізацію концентрації ендogenous амонію за дії іонів нікелю.

Ключові слова: *Cyprinus carpio*, іони нікелю, азотистий обмін, амоній, тканинний розподіл, адаптація

И. Н. Коновец, О. М. Арсан, В. В. Грубинко

Институт гидробиологии Национальной Академии Наук Украины

Тернопольский национальный педагогический университет имени Владимира Гнатюка

ВЛИЯНИЕ ИОНОВ НИКЕЛЯ НА ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ АДАПТИВНЫХ СИСТЕМ СВЯЗЫВАНИЯ И ВЫВЕДЕНИЯ ЭНДОГЕННОГО АММОНИЯ У КАРПА

Исследовано влияние ионов никеля в концентрации 20 мкг/дм³ на метаболізм аммония у карпа (*Cyprinus carpio*) при експозиції 14 сут и температурах среды 7, 20 та 25°C. Полученные данные не выявили прямой корреляционной связи между накоплением никеля органами карпа и температурой среды. При благоприятных температурах (20°C, в меньшей степени 25°C) функционирование адаптивных механизмов обеспечивает контроль миграции никеля в организме рыб. Увеличение концентрации аммония в зябрах, почках и мозге при 7°C свидетельствует о недостаточной активности процессов его детоксикации и выведения.

Выявлено увеличение роли аланин-аминотрансферазы в регуляции гомеостаза аммония при низких температурах. Активное функционирование глутаминовой системы при более высоких температурах среды (20 та 25°C) обеспечивает уменьшение или стабилизацию концентрации эндогенного аммония при действии ионов никеля.

Ключевые слова: *Syrpinus caprio*, ионы никеля, азотистый обмен, аммоний, тканевое распределение, адаптация

Рекомендує до друку

Надійшла 02.03.2018

В. З. Курант

УДК 581.1:[661.162.65:582.930.12]

О. О. КРАВЕЦЬ, В. Г. КУР'ЯТА

Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського
вул. Острозького, 32, Вінниця, 21100

ОСОБЛИВОСТІ ПЕРЕРОЗПОДІЛУ ЕЛЕМЕНТІВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ТОМАТІВ ЗА ДІЇ ФОЛІКУРУ ТА ЕСФОНУ

Вивчено вплив триазолпохідного препарату фолікуру та етиленпродуценту есфону на морфогенез, накопичення та перерозподіл азоту, фосфору і калію рослинами томатів сорту Солеросо. Встановлено, що фолікур сприяв формуванню більшої листової поверхні, потовщенню листків з кращим розвитком хлоренхіми, що сприяло збільшенню показника чистої продуктивності фотосинтезу і створювало передумови для підвищення продуктивності культури. З'ясовано, що в період плодоношення відбувалася реутилізація азоту, фосфору і калію з вегетативних органів на потреби карпогенезу, причому процеси посилювалися під впливом триазолпохідного препарату фолікуру. Оптимізація морфогенезу та транспортних процесів за дії цього препарату призводить до достовірного підвищення врожайності культури. Застосування есфону на культурі томатів виявилось неефективним.

Ключові слова: *Lygopersicon esculentum L.*, ретарданти, донорно-акцепторна система, елементи мінерального живлення, продуктивність

Вступ. Регуляція донорно-акцепторної системи рослини за допомогою фітогормонів або модифікаторів їх дії відкриває перспективи штучного перерозподілу асимілятів (продуктів фотосинтезу) до господарсько цінних органів, що відіграє важливу роль у підвищенні продуктивності сільськогосподарських культур [7]. Відомо, що у рослин регуляція донорно-акцепторних відносин визначається системою прямих і зворотних зв'язків [13], де процеси фотосинтезу слугують основним донором, а процеси росту (відкладання речовин у запас) – акцептором асимілятів [3, 5, 9].

Застосування синтетичних регуляторів росту дає можливість з'ясувати, через які морфологічні та фізіолого-біохімічні зміни відбувається посилення або послаблення транспорту потоків асимілятів та елементів мінерального живлення на потреби карпогенезу (формування і росту плодів) [2, 4, 8]. Разом з тим, у літературі практично відсутні дані про перерозподіл елементів мінерального живлення при штучній зміні потужності донора й акцептора за дії ретардантів.

Однією з найбільш поширених груп ретардантів є триазолпохідні препарати, які пригнічують перетворення ент-каурену в кауренову кислоту, що забезпечує надзвичайно високу і стабільну ретардантну активність [1]. Інші ретарданти – етиленпродуценти не переривають синтез гібереліну. Антигібереліновий ефект їх здійснюється на стадіях

сполучення гіберелінів із білковим рецептором, або блокуванням утвореного комплексу на фізіолого-біохімічні процеси [1, 12]. Разом з тим, вплив різних класів ретардантів на морфологічні і фізіологічні особливості та функціонування донорно-акцепторної системи вивчено недостатньо. Тому метою нашої роботи було з'ясувати особливості формування і функціонування фотосинтетичного апарату, накопичення і перерозподілу основних елементів мінерального живлення – N, P, K у рослин томатів сорту Солероссо за дії фолікуру та есфону.

Матеріал і методи досліджень

Дрібноділянкові досліди проводили на рослинах томатів сорту Солероссо у 2015–2017 рр. у спеціалізованому господарстві ФГ «Сольський» Вінницького р-ну Вінницької обл. Площа облікової ділянки – 10 м², повторність п'ятикратна, ділянки розміщені рендомізовано. Рослини одноразово обробляли вранці у фазу бутонізації 0,025%-им водними розчином фолікуру та 0,05% -вим розчином есфону (за діючою речовиною) до повного змочування листків за допомогою ранцевого обприскувача ОП-2. Контрольні рослини обробляли водопровідною водою.

Фітометричні показники (маси сухої речовини органів та рослини в цілому, площі листової поверхні) визначали на 20 рослинах на стадії зеленої стиглості плоду у фазу плодоношення. Для біохімічного аналізу проби фіксували рідким азотом з наступним досушуванням у сушильній шафі при 85 °С. На початку фази плодоношення (три тижні після обробки), на етапах зеленої та бурої стиглості плодів томатів визначали вміст фосфору – за утворенням фосфорно-молібденового комплексу, калію – полум'яно-фотометричним методом, вміст загального азоту – за К'ельдалем, хлорофілів – спектрофотометричним методом на спектрофотометрі СФ-16 [6]. Відбір проб для аналізу здійснювали в середині дня. Аналітична повторюваність досліджень – п'ятикратна. Чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) визначали за приростом сухої речовини за добу на 1 м² листової поверхні. Статистичну обробку результатів здійснювали за допомогою комп'ютерної програми “Statistica-6”. Достовірність різниці показників контролю і досліду визначали за t-критерієм Стьюдента. У таблицях і на рисунках наведено середньоарифметичні значення та їх стандартні похибки. В таблицях і на графіках представлені середні результати за роки досліджень.

Результати досліджень та їх обговорення

Аналіз співвідношення мас вегетативних органів рослин томатів за дії ретардантів в кінці вегетації, на стадії бурого плоду фази плодоношення, свідчить про суттєве підвищення відносної частки сухої маси листя у варіанті з фолікуром і зменшення маси всіх вегетативних органів, у тому числі й листя, під впливом есфону (табл. 1). При цьому, триазолпохідний препарат зумовлював зростання частки плодів у загальній масі рослини, а етиленпродуцент есфон – зменшував її.

Таблиця 1

Вплив ретардантів на морфометричні показники рослин томатів сорту Солероссо у фазу плодоношення

Показники/Варіант	Контроль	Фолікур	Есфон
Маса сухої речовини кореня, г	10,54 ± 0,31	*8,74 ± 0,25	11,14 ± 0,26
Відносна частка сухої маси кореня, %	9 ± 0,26 %	8 ± 0,22 %	11 ± 0,26 %
Маса сухої речовини стебла, г	58,84 ± 1,71	*46,35 ± 1,34	*54,59 ± 1,11
Відносна частка сухої маси стебла, %	51 ± 1,48 %	44 ± 1,27 %	54 ± 1,09 %
Маса сухої речовини листя, г	46,26 ± 1,15	*49,78 ± 1,44	*35,65 ± 1,04
Відносна частка сухої маси листя, %	40 ± 0,99 %	48 ± 1,39 %	35 ± 1,02 %
Загальна маса сухої речовини вегетативних органів рослини, г	115,64 ± 3,35	*104,87 ± 3,11	*101,38 ± 2,94
Маса сухої речовини плодів, г	134,57 ± 3,52	*157,01 ± 4,39	*91,59 ± 2,92
Товщина листка, мкм	247,69 ± 7,43	*272,35 ± 7,28	*198,46 ± 6,94
Товщина хлоренхіми, мкм	211,27 ± 6,74	*227,77 ± 7,18	*168,06 ± 5,21
Площа листя, см ²	11521,25 ± 184,47	12903,57 ± 395,87	*13835,94 ± 435,55
ЧПФ, г/(м ² ·доба)	7,88 ± 0,24	*9,36 ± 0,21	*3,09 ± 0,08

Примітка: * – різниця достовірна при p ≤ 0,05.

Формування донорної активності рослини в першу чергу пов'язане з розвитком листкового апарату, площею та масою листків [1, 8, 9]. Отримані нами дані свідчать, що за дії обох препаратів суттєво збільшувалася площа листкової поверхні дослідних рослин. При цьому, під впливом есфону листки мали меншу товщину і менш тонкий шар основної асиміляційної тканини – хлоренхіми. Саме з цим, очевидно, пов'язане зменшення показника чистої продуктивності фотосинтезу у цьому варіанті. Найбільш високим цей показник був у варіанті з фолікуром. Отже, на нашу думку, суттєве збільшення показника чистої продуктивності фотосинтезу, який характеризує фотосинтетичну активність одиниці площі поверхні листя, разом із збільшенням площі листкової поверхні за дії фолікуру створює передумови для підвищення продуктивності культури.

Аналіз даних літератури свідчить про те, що особливості перерозподілу мінеральних елементів живлення між органами рослини у зв'язку з штучною зміною активності фотосинтезу і росту системно не вивчалася. Отримані нами результати свідчать про суттєві зміни у динаміці азоту, фосфору і калію в органах рослини в процесі онтогенезу. За дії фолікуру найбільш інтенсивне зменшення вмісту загального азоту відбувалося при переході від стадії формування плодів до стадії зеленого плоду в коренях і стеблі рослини в період найбільш інтенсивного росту плодів томатів. При цьому основним донором для забезпечення потреб карпогенезу виступали листки. За дії есфону вміст даного елемента протягом усього періоду вегетації рослини у порівнянні з контролем був більш високим і свідчить про менш інтенсивний перерозподіл даного елемента на процеси плодоутворення. Отже, за дії ретардантів вегетативні органи виступали в якості донорів забезпечення карпогенезу резервним азотом. Разом з тим, на етапі бурої стиглості плоду вміст азоту в коренях і стеблі рослин обох варіантів зростав, очевидно за рахунок надходження «свіжого» азоту (табл. 2).

Таблиця 2

Вплив ретардантів на вміст загального азоту в вегетативних органах томатів у період вегетації (середні значення за 2015-2017 рр.)

Стадія вегетації	Орган рослини	Азотовмісні сполуки, % на масу сухої речовини		
		Контроль	Фолікур	Есфон
Стадія формування плодів	корінь	1,7±0,01	1,7± 0,01	1,9± 0,03*
	стебло	1,5±0,02	1,5± 0,02	1,9 ±0,02*
	листя	3,3±0,02	2,5± 0,03*	3,5± 0,02*
Стадія плодоношення (зелена ступінь стиглості)	корінь	1,7± 0,03	1,5 ±0,02*	1,8± 0,04
	стебло	1,5± 0,02	1,4 ±0,01*	1,5± 0,03
	листя	3,0± 0,07	2,4 ±0,02*	3,1± 0,07
Стадія плодоношення (бура ступінь стиглості)	корінь	1,6 ±0,02	1,9 ±0,05*	1,8 ±0,02*
	стебло	1,5±0,03	1,6± 0,03*	1,8± 0,03*
	листя	2,3± 0,01	2,5± 0,05*	2,7± 0,06*

Примітка: * - різниця достовірна при $P \leq 0,05$

Аналіз динаміки накопичення фосфору вегетативними органами томатів свідчить про зменшення концентрації елемента в корені та стеблі рослин дослідних варіантів протягом усього періоду формування плодів (від стадії формування плодів до стадії бурого плоду) у порівнянні з контролем (рис. 1). На нашу думку, найбільш виражене зменшення вмісту фосфору у тканинах листка від стадії формування плодів до стадії зеленої ступені стиглості плоду у варіанті із застосуванням фолікуру та есфону, пов'язане із зменшенням вмісту фосфору у вегетативних органах – корені і стеблі та інтенсивним відтоком цього елемента до плодів, які в цей час інтенсивно дозрівають. Таким чином можна констатувати, що вегетативні органи слугують місцем тимчасового депонування фосфору, які у період плодоношення реутилізуються на процеси карпогенезу. На кінець вегетації (бура ступінь стиглості) у всіх органах рослини відмічено суттєвий ріст вмісту фосфору, що очевидно пов'язане із

завершення процесів формування плодів, наслідком чого є припинення інтенсивного надходження фосфору до них і підвищенням вмісту елемента у вегетативних органах.

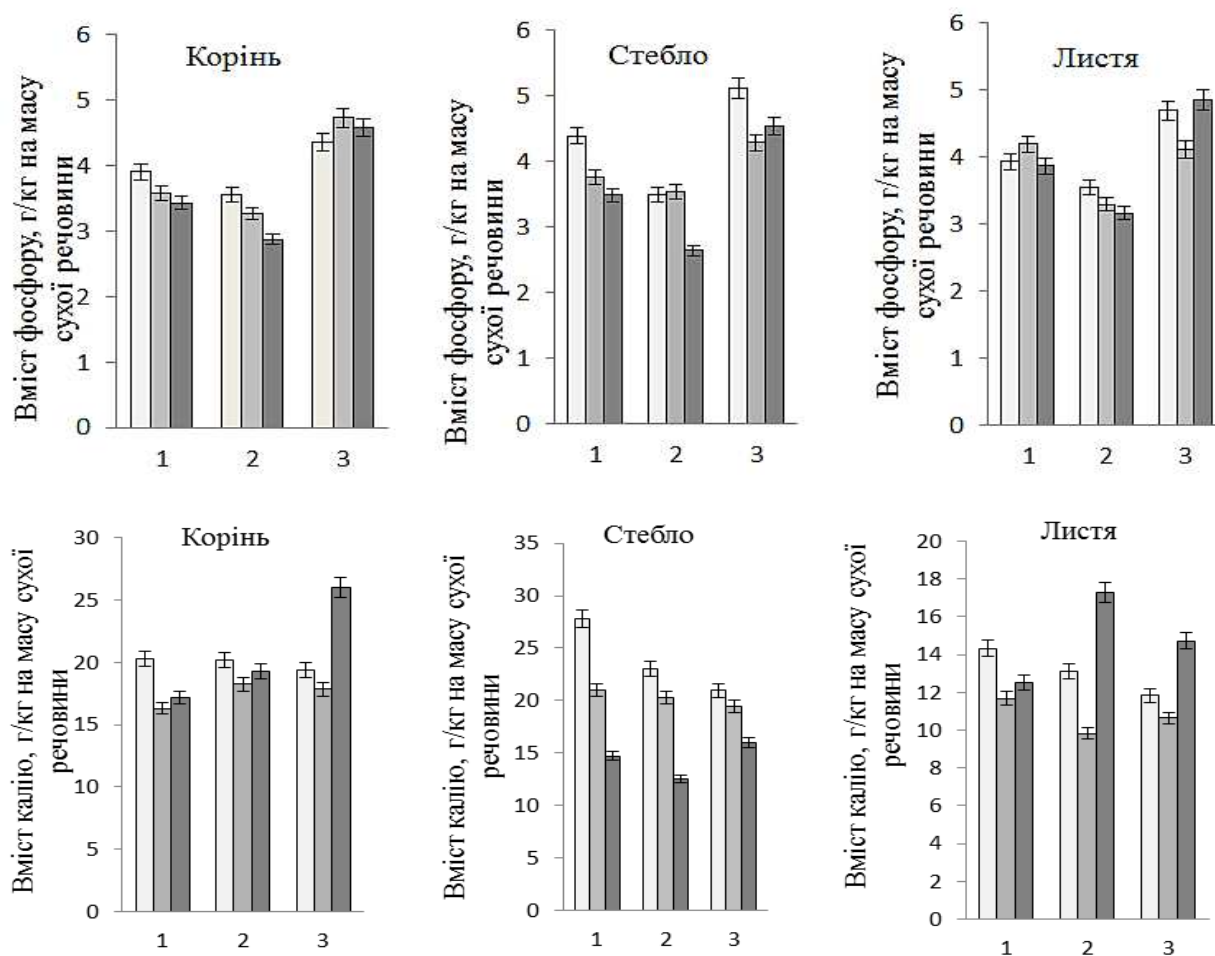


Рис. 1. Вплив фолікуру та есфону на вміст фосфору та калію у вегетативних органах томатів у фазу дозрівання плоду: 1 – стадія формування плодів, 2 – зелена ступінь стиглості, 3 – бура ступінь стиглості. □ - контроль, ■ - 0,025 %-ий фолікур, ■ - 0,05 %-ий есфон

Основним елементом мінерального живлення рослини, який відіграє ключову роль у транспортних процесах рослини є калій. Результати проведених досліджень свідчать, що на стадії плодоношення найбільш інтенсивне зменшення вмісту калію відбувається у стеблі рослин. У листках зменшення вмісту цього елемента у порівнянні з контролем відбувається при переході від фази формування плодів до фази зеленої ступені стиглості плоду лише за дії фолікуру. Під впливом есфону в листках і коренях рослин томатів у стадії зеленої і бурої ступені стиглості плодів цей показник зростає. На нашу думку, це свідчить про те, що внаслідок меншої кількості плодів (рис. 2), що закладаються у рослин цього варіанту, потік цього елемента до них зменшувався.

Внаслідок формування більш потужної донорної сфери, посилення фотосинтетичних процесів, накопичення та перерозподілу основних елементів живлення з вегетативних органів до плодів у варіанті з фолікуром зростала урожайність культури (рис. 2).

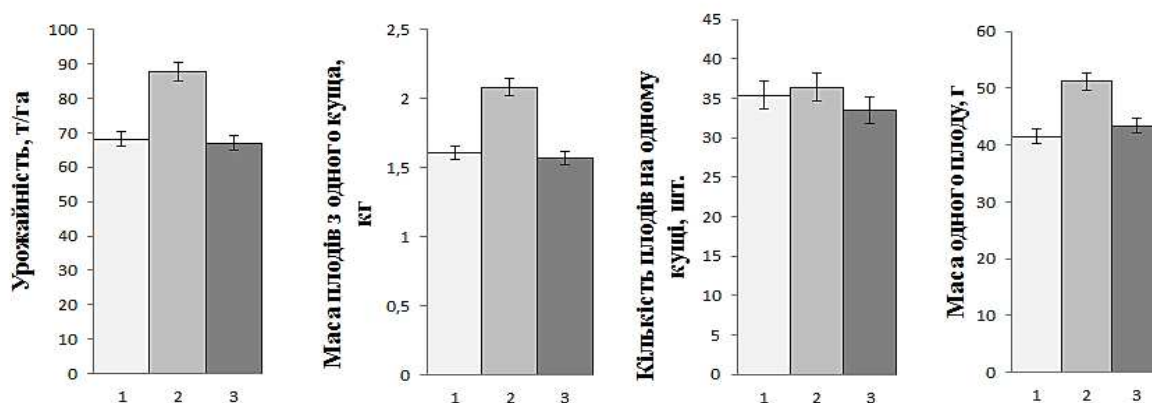


Рис. 2. Вплив ретардантів на урожайність рослин томатів сорту Солеросо: 1 – контроль; 2 – фолікур; 3 – есфон.

Обробка рослин томатів сорту Солеросо 0,025 %-им фолікуром призводила до збільшення урожайності, зростання загальної кількості та маси плодів на одному кущі за рахунок збільшення маси одного плоду. Застосування 0,05 %-ого есфону не сприяло підвищенню врожайності культури.

Висновки

Отже, найбільш ефективним було застосування триазолпохідного препарату фолікуру для підвищення врожайності культури томатів, внаслідок збільшення показників чистої продуктивності фотосинтезу, формування більш потужної донорної сфери та реутилізації основних елементів мінерального живлення на процеси карпогенезу.

1. Кур'ята В. Г. Ретарданти — модифікатори гормонального статусу рослин / Кур'ята, В. Г. // Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку. Київ. — 2009. — Т. 1. — С. 565—589.
2. Кур'ята В. Г. Потужність фотосинтетичного апарату та насіннева продуктивність маку олійного за дії ретарданту фолікуру / В. Г. Кур'ята, С. В. Поливаний // Физиология растений и генетика. — 2015. — 47 (4). — С. 313—320.
3. Попроцька І. В. Зміни в полісахаридному комплексі клітинних стінок сім'ядолей гарбуза за різної напруженості донорно-акцепторних відносин в процесі проростання / І. В. Попроцька // Физиология и биохимия культурных растений. — 2014. — 46 (3). — С. 190—195.
4. Прядкіна Г. О. Депонувальна здатність стебла сучасних сортів озимої пшениці за змінних умов довкілля як фізіологічний маркер їх продуктивності / Г. О. Прядкіна, В. П. Зборівська, П. Л. Рижикова // Вісник українського товариства генетиків і селекціонерів. — 2016. — Т. 14, № 2. — С. 44—50.
5. Фотосинтез. Т. 2. Ассимиляція CO₂ и механизмы ее регуляции / Киризий Д. А., Стасик О. О., Прядкіна Г. А., Шадшина Т. М. — Киев: Логос, 2014. — 478 с.
6. AOAC Official Methods of Analysis of Association of Analytical Chemist International 18th ed. Rev. 3. 2010. Asso of Analytical Chemist. Gaithersburg, Maryland, USA. — 2010.
7. Bonelli L. E. Maize grain yield components and source-sink relationship as affected by the delay in sowing date / L. E. Bonelli, J. P. Monzon, A. Cerrudo, R. H. Rizzalli // Field Crops Research. — 2016. — 198. — P. 215—225.
8. Carvalho M. E. A. Are plant growth retardants a strategy to decrease lodging and increase yield of sunflower / M. E. A. Carvalho, C. P. R. Castro // Comunicata Scientiae. — 2016. — 7 (1). — P. 154—164.
9. Kasem M. M. Studding the Influence of Some Growth Retardants as a Chemical Mower on Ryegrass (*Lolium perenne* L.) / M. M. Kasem, M. M. Abd El-Baset // Journal of Plant Sciences. — 2015. — 3 (5). — P. 255—258.
10. Kuryata V. G. Peculiarities of the growth, formation of leaf apparatus and productivity of tomatoes under action of retardants follicur and ethephon / V. G. Kuryata, O. O. Kravets // The Bulletin of Kharkiv national agrarian university. Series Biology. — 2017. — 1 (40). — P. 127—132.

11. *Matsoukis A.* Mepiquat chloride and shading effects on specific leaf area and K, P, Ca, Fe and Mn content of *Lantana camara* L. / A. Matsoukis, D. Gasparatos, A. Chronopoulou-Sereli // *Emirates Journal of Food and Agriculture*. — 2015. — 27 (1). — P. 121—125.
12. *Rademacher W.* Chemical regulators of gibberellin status and their application in plant production / Rademacher W. // *Annual Plant Reviews*. — 2016. — 49. — P. 359—403.
13. *Yu S. M.* Source-sink communication: Regulated by hormone, nutrient and stress cross — signaling / S. M. Yu, S. F. Lo, T. D. Ho // *Trends in plant science*. — 2015. — 20 (12). — P. 844—857.

О. О. Кравец, В. Г. Курьята

Винницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського

ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ТОМАТОВ ПРИ ДЕЙСТВИИ ФОЛИКУРА И ЭСФОНА

Изучено влияние триазолпроизводного препарата фоликура и этиленпродуцента эсфону на морфогенез, накопления и перераспределение азота, фосфора и калия растениями томатов сорта Солеросо. Установлено, что фоликур способствовал формированию большей листовой поверхности, утолщению листьев с лучшим развитием хлоренхимы - основной ассимиляционной ткани листа. Увеличение показателя чистой продуктивности фотосинтеза, который характеризует фотосинтетическую активность единицы площади поверхности листьев, вместе с увеличением площади листовой поверхности при действии фоликура создает предпосылки для повышения производительности культуры в этом варианте. Установлено, что в период плодоношения происходила реутилизацию азота, фосфора и калия из вегетативных органов на нужды карпогенеза. В течение всего периода вегетации при действии эсфону основным донором азота по сравнению с контролем выступали листья. При этом при действии фоликура наиболее интенсивное уменьшение содержания общего азота происходило в корнях и стебле растения в период наиболее интенсивного роста плодов томатов. Уменьшение содержания фосфора в тканях корня, стебля и листьев в варианте с применением фоликура и эсфона, связано с интенсивным оттоком этого элемента к плодам, которые в это время созревают. При переходе от фазы формирования плодов к фазе зеленой степени зрелости происходит уменьшение содержания калия в вегетативных органах томатов под влиянием триазолпроизводного препарата.

Оптимизация морфогенеза и транспортных процессов при действии фоликура приводит к достоверному повышению урожайности культуры за счет увеличения массы одного плода. Применение эсфону на культуре томатов оказалось неэффективным.

Ключевые слова: *Lygopersicon esculentum* L., ретарданты, донорно-акцепторная система, элементы минерального питания, продуктивность

О. О. Kravets, V. G. Kuryata

Vinnitsya State Pedagogical University named after Mykhailo Kotsyubynsky, Ukraine

FEATURES OF MINERAL ELEMENTS REDISTRIBUTION AND PRODUCTIVITY OF TOMATOES UNDER FOLICUR AND ESFON TREATMENT

It was studied the influence of triazole derivative folicur and ethylene producer esfon on the morphogenesis, accumulation and redistribution of nitrogen, phosphorus and potassium by tomatoes sv. Solerosso. It has been established that folicurs contributed to the formation of a larger leaf surface, thickening of leaves with the powerful development of chlorenchyma – the main assimilation tissue of the leaf. The enhancement of net photosynthetic productivity that is characterized the photosynthetic activity per unit leaf surface with an increase in area of leaf surface under folicur treatment created the prerequisites for increasing the crops production. It was found that at the fruitification stage there was a translocation of nitrogen, phosphorus and potassium from vegetative organs for the carpogenesis needs. Throughout the vegetation period, the main donor of nitrogen was leaf under esfon treatment compared to the control. In most cases, under effect of folicur the most intense reduction of the total nitrogen content occurred in the roots and stem at the period of fruit growth of tomatoes. Reduction of the phosphorus content in the tissues of the root, stems and leaves under

folicur and esfon application, is due to the intense outflow of this element to the fruits that are ripening at that time. There is a decrease in potassium content in the vegetative organs of tomatoes under triazole derivative compound treatment from the fruit formation stage to the green ripeness stage.

The optimization of morphogenesis and transport processes under folicur treatment leads to a significant enhancement of crop production by increasing the weight of one fruit. The application of esfon on tomato crop was ineffective.

Key words: *Lygopersicon esculentum L., retardants, donor-acceptor system, elements of mineral nutrition, productivity*

Рекомендує до друку
В. В. Грубінко

Надійшла 08.02.2018

УДК 597.6 +574.472

Л. В. КРУЛЬКО

Ужгородський національний університет
вул. Волошина, 32, Ужгород, 88000

ФАУНА І СТРУКТУРА УГРУПОВАНЬ ЗЕМНОВОДНИХ В МЕЖАХ НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ «СИНЕВИР»

Досліджено склад фауни земноводних для території Національного природного парку «Синевир». Загальна кількість видів, що трапляються тут, – 12. Для оцінки чисельності різних видів розраховано індекс домінування. Проаналізовано структуру угруповань на територіях всіх природоохоронних науково-дослідних відділень. Еудомінантами у батрахоценозах національного парку є *Salamandra salamandra* (24,7%), *Lissotriton vulgaris* (18,7%), *Mesotriton alpestris* (13,8%), *Triturus cristatus* (13,6%), *Bombina variegata* (12,1%). Домінант – *Lissotriton montandoni* (7,4%). Субдомінантами є *Rana temporaria* (4,4%) та *Rana arvalis* (2,9%), субрецидентами – *Hyla arborea* (0,9%), *Rana dalmatina* (0,7%), *Bufo viridis* (0,5%), *Bufo bufo* (0,4%). Індекс видового різноманіття фауни земноводних парку дорівнює 2,91.

Ключові слова: земноводні, батрахоценози, структура домінування, Національний природний парк «Синевир»

З позицій збереження біорізноманіття Закарпаття є унікальним полігоном для батрахологічних досліджень – тут трапляються 17 видів амфібій із 19, що живуть в Україні, при цьому 6 з них включені в Червону книгу України, а 12 видів вважаються в Європі такими, що потребують особливої охорони. Особливо актуальним є дослідження батрахофауни та чисельності окремих видів в межах об'єктів природно-заповідного фонду, частка території яких в Закарпатській області – 13,7% [1, 3] від загальної площі області.

Національний природний парк «Синевир» – один з найбільших нацпарків в Україні, площа якого становить 40400 га. З них у постійному користуванні парку – 27208 га, а 5807 га відведено під заповідну зону. Національний парк знаходиться у межах Вододільно-Верховинської області Карпат (Горганах). Висоти над рівнем моря – від 530 до 1719 метрів. Структурно парк складається з семи природоохоронних науково-дослідних відділень (ПОНДВ).

Метою роботи було дослідити склад фауни амфібій, видове багатство, структуру угруповань земноводних в межах території НПП «Синевир».

Матеріал і методи досліджень

Обліки чисельності на території Національного природного парку «Синевир» проводили в 2004–2009 роках на трансектах маршрутним методом [22]. Кожна трансекта мала довжину 1 км та ширину 4 м (по 2 метри по бокам від дослідника). Таким чином, площа трансекти становила 4000 м² (0,4 га). Дані за 2004-2007 роки були доповнені відомостями з Літопису природи НПП «Синевир».

Для оцінки чисельності окремих видів розраховували індекс домінування, який відображає частку виду у багатовидовому угрупованні у відсотках:

$$D_i = \frac{n_i}{N} \times 100\%$$

де n_i – чисельність особин i -го виду; N – чисельність особин всіх видів в угрупованні.

Структуру домінування в угрупованні оцінювали за такими класами: еудомінанти – >10% від загальної кількості облікованих особин; домінанти – 5,0 – 9,9%; субдомінанти – 2,0 – 4,9%; рецеденти – 1 – 1,9%; субрециденти – <1%.

При оцінці видового різноманіття використовували індекс Шенона-Уївера:

$$H' = - \sum p_i \log(p_i),$$

де p_i – частка i -го виду в багатовидовому угрупованні відносно суми кількості особин всіх видів [4].

Результати досліджень та їх обговорення

Загалом на території НПП «Синевир» упродовж 2008-2009 років виявлено 7723 особин амфібій 12 видів: *Salamandra salamandra* (Shaw, 1802), *Lissotriton vulgaris* (Linnaeus, 1758), *Lissotriton montandoni* (Boulenger, 1880), *Mesotriton alpestris* (Laurenti, 1768), *Triturus cristatus* (Laurenti, 1768), *Bombina variegata* (Linnaeus 1758), *Hyla arborea* (Linnaeus, 1758), *Bufo bufo* (Linnaeus, 1758), *Bufo viridis* (Laurenti, 1768), *Rana temporaria* (Linnaeus, 1758), *Rana arvalis* (Nilsson, 1842), *Rana dalmatina* (Fitzinger in Bonaparte, 1839).

Структура домінування в межах різних природоохоронних науково-дослідних відділень (ПОНДВ) різна. Так на території Синевир-Полянського ПОНДВ виявлено 5 видів. Еудомінантами є *S. salamandra* (44,6%), *L. vulgaris* (21,1%), *L. montandoni* (16,2%), *T. cristatus* (13,5%); субдомінантом - *M. alpestris* (4,6%). Індекс видового різноманіття (H') рівний 2,01.

Еудомінантами у батрахоценозах Остріцького ПОНДВ виступають *S. salamandra* (63,9%), *L. vulgaris* (10,9%), *L. montandoni* (10,4%); домінантами - *M. alpestris* (7,5%), *T. cristatus* (7,3%). Видове різноманіття (H') – 1,65, кількість видів – 5.

У складі батрахоценозів Чорноріцького ПОНДВ еудомінантами є *L. vulgaris* (33,8%), *M. alpestris* (31,9%), *T. cristatus* (28,2%); субдомінантом – *L. montandoni* (4,4%); рецедентом – *S. salamandra* (1,6%). Видове різноманіття (H') рівне 1,86, кількість видів – 5.

На території Синевирського ПОНДВ виявлено 12 видів амфібій. Еудомінантами тут є *B. variegata* (36,5%), *S. salamandra* (14,9%), *R. temporaria* (13,2%); домінантами – *R. arvalis* (8,6%) та *L. montandoni* (8,5%); субдомінантами – *L. vulgaris* (4,6%), *T. cristatus* (3,8%), *H. arborea* (2,6%), *M. alpestris* (2,6%), *R. dalmatina* (2,11%); рецедентами – *B. viridis* (1,4%) та *B. bufo* (1,33%). Індекс видового різноманіття (H') дорівнює 2,87.

Еудомінантами у батрахоценозах Чорноріцького ПОНДВ виступають *S. salamandra* (56,1%) та *L. vulgaris* (24,7%); домінантами – *M. alpestris* (8,4%), *T. cristatus* (6,2%); субдомінантом – *L. montandoni* (4,7%). Видове різноманіття (H') рівне 1,72, кількість видів – 5.

Фауна амфібій Колочавського ПОНДВ представлена також 5 видами. Еудомінантами є *S. salamandra* (48,3%) та *L. vulgaris* (21,3%), *T. cristatus* (11,9%), *L. montandoni* (10,4%); домінантом – *M. alpestris* (8%). Видове різноманіття (H') – 1,98.

Еудомінантом у батрахоценозах Негровецького ПОНДВ є один вид – *S. salamandra* (72,5%). Домінанти – *L. vulgaris* (7,9%), *T. cristatus* (7,1%), *L. montandoni* (6,5%), *M. alpestris* (5,9%). Видове різноманіття (H') рівне 1,4, загальна кількість видів – 5.

Зведені дані по різноманітності угруповань амфібій території НПП «Синевир» представлені в табл. 1.

Таблиця 1

Оцінка видового багатства і різноманітності батрахоценозів Національного природного парку «Синевир»

Природоохоронне науково-дослідне відділення	Кількість видів	Видове різноманіття, Н', біт	Види-еудомінанти, % у вибірці
Синевир-Полянське ПОНДВ	5	2,01	<i>S. salamandra</i> (44,6%), <i>L. vulgaris</i> (21,1%), <i>L. montandoni</i> (16,2%), <i>T. cristatus</i> (13,5%)
Остріцьке ПОНДВ	5	1,65	<i>S. salamandra</i> (63,9%), <i>L. vulgaris</i> (10,9%), <i>L. montandoni</i> (10,4%)
Чорноріцьке ПОНДВ	5	1,86	<i>L. vulgaris</i> (33,8%), <i>M. alpestris</i> (31,9%), <i>T. cristatus</i> (28,2%)
Синевирське ПОНДВ	12	2,87	<i>B. variegata</i> (36,5%), <i>S. salamandra</i> (14,9%), <i>R. temporaria</i> (13,2%)
Квасовецьке ПОНДВ	5	1,72	<i>S. salamandra</i> (56,1%), <i>L. vulgaris</i> (24,7%)
Колочавське ПОНДВ	5	1,98	<i>S. salamandra</i> (48,3%), <i>L. vulgaris</i> (21,3%), <i>T. cristatus</i> (11,9%), <i>L. montandoni</i> (10,4%)
Негровецьке ПОНДВ	5	1,40	<i>S. salamandra</i> (72,5%)
НПП «Синевир» (загалом)	12	2,91	<i>S. salamandra</i> (24,7%), <i>L. vulgaris</i> (18,7%), <i>M. alpestris</i> (13,8%), <i>T. cristatus</i> (13,6%), <i>B. variegata</i> (12,1%)

Аналізуючи результати досліджень структури батрахоценозів у межах НПП «Синевир», з'ясовано, що дана структура угруповань амфібій зазнає певних часових коливань (рис. 1). При цьому змінюються показники видового різноманіття (табл. 2).

Таблиця 2

Аналіз структури батрахоценозів Національного природного парку «Синевир»

Вид	Дані по роках, %							
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Разом
<i>S. salamandra</i>	8,44	7,74	7,10	9,01	5,96	31,86	29,80	24,72
<i>L. vulgaris</i>	1,85	1,94	1,94	1,80	1,99	24,74	24,71	18,66
<i>L. montandoni</i>	9,37	9,00	7,10	9,01	7,95	6,54	7,10	7,38
<i>M. alpestris</i>	2,11	1,14	1,29	2,70	0,66	18,30	18,28	13,84
<i>T. cristatus</i>	2,24	1,59	1,29	2,70	1,32	18,55	17,20	13,61
<i>B. variegata</i>	42,35	45,56	41,29	41,44	37,75	0,00	1,59	12,09
<i>H. arborea</i>	2,51	2,51	11,61	2,70	1,32	0,00	0,10	0,87
<i>B. bufo</i>	1,45	1,59	1,94	1,80	1,32	0,00	0,07	0,44
<i>B. viridis</i>	1,72	1,59	1,29	1,80	1,32	0,00	0,07	0,45
<i>R. temporaria</i>	17,28	17,08	12,26	16,22	1,32	0,00	0,66	4,39
<i>R. arvalis</i>	8,05	7,97	9,03	8,11	37,75	0,00	0,31	2,85
<i>R. dalmatina</i>	2,64	2,28	3,87	2,70	1,32	0,00	0,10	0,70
Кількість видів	12	12	12	12	12	5	12	12
Видове різноманіття, Н' (біт)	2,68	2,57	2,76	2,75	2,25	2,18	2,38	2,91

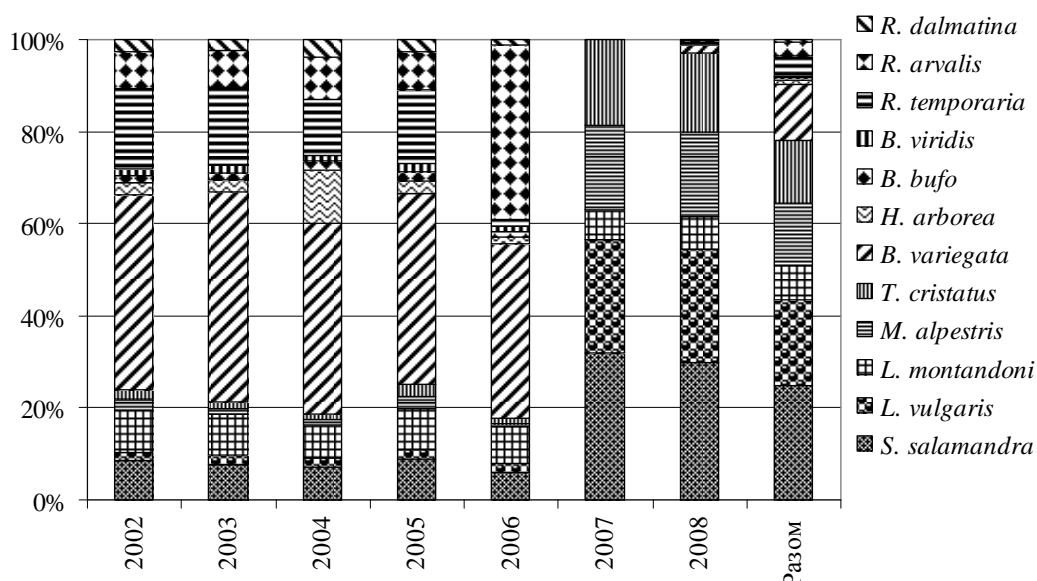


Рис. 1. Зміни структури батрахоценозів Національного природного парку «Синевир» протягом 2002-2008 років

Висновки

Отже, еудомінантами у батрахоценозах Національного природного парку «Синевир» виступають *S. salamandra* (24,7%), *L. vulgaris* (18,7%), *M. alpestris* (13,8%), *T. cristatus* (13,6%), *B. variegata* (12,1%); домінантом – *L. montandoni* (7,4%); субдомінантами – *R. temporaria* (4,4%), *R. arvalis* (2,9%); субрецидентами є *H. arborea* (0,9%), *R. dalmatina* (0,7%), *B. viridis* (0,5%), *B. bufo* (0,4%) (табл. 1). Індекс видового різноманіття (H') дорівнює 2,91, загальна кількість видів для території нацпарку – 12.

Аналізуючи наведені дані, слід відмітити, що попри значні коливання видового багатства батрахоценозів у часі (від 5 видів (2007 р.) до 12 (всі інші роки) субдомінанти та домінанти залишаються незмінними.

1. Ануцин В. А. Закарпатская область / Ануцин В. А., Спиридонов А. И. — М.: Географгиз, 1947. — 174 с.
2. Новиков Г.А. Полевые исследования по экологии наземных позвоночных / Новиков Г. А. — М.: Советская наука, 1953. — 502 с.
3. Природа Закарпатської області / [під ред. К. І. Геренчука]. — Львів: Вища школа, 1981. — 156 с.
4. Протасов А. А. Биоразнообразие и его оценка. Концептуальная диверсикология / Протасов А. А. — К.: Академперіодика, 2002. — 105 с.

Л. В. Крулько

Ужгородский национальный университет

ФАУНА И СТРУКТУРА СООБЩЕСТВ ЗЕМНОВОДНЫХ В ПРЕДЕЛАХ НАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКА «СИНЕВИР»

Исследовано состав фауны земноводных для территории Национального природного парка «Синевир». Общее количество видов, которые встречаются тут, – 12. Для оценки численности разных видов рассчитано индекс доминирования. Проанализировано структуру сообществ на территориях всех природоохранных научно-исследовательских отделений. Эудоминантами в батрахоценозах национального парка являются *Salamandra salamandra* (24,7% от общего количества особей всех видов), *Lissotriton vulgaris* (18,7%), *Mesotriton alpestris* (13,8%), *Triturus cristatus* (13,6%), *Bombina variegata* (12,1%). Доминант – *Lissotriton montandoni* (7,4%). Субдоминантами являются *Rana temporaria* (4,4%) и *Rana arvalis* (2,9%), субрецидентами – *Hyla arborea* (0,9%), *Rana dalmatina* (0,7%), *Bufo viridis* (0,5%), *Bufo bufo* (0,4%). Индекс видового разнообразия фауны земноводных парка составляет 2,91.

Ключевые слова: земноводные, батрахоценозы, структура доминирования, Национальный природный парк «Синевир»

L. V. Krul'ko

Uzhhorod National University, Ukraine

THE FAUNA AND STRUCTURE OF AMPHIBIAN COMMUNITIES WITHIN THE TERRITORY OF THE NATIONAL NATURAL PARK "SYNEVYR"

The composition of the fauna of amphibians for the territory of the National Nature Park "Synevyr" is explored. The total number of species is 12. Dominance index is calculated for estimation of the number of different species. The structure of communities has been analyzed for all environmental scientific research departments. Eudominants for all territory are *Salamandra salamandra* (24,7% of the total specimens number of all species), *Lissotriton vulgaris* (18,7%), *Mesotriton alpestris* (13,8%), *Triturus cristatus* (13,6%), *Bombina variegata* (12,1%). Dominant is *Lissotriton montandoni* (7,4%). Subdominants are *Rana temporaria* (4,4%), *Rana arvalis* (2,9%), and subrecipients are *Hyla arborea* (0,9%), *Rana dalmatina* (0,7%), *Bufo viridis* (0,5%), *Bufo bufo* (0,4%). The index of species diversity of the amphibian fauna is 2.91.

Key words: amphibians, batrachocenosis, communities' structure, National Nature park "Synevyr"

Рекомендує до друку

Надійшла 17.03.2018

В. В. Грубінко

УДК 581.522.4+582.475.2:575.2(477.63)

Е. В. ЛАПТЕВА

Криворожский ботанический сад НАН Украины
ул. Маршака, 50, Кривой Рог, 50089

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕННОЙ СРЕДЫ КРИВОРОЖЬЯ НА ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ У СЕМЕННОГО ПОТОМСТВА *PINUS SYLVESTRIS* L. И *PINUS PALLASIANA* D. DON.

Изучены цитогенетические изменения у проростков семян растений сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и сосны крымской (*P. pallasiana* D. Don), произрастающих на железорудном отвале, вблизи крупного металлургического комбината, в дендрарии ботанического сада г. Кривого Рога, в сравнении с растениями природных популяций, где отсутствует техногенное загрязнение среды. Установлено, что у растений криворожских насаждений, доля цитогенетических нарушений в делящихся клетках корешков проростков семян в 10 – 40 раз выше.

Ключевые слова: сосна, семена, ядрышковая активность, патология митоза, Криворожье

В биоиндикационных целях определения уровня негативного воздействия техногенно-загрязненной среды используются различные показатели живой материи, начиная с популяционного (Биоиндикация загрязнений наземных экосистем под ред. Шуберта, 1988). В качестве индикаторов такого влияния, нередко используют древесные растения [Бессонова и др, 1996, Буторина и др, 2000, Муратова и др, 2006, Pavlica, 2000], особенно часто хвойные породы, произрастающие в зонах выбросов промышленных производств, а также в индустриальных городах [Гераськин и др, 2005, Калашник, 2008]. Результаты исследований показывают, что хвойные проявляют себя как чувствительные и надежные объекты по выявлению цитогенетических эффектов,

вызываемых действием загрязнителей и экстремальных факторов среды [Вострякова, 2007, Калашник, 2008, Kirsch-Volders, 1997]. В качестве тест-объектов нередко применяют семена хвойных, изучая в их проростках патологии митоза, хромосомные aberrации и ядрышковую активность [Буторина, Калаев, 2000; Калашник, 2008; Пардаева и др., 2013]. Цитогенетические нарушения у живых организмов часто становятся базовыми элементами комплексного интегрального экологического мониторинга окружающей среды в крупных промышленных регионах. Логично сопоставить уровень цитогенетических аномалий у семян растений одного и того же вида, произрастающих в контрастных условиях техногенно загрязненной среды. Если привлечь в такую схему исследований растения с экологически благополучных территорий, где отсутствует техногенное загрязнение, можно выяснить фоновый природный уровень искомых изменений, который обычно рассматривают как контрольный. Такие сравнительные исследования необходимы для выяснения параметров или показателей, которые определяют остроту реакции растений в зависимости от экстремальности условий произрастания. Высокий уровень загрязнения окружающей среды в Криворожье, который, по мнению отдельных авторов, привел к формированию региональной зоны экологического бедствия [Лысый и др., 2007], диктует необходимость цитогенетического мониторинга для оценки генотоксических эффектов влияния химических и физических агентов. Так как в городской черте много крупных промышленных объектов, являющихся источником аэротехногенного загрязнения или в корне изменены эдафические условия среды в связи с добычей полезных ископаемых, можно ожидать, что уровень цитогенетических аномалий у хвойных будет высоким. Кроме того, доминирование разных типов загрязнения – воздушного и почвенного, вероятно, может неоднозначно сказываться как на частоте встречаемости этих аномалий, так и на их спектре.

Цель исследований. Сравнительный анализ цитогенетических изменений у проростков семян *P. sylvestris* и *P. pallasiana* из насаждений экологически безопасных районов и техногенно загрязненных территорий Криворожья.

Материал и методы исследования

Для проведения исследований использовали семена *P. sylvestris* и *P. pallasiana* из насаждений, произрастающих в дендрарии Криворожского ботанического сада НАН Украины (КБС), вблизи Криворожского металлургического комбината (КМК) и на крупном Первомайском железорудном отвале (ПЖО), а также растения из природных популяций, *P. sylvestris* – из Кременецкого лесничества Тернопольской области (КЛ), *P. pallasiana* – из Горного Крыма (ГК).

Растения из Кременецкого лесничества и Крыма рассматривали как условно контрольные, так как здесь отсутствует техногенное загрязнение среды. Растения дендрария КБС в определенной степени испытывают воздействие выбросов крупнейшего Северного горно-обогатительного комбината (СевГОК), так как дендрарий расположен в 3 км от этого предприятия.

Для цитогенетических исследований были выбраны такие показатели: патологии митоза (ПМ), хромосомные aberrации (ХА) и ядерно-ядрышковое соотношение (ЯЯС). Анализ проводили на временных препаратах меристематических тканей корешков проростков семян. Семена проращивали в чашках Петри на влажной фильтровальной бумаге в термостате при температуре 23–25°C. Корешки длиной 1,0–1,5 см фиксировали в уксусном этаноле (1:3). Для анализа патологий митоза и хромосомных аномалий препараты окрашивали 2 % раствором ацетоорсеина [Паушева, 1988]. При окрашивании ядрышек применяли 50 % раствор азотнокислого серебра [Муратова, 1995]. Давленные препараты готовили по стандартной методике. Просмотр микропрепаратов осуществляли с помощью тринокулярного микроскопа XSP-139TP при увеличении 40x10. Для фотографирования препаратов применяли цифровую камеру *Canon EOS 350D*. Промеры осуществляли на цифровых снимках с помощью программного обеспечения *Axio Vision Rel. 4.7*. Классификацию цитогенетических нарушений в меристематических тканях проростков проводили по описаниям А. К. Буториной, Калаев [2000] и Н. А. Калашник [2008]. Микрофотографии и данные по классификации нарушений предоставлены в ранее опубликованных статьях (Коршиков, Лаптева, 2013, Коршиков и др., 2013). Ядерно-ядрышковое отношение устанавливали как частное от деления площади ядер на

суммарную площадь ядрышек. Расчеты и достоверность различий между группами оценивали при помощи t-критерия Стьюдента с использованием программы для статистической обработки данных Statistica for Windows r.5.1 b (StatSoft Inc.).

Результаты исследований и их обсуждение

В качестве высокочувствительного теста влияния стрессовых факторов на растения рассматривают качественно-количественные характеристики ядрышек в клетках. Стресс приводит к реорганизации ядрышковой архитектуры в клетках, изменяется функциональная активность ядрышек, в первую очередь та, что связана с синтезом белков [Rubbi, Milner, 2003; Cheutin et al., 2004; Mayer, Grummt, 2005; Severine et al., 2010]. По мнению В.В. Архипчука (1995), который изучил влияние облучения и мутагенов на растения и рыб, количественные характеристики ядрышек в их клетках позволяют оценивать действие различных факторов на геном. Эти показатели автор рассматривал как наиболее информативные для многоядрышковых клеток. Характерной особенностью клеток корешков проростков *P. sylvestris* и *P. pallasiana* из семян растений Криворожских насаждений была существенно меньшая (на 15–40%) средняя площадь ядра и одного ядрышка (на 23–45%) в сравнении с проростками семян насаждений природной популяции. В клетках проростков *P. sylvestris* из семян Криворожских насаждений наблюдается тенденция увеличения среднего количества ядрышек в одном ядре на 4-18% по сравнению с семенами контрольных растений. Среднее количество ядрышек в ядре клеток семян растений *P. pallasiana* интродукционных насаждений было либо близким к контролю (КБС и ПЖО) либо больше на 10% (см. табл.1). Результаты наших исследований свидетельствуют об неоднозначных изменениях размерно-количественных характеристик ядрышек в клетках семян растений *P. sylvestris* и *P. pallasiana*, которые подвергаются воздействию разных по физико-химическому составу загрязнителей среды. По этой причине показатели ядрышковой активности в клетках корешков проростков семян *P. sylvestris* и *P. pallasiana* не являются надежными индикаторами для оценки генотоксичности техногенно загрязненной среды.

Таблица 1

Ядерно-ядрышковые характеристики интерфазных клеток корешков проростков *P. sylvestris* и *P. pallasiana* из семян растений, произрастающих на разных техногенно загрязненных территориях Криворожья в сравнении с насаждениями мало тронутых урбанизацией

Место произрастания растений	Средняя площадь ядра, мкм ²		Средняя площадь ядрышек в ядре, мкм ²		Среднее кол-во ядрышек в одном ядре	Ядерно-ядрышковое соотношение	
	M±m	CV %	M±m	CV %	M±m	M±m	CV %
<i>P. sylvestris</i>							
КЛ (контроль)	170,4±3,3	23,0	43,8±1,2	28,0	4,9±0,04	4,0±0,08	20,8
КБС	144,6±3,0***	20,8	33,7±0,6***	19,0	5,1±0,05***	4,3±0,07***	17,4
ПЖО	130,7±2,3**	17,6	29,7±0,8**	26,6	5,6±0,5**	4,6±0,1**	20,0
КМК	118,9±2,6*	22,0	25,4±0,7*	26,1	5,8±0,6*	4,8±0,1*	18,8
<i>P. pallasiana</i>							
ГК (контроль)	192,6 ±10,2	37,5	48,6±1,4	33,7	5,0±0,4	4,0±0,4	19,1
КБС	166,6±3,4***	20,4	37,1±0,7***	19,7	5,01±0,1***	4,6±0,1***	18,4
ПЖО	159,4±3,4**	21,3	33,9±0,8**	27,6	5,22±0,1**	4,8±0,1**	21,6
КМК	129,5±2,4*	18,2	26,5±0,7*	26,7	5,52±0,5*	5,1±0,1*	19,6

Примечание: разница с контролем достоверна при * – P ≤ 0,95; ** – P ≤ 0,99; *** – P ≤ 0,999

В цитогенетическом анализе растений широко используется такой показатель как ядерно-ядрышковое соотношение. Его рассматривают как объективный критерий уровня биосинтеза белка у разных растений (Шахбазов, Шестопалова, 1971, Машкин, Назарова, 1976,

Дуброва, Малахова, 1980), хотя чаще как показатель влияния факторов внешней среды на активность ядрышкового образователя (ЯО). ЯАС зависит от вариабельности двух величин – площади ядра и суммарной площади ядрышек. Ядрышковая активность – это важный показатель, позволяющий судить об уровне метаболической активности клетки (Severine et al., 2010, Sgura. 1997, Smolinski et al, 2007). ЯАС у проростков семян криворожских насаждений в сравнении с проростками семян контрольных образцов было больше на 7 – 13 % (табл.). Увеличение этого соотношения у потомства растений, подвергающихся воздействию техногенных выбросов, связано с уменьшением площади ядра и ядрышек. Следовательно, воздушное и эдафическое техногенное загрязнение среды уменьшает активность ЯО хромосом у потомства *P. sylvestris* и *P. pallasiana*.

Очевидно, описанные изменения являются реакцией растений на техногенный стресс, передающейся и их семенному потомству. Известно, что ядрышки относятся к чувствительным структурам, оперативно реагирующим на отклонения в метаболизме клетки и координирующей ее ответ на стресс. Изменения в качественно-количественных характеристиках ядрышек в клетках рассматривают как защитно-компенсаторный механизм [Severine et al., 2010].

Результаты исследования уровня цитогенетических нарушений в меристематических тканях корешков проростков семян показали, что в условиях загрязнения у всех из исследованных видов увеличивается число аномалий и наблюдается расширение их спектра. (табл. 2) Так, в насаждениях *P. pallasiana* уровень патологий митоза (опережение, отставание, неравномерное расхождение: многополюстность, агглютинация, кольцевые хромосомы) варьирует от 0,19 до 4,26 %, тогда как в природной популяции этот показатель составил только 0,09 %. (табл. 2). Следует отметить, что при воздействии атмосферного загрязнения промышленных производств Кривбасса, патологий митоза было в 16–27 раз больше, чем у семян *P. pallasiana* с природной популяции. У семенного потомства растений с железорудного отвала, где преобладает почвенное загрязнение, доля этих патологий была больше в 27 раз по сравнению с контролем и в 3 раза по сравнению с растениями, подверженными влиянию выбросов СевГООка в дендрарии КБС. Уровень хромосомных aberrаций (мосты: одинарные, двойные, множественные; агглютинация, кольцевые хромосомы) в клетках проростков *P. pallasiana* в неблагоприятных эдафических условиях промышленного отвала достигает наибольшего значения 5,4% у взрослых растений и 2,9% – у насаждений естественного возобновления, это выше в 4,5 раза, чем в КБС, в 2,1 раза, чем вблизи КМК.

Таблица 2

Относительные показатели цитогенетических изменений и нарушений в клетках корешков проростков семян *P. sylvestris* и *P. pallasiana* из разных насаждений техногенно загрязненных территорий Криворожья в сравнении с насаждениями мало тронутых урбанизацией

Место произрастания растений		Общее количество цитогенетических нарушений	В том числе	
			ПМ	ХА
<i>P. sylvestris</i>	КЛ (контроль)	1,87±0,11	0,46±0,54	1,41±0,09
	КБС	3,65±0,13	1,37±0,08	2,28±0,11
	ПЖО	7,80±0,19	2,71±0,12	5,09±0,16
	ПЖО естественного возобновл. 7-11 лет	5,24±0,18	2,14±0,12	3,10±0,14
	КМК	5,17±0,31	1,77±0,18	3,4±0,25
<i>P. pallasiana</i>	ГК (контроль)	0,13±0,15	0,09±0,002	0,04±0,001
	КБС	2,92±0,13	1,68±0,09	1,24±0,08
	ПЖО	7,09±0,18	1,71±0,09	5,38±0,16
	ПЖО естественного возобновл. 7-11 лет	5,63±0,20	2,74±0,14	2,89±0,15
	КМК	4,63±0,23	1,97±0,15	2,66±0,18

Примечания: ПМ – патологии митоза, ХА – хромосомные aberrации

Подобная тенденция наблюдается и в клетках проростков *P. sylvestris*, уровень ПМ в неблагоприятных эдафических условиях несколько выше (2,14 – 2,78%), чем при атмосферном загрязнении (1,37%), тогда как в контроле доля этих клеток составила 0,46%. В этом, очевидно, отражается специфика воздействия на растения разнокачественного по характеру загрязнения окружающей среды.

В клетках проростков *P. sylvestris* уровень хромосомных аномалий в неблагоприятных эдафических условиях промышленного отвала достигает 3,1–5,1 %, что в 1,35–2,24 раза выше, чем у растений дендрария КБС. Обнаруженный уровень цитогенетических нарушений у потомства *P. sylvestris* криворожских насаждений близок по доле у потомства растений (8 %), произрастающих в зоне Чернобыльской АЭС [Кальченко, Федотов, 2001], но значительно ниже, чем у растений островных боров Тувы (18 %), где наблюдается заметный дефицит почвенной влаги [Егоркина, 2010].

В целом, у потомства *P. sylvestris* в насаждениях Криворожья выявлен более высокий уровень цитогенетических нарушений в сравнении с *P. pallasiana*. Характерной особенностью потомства четырех изученных насаждений *P. sylvestris* и *P. pallasiana* является более высокая встречаемость хромосомных аберраций, чем патологий митоза. В ана-телофазных клетках проростков корневых меристем наиболее распространенными патологиями митоза были опережение и отставание хромосом, а среди хромосомных аберраций – мосты и агглютинация.

Следовательно, у потомства растений железорудного отвала, хромосомные аберрации встречались в 3,4–6,7 раза чаще, чем в других насаждениях Кривбасса. Это можно объяснить высокой загрязненностью вскрышных пород отвала тяжелыми металлами, включая редкоземельные, которые создают повышенный радиационный фон. Следует отметить высокий уровень патологий митоза – мостов у семян *P. sylvestris* в контрольном насаждении КЛ. Он был в 34,3 раза выше, чем у семян *P. pallasiana* из популяции ГК. По этой причине встречаемость исследуемых хромосомных аберраций у семян *P. sylvestris* в насаждениях Криворожья, по отношению к контролю, заметно ниже, чем у семян *P. pallasiana*. Однако, если сравнивать долю клеток с нарушениями мосты у проростков семян *P. sylvestris* и *P. pallasiana* из насаждений Криворожья, то в трех из четырех вариантов она выше у первого вида, чем у второго. Наиболее высокий уровень цитогенетических нарушений и их широкий спектр выявлен в семенном потомстве *P. pallasiana* и *P. sylvestris*, произрастающих на техногенно загрязненных и нарушенных территориях Криворожья. У этих видов более 7 % анафазных и телофазных клеток корешков семян, собранных с 30-летних насаждений на железорудном отвале, имели патологии митоза и хромосомные аберрации. Это в 2–5 раз выше, чем у семян *P. pallasiana* из насаждений Донецка, Новоамвросиевки и Мариуполя. (Коршиков и др., 2013). Таким образом, в клетках корешков проростков семян двух видов хвойных – широкоареальной *P. sylvestris* и узкоареальной – *P. pallasiana*, произрастающих в различных техногенно нарушенных и загрязненных экотопах Кривбасса, обнаружен высокий уровень цитогенетических нарушений.

Выводы

Таким образом, в клетках меристематических тканей корешков проростков *P. sylvestris* и *P. pallasiana* из семян криворожских насаждений существенно изменяется активность ядрышкового образателя и значительно возрастает доля клеток с патологией митоза и хромосомными аберрациями. Загрязнение среды вызывает повышение уровня цитогенетических нарушений у семенного потомства *P. sylvestris* и *P. pallasiana* из насаждений, подверженных воздействию выбросов металлургических производств и произрастающих на железорудном отвале г. Кривой Рог. Вышеперечисленные показатели растений сосны и их семенного потомства приемлемы как тестовые для индикации техногенного загрязнения среды. Также результаты наших исследований показали, что *P. sylvestris* и *P. pallasiana* вполне пригодны для мониторинга генотоксических эффектов на техногенно загрязненных территориях.

1. Архипчук В.В. Использование ядрышковых характеристик в биотестировании / В.В. Архипчук // Цитология и генетика. — 1995. — № 3. — С. 6—12.
2. Бессонова В.П. Использование цитогенетических критериев для оценки мутагенности промышленных поллютантов / В.П. Бессонова, З.В. Грицай, Т.И. Юсыпова // Цитология и генетика. — 1996. — Т. 30, № 5. — С. 70—76.
3. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем / Под ред. Р. Шуберта. — М.: Мир, 1988. — 346 с.
4. Буторина А.К. Цитогенетическая характеристика семенного потомства некоторых видов древесных растений в условиях антропогенного загрязнения г.Воронежа / А.К. Буторина, В.Н. Калаев, Т.В. Вострикова [и др.] // Цитология. — 2000. — Т. 42, № 2. — С. 196—200.
5. Буторина А.К. Анализ чувствительности различных критериев цитогенетического Мониторинга / А.К. Буторина, В.Н. Калаев // Экология. — 2000. — № 2. — С. 206—210.
6. Вострикова Т.В. Нестабильность цитогенетических показателей и нестабильность генома у березы повислой / Т.В. Вострикова // Экология. — 2007. — № 2. — С. 88—92.
7. Гераськин С.А. Оценка методами биоиндикации техногенного воздействия на популяции *Pinus sylvestris* L. в районе предприятия по хранению радиоактивных отходов / С.А. Гераськин, Д.В. Васильев, В.Г. Дикарев [и др.] // Экология. — 2005. — №4. — С. 275—285.
8. Дуброва Н.А. Изучение полиморфизма ядрышкообразующих хромосом у видов рода *Actaea* L.(*Ranunculaceae* Juss.) / Н.А. Дуброва, Л.А. Малахова // Цитология и генетика. — 1980. — № 5. — С. 3—8.
9. Егоркина Г.И. Цитогенетические параметры сосны обыкновенной в Алтайском крае / Г.И. Егоркина // Лесоведение. — 2010. — № 6. — С. 39—45.
10. Калашник Н.А. Хромосомные нарушения как индикатор оценки степени техногенного воздействия на хвойные насаждения / Н.А. Калашник // Экология. — 2008. — № 4. — С. 276—286.
11. Кальченко В.А. Генетические эффекты острого и хронического воздействия ионизирующих излучений на *Pinus sylvestris* L., произрастающих в зоне отчуждения Чернобыльской АЭС. / В.А. Кальченко, И.С. Федотов // Генетика. — 2001. — Т. 37, № 4. — С. 437—447.
12. Коршиков І.І. Цитогенетичні аномалії в клітинах проростків *Pinus pallasiana* D. Don із залізородного відвалу Криворіжжя / І.І. Коршиков, О.В. Лаптева // Укр. бот. журн. — 2013. — Т. 70, № 5. — С. 683—689.
13. Коршиков І.І. Мінливість кількісно-розмірних характеристик ядерців та ядер у клітинах насіння *Pinus pallasiana* D. Don (заповідні й антропогенно змінені території степової зони України) / І.І. Коршиков, О.В. Лаптева, Ю.О. Ткачова // Укр. бот. журн. — 2013. — Т. 71, № 6. — С. 805—812.
14. Коршиков И.И. Патология митоза (мосты) в клетках проростков семян трех видов хвойных популяций и насаждений техногенно-загрязненных территорий / И.И. Коршиков, Ю.А. Ткачева, Е.В. Лаптева // Автохтонні та інтродуковані рослини. — 2013. — Вип. 9. — С. 92—100.
15. Коршиков И.И. Цитогенетические изменения у семян сосны крымской (*Pinus pallasiana* D. Don), насаждений техногенно загрязненных и нарушенных территорий / И.И. Коршиков, Ю.А. Ткачева, Е.В. Лаптева // Промышленная ботаника. — 2013. — Вып. 13. — С. 143—152.
16. Лысый А.Е. Экологические и социально-гигиенические проблемы и пути оздоровления крупного промышленного региона. / А.Е. Лысый, С.А. Рыженко, И.П. Козырин, М.Г. Мельниченко, В.Г. Капничук — Кривой Рог. — 2007. — 425 с.
17. Машкин С.И., Назаров М.Н. Сезонная динамика числа и размеров ядрышек, ядер и ядерно-ядрышковых отношений у представителей подсемейства сливовых при их интродукции / С.И. Машкин, М.Н. Назаров // Цитология. — 1976 — Т.18. № 12. — С. 1438—1443.
18. Муратова Е.Н. Методики окрашивания ядрышек для кариологического анализа хвойных / Е.Н. Муратова // Ботан. журн. — 1995. — Т. 80, № 2. — С. 82—86.
19. Муратова Е.Н. Цитогенетические эффекты влияния горно-химического комбината на клетки элодеи канадской (*Elodea canadensis* Michx) / Е.Н. Муратова, М.Г. Корнилова, А.В. Пименов [и др.] // Вестник КрасГАУ. — 2006. — Вып. 14. — С. 159—163.
20. Пардаева Е.Ю. Изучение цитогенетических характеристик семенного потомства сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в условиях засухи и техногенного загрязнения / Е Ю. Пардаева, О.С. Машкина, Н.Ф. Кузнецова // Факторы экспериментальной эволюции организмов. — К.: Логос. — 2013. — С. 62—66.
21. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений / З.П. Паушева — М.: Агропромиздат. — 1988. — 271 с.
22. Правдин Л.Ф. Методика кариологического изучения хвойных пород / Л.Ф. Правдин, В.А. Будорагин, М.В. Круклис и др. // Лесоведение. — 1972. — №2. — С.67—72

23. *Шахбазов В.Г.* Некоторые особенности ядрышки ядра в клетках гибридного лука / В.Г. Шахбазов, Н.Г. Шестопалова // Докл. АН ССР. — 1971. — 196. № 5.— С. 1207—1208.
24. *Cheutin T.* Dynamics of nucleolar components. In: The nucleolus. New York: Kluwer Academic / Cheutin T., Misteli T., Dundr M. // Plenum Publishers. — 2004. — P. 29—40.
25. *Kirsch-Volders M.* Towards a validation of the micronucleus test / M. Kirsch-Volders // Mutation Research. — 1997. — Vol. 392. — P. 1—4.
26. *Mayer Ch.* Cellular stress and nucleolar function / Mayer Ch., Grummt I. // Cell Cycle. — 2005. — Vol. 4, №8. — P. 1036—1038.
27. *Pavlica M.* The cytotoxic effect of wastewater from the phosphoric gypsum depot on common oak (*Quercus robur* L.) and shallot (*Allium cepa* var. *ascalonicum*) / M. Pavlica, V. Besendorfer, J. Rosa [et al.] // Chemosphera. — 2000. — Vol. 41, № 10. — P. 1519—1527.
28. *Rubbi C.P.* Disruption of the nucleolus mediates stabilization of p53 in response to DNA damage and other stresses / Rubbi C.P., Milner J. // EMBO J. — 2003. — 22. P. 6068—6077.
29. *Severine B.* The nucleolus under stress/ B. Severine, B.J. Westman, H. Saskia [et al.] // Molecular Cell. — 2010. — Vol. 40. — P. 216—227.
30. *Smolinski D.J.* Additional nucleoli and NOR activity during meiotic prophase I in larch (*Larix decidua* Mill.) / D.J. Smolinski, J. Niedojadlo, A. Noble [et al.] // Protoplasma. — 2007. — Vol. 232. — P. 109—120.

О. В. Лантєва

Криворізький ботанічний сад НАН України
вул. Маршака, 50, Кривий Ріг, 50089

ВПЛИВ ТЕХНОГЕННОГО ЗАБРУДНЕНОГО СЕРЕДОВИЩА КРИВОРІЖЖЯ НА
ЦИТОГЕНЕТИЧНІ ЗМІНИ У НАСІННЕВОГО ПОТОМСТВА *PINUS SYLVESTRIS* L.
І *PINUS PALLASIANA* D. DON.

Вивчено цитогенетичні зміни у проростків насіння рослин сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) та сосни кримської (*P. pallasiana* D. Don), які зростають на залізорудному відвалі, поблизу великого металургійного комбінату, у дендрарії ботанічного саду м. Кривого Рогу, порівняно із рослинами природних популяцій, де відсутнє техногенне забруднення середовища. Встановлено, що у рослин криворізьких насаджень частка цитогенетичних порушень у клітинах корінців проростків насіння, що діляться вище в 10–40 разів.

Ключові слова: Сосна, насіння, ядришкова активність, патологія мітозу, Криворіжжя

E. V. Lapteva

Krivy Rih Botanical Garden of the NAS of Ukraine

INFLUENCE OF TECHNOGENIC POLLUTION KRYVORIZHZHYA ON CYTOGENETIC
CHANGES IN SEED PROGENY *PINUS SYLVESTRIS* L. AND *P. PALLASIANA* D. DON.

The aim of our research a comparative analysis cytogenetic changes of seed progeny *Pinus sylvestris* and *Pinus pallasiana* seedlings from tree stands in an environmentally safe area (Mountain Crimea and Kremenets Forestry) and the technogenically polluted Krivoy Rog region (of the Krivoy Rog Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine; near the Krivoy Rog metallurgical plant «ArcelorMittal Kryviy Rih»; on the great Pershotravnevomu hall). Cytogenetic tests were conducted using the following indexes: mitosis pathologies, chromosomal aberrations and nucleonucleolar ratio.

Nucleonucleolar ratio in Krivoy Rog's planting seedlings seeds compared to control samples of seeds was more by 6 - 27%. The nuclear area is found to be significantly smaller in seedling cells of seeds from plantations, than that area in cells of seeds from the control natural populations. Results of the study of cytogenetic abnormalities in root meristematic tissues of seedlings seeds showed that in terms of pollution in all of the studied species growing number of anomalies observed expand their range depending on the type of pollution (atmospheric and edaphic). It was established that the two types of plant of Krivoy Rog pine plantations fraction pathology mitosis and chromosomal aberrations cells in the roots of seedlings seeds up to 10 - 40 times compared to seedlings seeds from of natural populations. The highest level of mitosis abnormalities, as a rule ordinary bridges, was revealed in

P. pallasiana and *P. sylvestris* growing in industrial ecotopes of Krivbass, especially in seeds of plants, growing in ore-mining dump.

In general, the offspring *P. sylvestris* in plantations of Kryvorizhzhya found higher levels of cytogenetic abnormalities in comparison with *P. pallasiana*. One distinctive feature of the *P. sylvestris* i *P. pallasiana* from all four examined stands is the higher frequency of chromosomal aberrations compared to the frequency of mitosis pathologies.

Thus, in the meristematic tissue cells of the seed descendants of *P. sylvestris* and *P. pallasiana* from the stands in the Krivoy Rog region, serious changes in the activity of the nucleolar organizer are observed and the proportion of cells with pathology mitosis and chromosomal aberrations is considerably increased. Environmental pollution encourages increased cytogenetic abnormalities in the seed descendants of *P. sylvestris* and *P. pallasiana* from the stands exposed to emissions from metallurgical works and growing on the iron ore dump in Krivoy Rog. The above enumerated indicators of pines trees and their geniture are acceptable as test indexes for the indication of technogenic environmental pollution.

Key words: Pinus sylvestris; P. pallasiana; seeds; seedlings; cytogenetic changes; Krivoy Rog region

Рекомендує до друку

Надійшла 12.12.2017

В. В. Грубінко

УДК: 577.39 [58.084.1]: 577.346: 574.24: 577.121: 577.126

¹С. В. ЛІТВИНОВ, ¹М. В. КРИВОХИЖА, ²В. М. КУХАРСЬКИЙ, ¹Н. М. РАШИДОВ

¹Інститут клітинної біології та генетичної інженерії Національної академії наук України
вул. Академіка Заболотного, 148, Київ, 03143

²Державна установа «Інститут геронтології імені Д. Ф. Чеботарьова НАМН України»
вул. Вишгородська, 67, Київ, 04114

ЗМІНИ НЕПІГМЕНТНИХ СПОЛУК У ЛИСТКАХ ОПРОМІНЕНИХ РОСЛИН *ARABIDOPSIS THALIANA* (L.) НЕУНН

Дія радіації на рослини часто викликає структурно-метаболичні зміни, що проявляються через тривалий проміжок часу після опромінення. З метою вивчення змін у складі непігментних сполук асимілюючого органу рослин – листка, використали метод інфрачервоної спектроскопії Фур'є (FTIR). На основі аналізу FTIR-спектрограм ліофілізованих розеткових листків модельної рослини *Arabidopsis thaliana* (L.) Неунн. через 30 діб після опромінення рентгенівськими променями у дозі 21 Гр можна зробити висновок про значні зміни вмісту полісахаридів, нуклеїнових кислот і протеїнів, а також конформації макромолекул. Після опромінення у листках у рази знижувався вміст білків та нуклеїнових кислот, відбувалося заміщення пектину та лігніну целюлозою й геміцелюлозою, накопичувався крохмаль. Змінювалася композиція жирних кислот кутину. Також зафіксоване невелике збільшення відношення кількості бета-шарів до кількості альфа-спіральних доменів білків. Виявлені зміни можуть бути зумовлені індукцією біохімічної відповіді рослинних клітин на іонізуюче опромінення, що призводить до деградації нуклеїнових кислот, модифікації клітинної стінки, накопичення крохмалю, протеолізу та конформаційних перетворень білків.

Ключові слова: рентгенівське випромінювання, інфрачервона спектроскопія Фур'є (FTIR), індуковані опроміненням біохімічні зміни, гіперчутлива відповідь, клітинна стінка

Вивчення середньострокових ефектів впливу радіації на рослини передбачає комплексний аналіз якісних та кількісних структурно-метаболичних змін, що виникають через тривалий проміжок часу після опромінення. Іонізуючу радіацію можна розглядати як тестовий чинник,

який можна використовувати для моделювання стресового впливу на рослину через подібність біохімічних та біологічних наслідків дії випромінювання та стресових умов середовища. Механізм індукції ефектів такого роду може бути пов'язаний з порушенням біохімічного гомеостазу структур клітин листка [18; 21] – мембран, білкових комплексів, клітинної стінки та нуклеїнових кислот. Це проявляється, зокрема, у зменшенні вмісту хлорофілів у тканинах листків, зниженні ефективності фотосинтезу [2; 3], у частковому відмиранні асимілюючих органів рослини через деякий час після опромінення.

У попередніх експериментах ми спостерігали зменшення у 1,5 рази кількості живих листків у прикореневій розетці опромінених у дозі 21 Гр рослин арабідопсису через 30 діб після опромінення порівняно з неопроміненим контролем. Поглинута доза 21 Гр належить до інтервалу доз, з яких починається інгібуючий вплив радіації на рослини *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh., що знаходяться наприкінці вегетативної фази розвитку [9]. Тому цю дозу було використано в якості стрес-фактора, після дії якого можна зафіксувати біохімічні зміни, що при більших дозах проявляються в пригніченні життєвих процесів та зниженні життєздатності всієї рослини. З метою аналізу змін біохімічного складу листків використали метод інфрачервоної спектроскопії Фур'є (FTIR). Перевагами цього методу є швидкість, простота, надійність і відтворюваність результатів, можливість одночасного вимірювання вмісту найбільш життєво важливих біохімічних компонентів клітин без порушення цілісності об'єкту, тобто із збереженням властивого живій системі зв'язку між просторовими компартментами та макромолекулами біологічно важливих сполук [11; 12].

Матеріал і методи досліджень

Культивація рослин. У досліджах використовували рослини *A. thaliana* екотипу *Columbia 0*. Рослини вирощували в культивацийній кімнаті на ґрунтовій суміші «Полісся» в умовах довгого дня (18/6 год.) за температури +22–25 °С. Інтенсивність освітлення люмінісцентними лампами білого світла складала 5,9 кЛк (80 мкмоль фотонів м⁻² с⁻¹).

Опромінення. 35-денні рослини опромінювали на апараті РУМ-17 рентгенівськими променями з енергією квантів 180 кеВ (Національний інститут раку, Київ). Доза опромінення складала 21 Гр при потужності дози 89 сГр/хв.

Інфрачервона спектроскопія Фур'є. Спектри поглинання в області середньої інфрачервоної області (400–4000 см⁻¹) були отримані з використанням спектрометра Nicolet FTIR IS50 (Thermo Fisher Scientific, USA). Всі спектри вимірювали з роздільною здатністю 4 см⁻¹ [10]. Для аналізу відбирали по 2–3 різних за розміром листки з прикореневої розетки на 30-у добу після опромінення (65-а доба вегетації). Зрізані цільні листки ліофільно висушували. На кожному з листків було обрано 2–3 поля для спектроскопії: в центрі, біля зовнішнього краю листової пластинки та в зоні черешка.

У контрольному і дослідному варіанті було по 25 рослин. Повторюваність дослідів трикратна. Аналіз ІЧ-спектрів проводили у програмному пакеті Thermo Scientific OMNIC (Thermo Fisher Scientific, USA) та Excel 2003 (Microsoft, USA). Спектри є усередненням 32 сканувань одного і того самого поля з фільтрацією по фоновому спектру. Первинні спектрограми вирівнювали по базовій лінії та згладжували за допомогою функції Савіцького–Голея з метою фільтрації спектрального шуму. Відносну концентрацію біохімічних сполук оцінювали за площею відповідних піків оптичної густини (центр піку ±6 см⁻¹) на спектрограмі спектру поглинання з урахуванням вирівнювання по базовій лінії [18].

Результати досліджень та їх обговорення

На основі співставлення спектрограм з результатами, отриманими іншими дослідниками, було виявлено та ідентифіковано 12 стійких піків (табл. 1), характерних для ІЧ-спектру поглинання листків *A. thaliana* в області 400–4000 см⁻¹ [11–13; 16; 20; 21].

Вимірювання площі ідентифікованих піків свідчить про значущі відмінності в концентрації основних сполук непігментної природи, що входять до складу тканин (табл. 2).

Ідентифіковані піки ІЧ-спектру поглинання листків *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh.

Пік спектру поглинання (вимірювання), см ⁻¹	Хімічна група або зв'язок, тип коливань	Пік спектру поглинання (літературні дані), см ⁻¹	Сполуки, характерні для тканин ліофілізованих листків	Клас хімічних сполук
872	глікозидний зв'язок, С-О	875	геміцелюлоза	полісахариди
1023	С-О-С, асиметричні коливання	1023	крахмаль	полісахариди
1106	-СН, -С-С, -С-О-С	1106	целюлоза	полісахариди
1150	глікозидний зв'язок, С-О	1148	пектин	полісахариди
1244	фосфатний зв'язок, РО ₂ -, асиметричні коливання	1244	ДНК, РНК	нуклеїнові кислоти
1418	дисоційована карбоксильна група (СОО-)	1419	пектин	полісахариди
1472	С-Н, площинна деформація	1465-1595	лігнін	фенілпропановидний полімер, поліфеноли
1628	карбонільна група, пептидний зв'язок (С-N)	1627-1628	протеїн, амід I, бета-шари	білки
1651	карбонільна група, пептидний зв'язок (С-N)	1652-1658	протеїн, амід I, альфа-спіралі	білки
1740	карбонільна група (С=О)	1740	тригліцериди та жирні кислоти	ліпіди
2849	метиленова група, симетричні коливання С-Н зв'язку	2850	аліфатичні складні ефіри жирних кислот	ліпіди кутикули (кутин)
2916	метиленова група, асиметричні коливання С-Н зв'язку	2916-2919	аліфатичні складні ефіри жирних кислот	ліпіди кутикули (кутин)

Так, листки опромінених рослин містять більше структурних і запасуючих речовин – геміцелюлози, целюлози і крохмалю. У той же час, вміст полісахаридів, хімічно не споріднених з целюлозою, лігніну, пектину та його похідних, тобто структурних макромолекул, характерних для живих клітин, здатних до розтягнення [19], у листках опромінених рослин зменшується. Також спостерігається зміна кольору і форми листків (темно-зелене або антоціанове забарвлення, неправильна форма, скрученість листової пластинки, порушення жилкування). Поряд із суттєвим зниженням вмісту білків та нуклеїнових кислот, це вказує на відмирання або зменшення здатності меристематичних клітин до поділу, можливо, внаслідок програмованої клітинної загибелі.

У тканинах опромінених рослин майже в 2 рази знижується вміст ліпідів, що узгоджується з існуючими даними щодо впливу іонізуючого випромінювання на цей клас сполук. Відмінності між варіантами за величиною відношення «нуклеїнові кислоти/білки» також є статистично незначущою (див. табл. 3), а вміст нуклеїнових кислот у листках позитивно корелює з сумарною концентрацією характерних для білків груп. Крім того, вміст нуклеїнових кислот і білків зменшився у стільки ж разів, у скільки змінилися співвідношення «нуклеїнові кислоти/полісахариди клітинної стінки» та «білки/полісахариди клітинної стінки» відповідно (див. табл. 2 та 3). Це свідчить на користь припущення про паралельне зниження вмісту ДНК, РНК і білків у більшості клітин листка, тобто в результаті активації ендегенних механізмів біохімічної відповіді, а не внаслідок прямих променевих пошкоджень чи дії продуктів радіолізу води, оскільки при дозі гострого опромінення 21 Гр лише дуже незначна

частка молекул біополімерів зазнає іонізації, руйнування активними радикалами або перекисного окислення.

Площа піків, пов'язаних з жирними кислотами кутину епідермісу листка, не зменшується. Тим не менше їх композиція зазнає певних конформаційних змін, на що вказує зростання відношення «симетричні збуджені коливання/несиметричні збуджені коливання С-Н зв'язку» (табл. 3).

Таблиця 2

Зміни питомого вмісту ідентифікованих сполук, визначених на основі маркерних хімічних груп, у відносних одиницях площі піку на спектрограмі оптичної густини, $M \pm SE$

Сполуки, характерні для тканин ліофілізованих листків	Хімічна група або зв'язок, тип коливань	Col-0, контроль	Col-0, 21 Гр	Статистично достовірні відмінності, $p < 0,01$	Відношення «опромінені рослини/ контроль»
<i>геміцелюлози</i>	глікозидний зв'язок, С-О	0,65±0,04	1,22±0,15	<	↑ 1,88
<i>крахмаль</i>	С-О-С, асиметричні коливання	1,03±0,04	1,40±0,06	<	↑ 1,36
<i>целюлоза</i>	-СН, -С-С, -С-О-С	0,71±0,04	1,76±0,06	<	↑ 2,48
<i>пектин</i>	глікозидний зв'язок, С-О; дисоційована карбоксильна група (СОО-)	2,01±0,22	0,82±0,10	>	↓ 2,45
<i>нуклеїнові кислоти</i>	фосфатний зв'язок, PO ₂ -, асиметричні коливання	0,82±0,10	0,16±0,01	>	↓ 5,13
<i>лігнін</i>	С-Н, площинна деформація	1,58±0,23	0,14±0,03	>0	↓ 11,29
<i>протеїн, амід I, бета-шари</i>	карбонільна група, пептидний зв'язок (С-N)	3,22±0,24	0,78±0,12	>	↓ 4,13
<i>протеїн, амід I, альфа-спіралі</i>	карбонільна група, пептидний зв'язок (С-N)	3,04±0,26	0,78±0,12	>	↓ 3,90
<i>ліпіди</i>	карбонільна група	2,11±0,30	1,07±0,17	>	↓ 1,97
<i>жирні кислоти кутину</i>	метиленова група, симетричні коливання С-Н зв'язку; асиметричні коливання С-Н зв'язку	3,41±0,12	3,84±0,86	відсутні	відсутні

Можна припустити, що частина меристематичних клітин листків опромінених рослин втрачає рРНК, які становлять більшу частину пулу нуклеїнових кислот, і здатність до синтезу білків, а також здатність до реплікації ДНК та поділу. У багатьох класичних радіобіологічних роботах була показана вакуалізація цитоплазми меристематичних клітин та потовщення клітинних стінок під дією іонізуючого опромінення [1]. Клітинна стінка таких клітин, імовірно, накопичує целюлозу, яка заміщує пектин. Зокрема, в наших дослідженнях відношення «целюлоза/пектин» у тканинах листків опромінених рослин зростає з 0,38 до 2,44. Зниження вмісту лігніну в 11,3 рази (табл. 2) у порівнянні з контролем вказує на тотальне руйнування лігнінових структур, що неминуче призводить до порушення еластичності тканин листа, здатності клітин до росту і розтягування, втрати тургору та деформації просторової форми і жилкування листової пластинки (ці аномалії листка опромінених рослин спостерігали візуально). Важливим є те, що загальна кількість основних полісахаридів клітинної стінки – целюлози, геміцелюлози, пектину під впливом радіації значуще не змінюється, отже у віддалений період після гострого опромінення відбувається не стільки руйнування, скільки зміна складу і структури клітинних стінок: зменшення вмісту пектину та лігніну й одночасне збільшення вмісту целюлози та геміцелюлоз. Відповідним чином перебудовується і вуглеводний обмін – кількість полісахаридів у листках опромінених рослин дещо зростає за рахунок полімерів глюкози: целюлози, геміцелюлози, крохмалю.

Деякі розрахункові біохімічні параметри, визначені на основі маркерних хімічних груп, у відносних одиницях площі піку на спектрограмі оптичної густини, $M \pm SE$

Біохімічний параметр	Col-0, контроль	Col-0, 21 Гр	Статистично достовірні відмінності, $p < 0,01$	Відношення «опромінені рослини/ контроль»
<i>целюлоза, геміцелюлози</i>	1,36 \pm 0,04	2,98 \pm 0,19	<	↑ 2,19
<i>крохмаль</i>	1,03 \pm 0,04	1,40 \pm 0,06	<	↑ 1,36
<i>пектин</i>	2,01 \pm 0,22	0,82 \pm 0,12	>	↓ 2,45
<i>полісахариди клітинної стінки (целюлоза, геміцелюлози, пектин)</i>	3,03 \pm 0,40	3,80 \pm 0,30	відсутні	
<i>полісахариди-полімери глюкози (целюлоза, геміцелюлози, крохмаль)</i>	2,39 \pm 0,05	4,39 \pm 0,20	<	↑ 1,84
<i>полісахариди в цілому</i>	4,06 \pm 0,38	5,21 \pm 0,31	<	↑ 1,28
<i>відношення целюлоза/пектини</i>	0,38 \pm 0,03	2,44 \pm 0,26	<	↑ 6,42
<i>ліпіди</i>	2,11 \pm 0,3	1,07 \pm 0,17	>	↓ 1,97
<i>протеїни</i>	6,26 \pm 0,50	1,64 \pm 0,21	>	↓ 3,82
<i>відношення бета-шари/альфа-спіралі</i>	1,07 \pm 0,01	1,20 \pm 0,05	<	↑ 1,12
<i>відношення симетричні коливання/несиметричні коливання, C-H зв'язок, кутин</i>	0,80 \pm 0,01	1,19 \pm 0,05	<	↑ 1,49
<i>відношення нуклеїнові кислоти/протеїни</i>	0,13 \pm 0,01	0,12 \pm 0,03	відсутні	відсутні
<i>відношення нуклеїнові кислоти/полісахариди клітинної стінки</i>	0,24 \pm 0,02	0,04 \pm 0,00	>	↓ 6,00
<i>відношення протеїни/полісахариди клітинної стінки</i>	1,86 \pm 0,07	0,49 \pm 0,08	>	↓ 3,80

Пострадіаційне порушення метаболізму нуклеїнових кислот позначається на зниженні відношення «нуклеїнові кислоти/полісахариди клітинної стінки» через 30 діб після опромінення у 6 разів в порівнянні з неопроміненним контролем (табл. 3). Після гострого опромінення відбуваються також і зміни на рівні білкового обміну. Окрім зменшення у 3,8 рази вмісту білків у листках розетки *A. thaliana*, зафіксоване невелике збільшення відношення кількості бета-шарів до кількості альфа-спіральних доменів білків (табл. 3). Обидва типи доменів, очевидно, входять до складу тих самих протеїнів, оскільки площі відповідних піків спектру поглинання сильно корелюють між собою ($r = 0,90-0,95$). Проте у листках опроміненого варіанту коефіцієнт кореляції значуще зменшується і повністю зникає характерна для контролю негативна кореляція ($r = -0,95-0,97$) між вмістом нуклеїнових кислот та відношенням «бета-шари/альфа-спіралі». Ми припускаємо радіаційну індукцію конформаційних модифікацій вторинної та третинної структури білків, пов'язану як з протеолізом, так і з переходом певних доменів до просторової структури, характерної для бета-листів. Останні дослідження вказують на можливість викликаної радіацією зміни фолдингу деяких протеїнів рослин, подібної до утворення бета-амілоїдів у тварин та дріжджів [7; 8]

Феноменологія виявлених ефектів значною мірою співпадає з гіперчутливою відповіддю, яка виникає у рослин внаслідок інвазії патогенів [14]. Проте особливість реакції рослин на радіацію полягає, по-перше, в тому, що вона не локальна, як у випадку гіперчутливості, а відразу зачіпає тканини цілих органів – розеткових листків, по-друге, описані вище біохімічні зміни розвиваються поступово, протягом тривалого часу після опромінення. Так само як стійкість до патогенів забезпечується гіперчутливістю клітин у зоні зараження, відносна висока радіостійкість рослин при опроміненні в сублетальній дозі може бути пов'язана з аналогічною реакцією, що проявляється у модифікації метаболізму, гістологічних змінах та відмиранні

клітин, тканин і органів. Показово, що транскрипційні фактори MYB, задіяні у гіперчутливій відповіді, відграють важливу роль у стресовій регуляції метаболізму полісахаридів, целюлози, лігніну, пектину, ліпідів [4; 14; 15], тобто тих ланок обміну речовин, у яких спостерігали найбільші відмінності від контролю після опромінення. Білки MYB приймають участь у контролі фенілпропаноїдного шляху та цвітіння [5], процесах, які зазнають суттєвих змін під впливом іонізуючого опромінення. Показано, що накопичення деяких фенілпропаноїдів і флавоноїдів пов'язане із порушенням синтезу лігніну [17]. Крім того, трансгенні лінії арабідопису, які характеризуються підвищеним рівнем експресії стресового транскрипційного фактору R2R3-MYB, мають фенотип [6], дуже схожий на той, що ми спостерігали у опроміненних рослин і рослин, отриманих з опроміненого насіння. Також при опроміненні рослин *A. thaliana* в дозі 21 Гр в клітинах розеткових листків експресія маркерних генів репарації дволанцюгових розривів ДНК *AtRAD51* і *AtKu70* сягає найвищого рівня в діапазоні нестимулюючих сублетальних доз [9]. Можна припустити, що реакція, подібна до реакції гіперчутливості, спрямована на елімінацію клітин з необоротно порушеною структурою та функцією ліпідних мембран, а також клітин, не здатних відновити цілісність геному, і завдяки цьому – на збереження життєздатності організму та генетичної повноцінності гамет і насіння.

Висновки

На основі аналізу FTIR-спектрограм ліофілізованих розеткових листків модельної рослини *A. thaliana* через 30 діб після опромінення рентгенівськими променями в дозі 21 Гр, яка знаходиться на межі інтервалів стимуляції та пригнічення життєдіяльності опроміненних рослин, можна зробити висновок про значні зміни кількісного вмісту полісахаридів, нуклеїнових кислот і протеїнів, а також конформації макромолекул. Виявлені віддалені біохімічні зміни можуть бути зумовлені індукцією біохімічної відповіді рослинних клітин на стрес, викликаний іонізуючим опроміненням, що призводить до деградації нуклеїнових кислот, модифікації клітинної стінки, накопичення крохмалю, протеолізу та конформаційних перетворень білків.

1. Васильев И. Действие ионизирующих излучений на растения. Радиофизиологические исследования / Васильев И. — М.: Издательство Академии наук СССР. — 1962. — С. 96—101.
2. Лешина Л. Влияние редкоизирующего излучения на биохимический статус регенерантов *Digitalis purpurea* L. в культуре *in vitro*. / [Лешина Л., Булко О., Литвинов С. та ін.] // Фактори експериментальної еволюції організмів. Збірник наукових праць.- 2016. — Т. 19. — С. 151—156. http://nbuv.gov.ua/UJRN/feeo_2016_19_34
3. Шевченко В. Оценка по индукции флуоресценции хлорофилла функционального состояния растений сои и льна, выросших в течение нескольких поколений под действием хронического облучения в зоне Чернобыльской АЭС. / [Шевченко В., Данченко М., Бережна В. та ін.] // Тези доповідей VI з'їзду Радиобіологічного Товариства України. — Київ. — 2015. — С. 134. http://icbge.org.ua/re/images/c/c6/VI_Congress_URS_2015_Abstract_BOOK_Plus.pdf
4. Ambawat S., Sharma P., Yadav N.R., Yadav R.C. MYB transcription factor genes as regulators for plant responses: an overview. // *Physiology and Molecular Biology of Plants*. — 2013. — 19(3). — pp. 307—321. doi: 10.1007/s12298-013-0179-1
5. Colquhoun T.A., Schwieterman M.L., Wedde A.E. et al. EOBII Controls Flower Opening by Functioning as a General Transcriptomic Switch. // *Plant Physiology*. — 2011. — 156. — pp. 974—984. doi: 10.1104/pp.111.176248
6. Cominelli E., Sala T., Calvi D., Gusmaroli G., Tonelli C. Over-expression of the Arabidopsis *AtMYB41* gene alters cell expansion and leaf surface permeability. // *The Plant Journal*. — 2008. — 53. — pp. 53-64. doi: 10.1111/j.1365-313X.2007.03310.x
7. Danchenko M., Klubicova K., Krivohizha M., Berezhna V., Sakada V., Hajduch M., Rashydov N. Systems biology is an efficient tool for investigation of low-dose chronic irradiation influence on plants in the Chernobyl zone. // *Cytology and Genetics*. — 2016. — 50(6). — pp. 400-414. doi: 10.3103/S0095452716060050
8. Gabrisova D., Klubicova K., Danchenko M., Gomory D., Berezhna V., Skultety L., Miernyk J., Rashydov N., Hajduch M. Do Cupins Have a Function Beyond Being Seed Storage Proteins? // *Front. Plant Sci*. — 2016. — 6. pp. 1-9. doi: 10.3389/fpls.2015.01215

9. Litvinov S., Rasydyov N. The transcriptional response of *Arabidopsis thaliana* L. AtKu70, AtRAD51 and AtRad1 genes to X-rays. // Journal of Agricultural Science and Technology A. — 2017. — 7 (1). — P. 52-60. doi: 10.17265/2161-6256/2017.01.008
10. Makhni T., Ilchenko O., Reynt A., Pilgun Y., Kutsyk A., Krasnenkov D., Ivasyuk M., Kukharsky V. Age-related changes in FTIR and Raman spectra of human blood. // Ukr. J. Phys. — 2016. — 61 (10). — pp. 853-862. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ukjourph_2016_61_10_3
11. Mazurek S., Mucciolo A., Humbel B., Nawrath C. Transmission Fourier transform infrared microspectroscopy allows simultaneous assessment of cutin and cell-wall polysaccharides of *Arabidopsis* petals. // The Plant Journal. — 2013. — 74. — pp. 880-891. doi: 10.1111/tpj.12164
12. Movasaghi Z., Rehman S., Rehman I. Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectroscopy of Biological Tissues. // Applied Spectroscopy Reviews. — 2008. — 43. — pp. 134-179. doi: 10.1080/05704920701551530
13. Perromat A., Melin A.-M., Lorin C., Deleris G. Fourier Transform IR Spectroscopic Appraisal of Radiation Damage in *Micrococcus luteus*. // Biopolymers. — 2003. — 72. — pp. 207-216. doi: 10.1002/bip.10381
14. Raffaele S., Vailleau F., A. Léger et al. A MYB Transcription Factor Regulates Very-Long-Chain Fatty Acid Biosynthesis for Activation of the Hypersensitive Cell Death Response in *Arabidopsis*. // The Plant Cell. — 2008. — 20. — pp. 752—767. doi: 10.1105/tpc.107.054858
15. Roy S. Function of MYB domain transcription factors in abiotic stress and epigenetic control of stress response in plant genome. // Plant signaling & Behaviour. — 2016. — 11(1). pp. 1-7. doi: 10.1080/15592324.2015.1117723
16. Schulz H., Baranska M. Identification and quantification of valuable plant substances by IR and Raman spectroscopy. // Vibrational Spectroscopy. — 2007. — 43. — pp. 13-25. doi: 10.1016/j.vibspec.2006.06.001
17. Vanholme R., Storme V., Vanholme B. et al. A Systems Biology View of Responses to Lignin Biosynthesis Perturbations in *Arabidopsis*. // The Plant Cell. — 2012. — 24. — pp. 3506—3529. doi: 10.1105/tpc.112.102574
18. Wei Z., Dong L., Tian Z.H. Fourier transform infrared spectrometry study on early stage of cadmium stress in clover leaves. // Pak. J. Bot. — 2009. — 41(4). — pp. 1743-1750. [http://www.pakbs.org/pjbot/PDFs/41\(4\)/PJB41\(4\)1743.pdf](http://www.pakbs.org/pjbot/PDFs/41(4)/PJB41(4)1743.pdf)
19. Wilson R., Smith A., Kačuráková M., Saunders P., Wellner N., Waldorn K. The Mechanical Properties and Molecular Dynamics of Plant Cell Wall Polysaccharides Studied by Fourier-Transform Infrared Spectroscopy. // Plant Physiology. — 2000. — 124. — pp. 397-405. doi: 10.1104/pp.124.1.397
20. Xu F., Yu J., Tesso T., Dowell F., Wang D. Qualitative and quantitative analysis of lignocellulosic biomass using infrared techniques: A mini-review. // Applied Energy. — 2013. — 104. — pp. 801-809. doi: 10.1016/j.apenergy.2012.12.019
21. Zhao X., Sheng F., Li X., Chen G. Fourier transform—infrared studies on the effects of salt and drought stress on the chemical composition and protein conformation changes in *Arabidopsis* leaves. // Sciences in Cold and Arid Regions. — 2009. — 1(4). — pp. 341-347. doi: 10.1104/pp.004325

С. В. Литвинов, М. В. Кривохижя, В. М. Кухарский, Н. М. Рашидов

Институт клеточной биологии и генетической инженерии НАН Украины

Институт геронтологии имени Д.Ф.Чеботарёва НАМН Украины

ИЗМЕНЕНИЯ НЕПИГМЕНТНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ЛИСТЬЯХ ОБЛУЧЁННЫХ РАСТЕНИЙ *ARABIDOPSIS THALIANA* (L.) HEYNH.

Действие радиации на растения часто вызывает структурно-метаболические изменения, проявляющиеся через длительный промежуток времени после облучения. С целью изучения изменений в составе непигментных соединений ассимилирующего органа растений – листа использовали метод инфракрасной спектроскопии Фурье (FTIR). На основе анализа FTIR-спектрограмм лиофилизированных розеточных листьев модельного растения *Arabidopsis thaliana* через 30 суток после облучения рентгеновскими лучами в дозе 21 Гр можно сделать вывод о значительных изменениях содержания полисахаридов, нуклеиновых кислот и протеинов, а также конформации макромолекул. После облучения в листьях в разы снижалось содержание белков и нуклеиновых кислот, происходило замещение пектина и лигнина целлюлозой и гемицеллюлозой, накапливался крахмал. Изменялась композиция жирных кислот кутина. Также зафиксировано небольшое увеличение отношения количества бета-слоев к количеству альфа-спиральных доменов белков. Выявленные изменения могут быть

обусловлены индукцией биохимического ответа растительных клеток на стресс, вызванный ионизирующим облучением, что ведёт к деградации нуклеиновых кислот, модификации клеточной стенки, накоплению крахмала, протеолизу и конформационным превращениям белков.

Ключевые слова: рентгеновское излучение, инфракрасная спектроскопия Фурье (FTIR), индуцированные облучением биохимические изменения, гиперчувствительный ответ, клеточная стенка

S. V. Litvinov, M. V. Krivohizhaya, V. M. Kukharskyu, N. M. Rashydov

Institute of Cell Biology and Genetic Engineering NAS of Ukraine

D. F. Chebotarev State Institute of Gerontology NAMS of Ukraine

CHANGES IN THE NON-PIGMENTED COMPOUNDS IN LEAVES OF IRRADIATED *ARABIDOPSIS THALIANA* (L.) HEYNH. PLANTS

The action of radiation on plants often causes structural and metabolic changes that occur over a long period of time after irradiation. In order to analyze changes in composition of non-pigment compounds of the plant assimilative organ, leaf, the Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR) was used. On the basis of the analysis of the FTIR spectrograms of the lyophilized rosette leaves of *Arabidopsis thaliana* 30 days after X-irradiation at dose 21 Gy it can be concluded that there are significant changes in the content of polysaccharides, nucleic acids and proteins. In particular, in the leaves of irradiated plants the content of proteins and nucleic acids was greatly reduced, pectin and lignin were replaced by cellulose and hemicellulose, starch was accumulated. The composition of fatty acids in the cutin in the leaves of irradiated plants has been undergo structural changes. Also, a slight increase in the ratio of the number of beta-sheets to the number of alpha-helix domains of proteins has been observed. The changes can be related to the induction of the biochemical response of plant cells to ionizing radiation, leading to the degradation of nucleic acids, modification of the cell wall, accumulation of starch, proteolysis and conformational changes in proteins.

Key words: X-radiation, Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR), radiation induced biochemical changes, hypersensitive response, cell wall

Рекомендує до друку

Надійшла 07.03.2018

В. В. Грубінко

УДК 633.8:661.718.1(477.84)

Ю. В. ЛЮТА, В. В. ГРУБІНКО

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка

вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027

НАКОПИЧЕННЯ ФОСФОРУ В ОРГАНІЗМІ *NASTURTIIUM OFFICINALE R. BR.*

Поблизу р. Серет в межах м. Тернопіль (49°29'15" пн. ш., 25°34'51" сх. д.) виявлено вегетування настурції звичайної (*Nasturtium officinale R. Br.*), яка має високу накопичувальну здатність щодо сполук фосфору. Найефективнішими з точки зору накопичення фосфору є коренево-стеблова частина рослини, що сприяє вилученню з екосистеми фосфорних сполук переважно з ґрунтового шару та з товщі води. Для практичного використання у покращенні екологічного стану водойм та зменшення їх евтрофікації шляхом вилучення сполук фосфору, зважаючи на швидкість наростання біомаси рослини у гідроценозі, швидкість та тривалість вегетації, *N. officinale* є перспективним фосфоре mediaційним видом.

Ключові слова: *Nasturtium officinale R. Br.*, фосфор, накопичення, гідро екосистема

Водні рослини володіють високою акумулюючою здатністю щодо поллютантів різної хімічної природи. У них розвинуті надзвичайно ефективні механізми поглинання фосфору, хоча не всі його форми є легкодоступними. Зокрема, у багатьох наукових працях висвітлюється питання про накопичувальну здатність біогенних речовин водними рослинами [3].

Тому, метою експерименту було з'ясувати накопичувальну здатність фосфору вищими водними рослинами з річкової екосистеми при фіксованих умовах зростання за підвищеного вмісту фосфору у воді.

Матеріал і методи досліджень

Досліджували фосфоракумулюючу здатність настурції лікарської, поширеної від Європи до Центральної Азії.

Настурція звичайна, або настурція лікарська, або Водяний крес (*Nasturtium officinale* R. Br.): Царство: Рослини, Відділ: Квіткові, Порядок: Капустоцвітні, Родина: Капустяні, Рід: Настурція, Вид: Настурція звичайна (*Nasturtium officinale* R. Br.).

Стебла стеляться, товсті, порожнисті, до 50-60 см у довжину. Листя зелені, перисторозсічені, з широкими черешками і 2-7 парами довгастих або овальних листочків з більш великим та округлим яйцеподібним верхівковим листочком. Рослина цвіте білими дрібними квітами у травні – серпні, зібраними у напівпарасольки. Відцвітаючи, утворює плід – короткий, роздутий, з опуклими стулками, без жилок стручок з продовгуватими, плоским насінням. Вона – типовий гідрофіт, має слабозвинені підземні пагони, які кріпляться до прибережного мулу та каміння.

Росте у дикому вигляді в місцях, де присутня волога (водойми, джерела, канали, тощо).

Проби рослин відбирали з р.Серет, що протікає в межах Тернополя (рис. 1).



Рис.1. Картохема поширення популяції *Nasturtium officinale* R. Br.-49°29'15" пн. ш., 25°34'51" сх. д.

(р. Серет). Масштаб 1:10 000



Рис.2. Фото з місця зростання *N. officinale* R. Br.

Для дослідження поглинальної здатності фосфатів із води був проведений модельний експеримент. Для цього із р. Серет в околицях м. Тернополя було відібрано Настурцію лікарську (*Nasturtium officinale* R. Br.). Частину відібраних зразків рослин було поміщено у простерилізовані скляні ємності місткістю 10 дм³ із водою з р. Серет, що прийняли за контроль (К). Для модельного досліду (Д) у річкову воду додавали розчин дигідрофосфату натрію (NaH₂PO₄), в якому фосфор (P) взятий у кількості 3,5 мг/дм³ – концентрація, при якій елемент активно поглинається рослинами із води та рівномірно розподіляється у листі, стеблі та корені [3]. Експозиція рослин на розчинах та у природній воді тривала впродовж чотирьох місяців (з

жовтня по січень). Температура повітря в приміщенні становила 18-20°C, температура води 14-16°C, освітленість – 10000 Лк за допомогою люмінесцентних ламп (світлова/темнова фази – 16/8 год). Визначали вміст фосфатів у воді та вміст фосфору у рослині фотометричним методом з молібдатом амонію $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$. Внаслідок взаємодії ортофосфату з молібдатом амонію у кислому середовищі ($\text{pH} \approx 1$) у присутності аскорбінової кислоти утворюється інтенсивно забарвлена у синій колір сполука – «молібденова синь». Чутливість визначення становить 0,02 мг $\text{PO}_4^{3-}/\text{дм}^3$. Оптичну густину розчинів вимірювали при $\lambda = 690$ нм. Для перерахунку отриманих величин у концентрацію фосфору фосфатів, мг P/дм³, показники множили на 0,3263. (МВВ 081/12-0005-01), описаним [1]. Отримані дані опрацьовані методами варіаційної статистики.

Результати досліджень та їх обговорення

Поява *N. officinale* у межах м. Тернополя пов'язана з підвищенням середньорічної температури, м'якими малосніжними зимами, зменшенням кількості опадів, пересиханням та прогріванням водойм, їх евтрофікацією та скороченням ареалу і екологічної ролі у місцевих водних біоценозах традиційних доміантних видів: Незабудка болотна (*Myosotis scorpioides* L.), Лепешняк великий (*Glyceria maxima*), Стрілолист звичайний (*Sagittaria sagittifolia* L.) тощо. На фоні цих процесів *N. officinale* виявилася конкурентним видом і поступово розширює свій ареал за рахунок аборигенних видів.

У результаті досліджень встановлена динаміка вмісту фосфору у *N. officinale*, представлена на рис. 3.

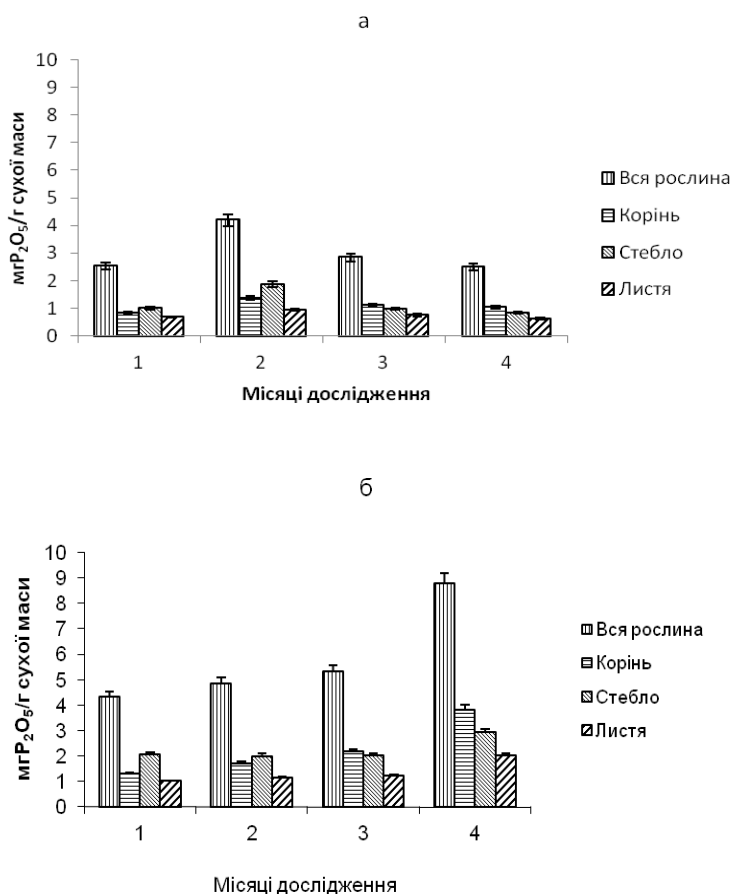


Рис. 3. Динаміка вмісту фосфору (мг P₂O₅) у *N. officinale* у розрізі місяців: а – контроль, б – дослід; місяці дослідження: 1 – жовтень, 2 – листопад, 3 – грудень, 4 – січень; $M \pm m$, $n = 3$.

Встановлено, що впродовж першого та другого місяців дослідження *N. officinale* найефективніше акумулює фосфор стебло, від якого елемент надходить до листя. Однак, впродовж третього та четвертого місяців, найбільша акумулююча здатність виявлена у кореневій системі із максимальними показниками у четвертий місяць дослідження.

У досліджуваних рослинах зменшення накопичувальної здатності фосфору у частинах рослини відбувалося по-різному. Так, 42,3% у контрольних пробах і 44,2% у дослідних пробах фосфору акумульовано у стеблі, 32,9% і 32,4% у корені і 25,2% і 23,2% у листі відповідно. У *M. scorpioides* 47,0% у контрольних пробах і 50,1% у дослідних пробах фосфору акумульовано у стеблі, 31,0% і 30,5% у листі і 23,6% і 19,4% у корені відповідно. Отже, у *N. officinale* найкраще розвинута коренево-стеблове поглинання фосфору. Відмічені вище відмінності можуть бути пов'язані з особливостями будови кореневої системи, стебла та листків рослини, а також фізіологічними особливостями життєдіяльності та обміну речовин і еколого-фізіологічними вимогами рослини до середовища існування.

Отримані дані щодо вмісту фосфору у рослині співвідносяться з акумулюючою здатністю фосфорних сполук із води. Коефіцієнт накопичення фосфору у *N. officinale* представлено на рисунку 4.

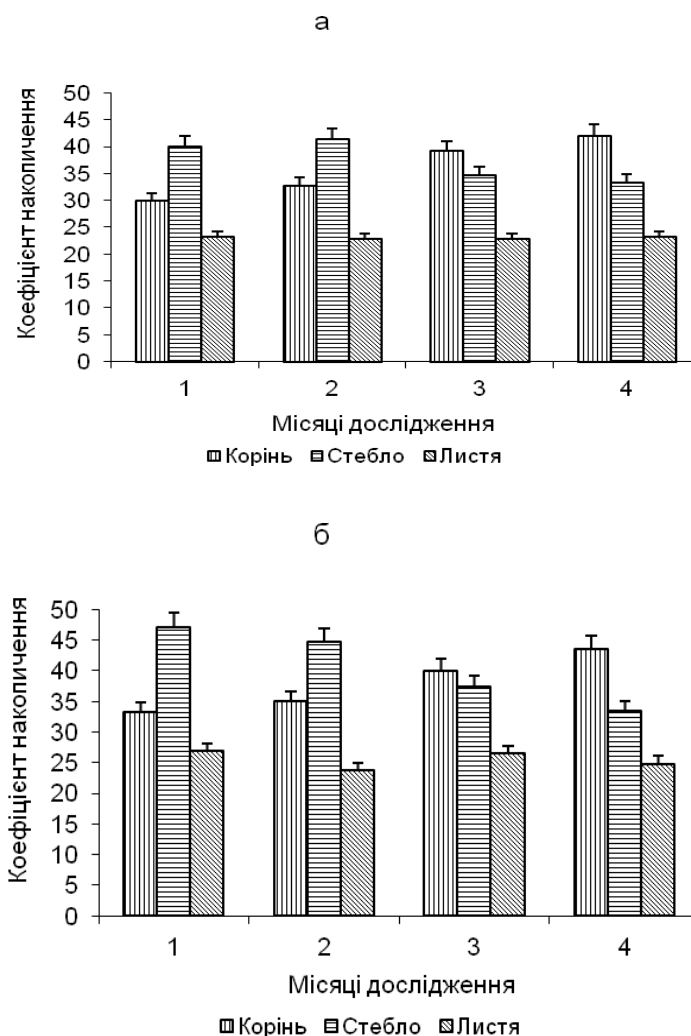


Рис. 4. Коефіцієнт накопичення Р у *N. officinale* з води: а – контрольні проби, б – дослідні проби; місяці дослідження: 1 – жовтень, 2 – листопад, 3 – грудень, 4 – січень

Встановлено, що коефіцієнт акумуляції фосфору із води у контрольних і дослідних пробах – 6,3 і 8,3 відповідно. При цьому, *N. officinale* має високу здатність акумулювати фосфати кореневою і стебловою частинами. У зв'язку з переважанням кореневого шляху живлення у *N. officinale* можливе вилучення фосфорних сполук з ґрунтового шару та намулу, а також стебловою частиною з води, що важливо для вилучення надлишку фосфатів з різних складових водних екосистем.

Згідно наших досліджень коефіцієнт накопичення Р та коефіцієнт акумуляції фосфору рослиною із води можна подати рядами: 1 місяць – стебло>корінь>листя; 2 місяць – стебло>корінь>листя; 3 місяць – корінь>стебло>листя; 4 місяць – корінь>стебло>листя.

Поглинання фосфору із води водними рослинами у природних умовах відбувається стебловою частиною рослинного організму, після чого фосфор як і інші поживні для рослини речовини спрямовуються до зон його інтеркалярного та апікального росту (листя, кореня), а потім і в плоди [2]. Відомо, що накопичення фосфору у стеблах рослин – одна із ознак достатньої забезпеченості рослин фосфором. Тому, виходячи із отриманих даних, констатуємо той факт, що *N. officinale* добре забезпечується фосфором.

Враховуючи отримані дані можна вирахувати фосфоракумулюючу здатність рослини у природних умовах з метою використання настурції для оздоровлення гідроекосистем.

Під час польового дослідження маршрутним методом виявлено, що середня кількість рослин настурції лікарської на одному м² становить 192±7 екз. Проби рослин відбиралися упродовж осіннього вегетаційного періоду.

Таблиця 1

Біомаса рослини (г/м²) та вміст фосфору (г/м²) у *N. officinale*, M±m, n=5.

Показник		Вся рослина	квіти	листки	корінь	стебло
сира		51,04±5,79	1,55±0,39	18,48±1,92	11,86±1,72	19,15±1,76
суха		10,11±0,70	0,16±0,05	2,48±0,51	0,59±0,07	1,09±0,07
% вологи		80,2	89,7	86,6	95,1	94,3
Вміст Р	г/м ²	1,11	-	0,37	0,05	0,30
	% від сухої маси	19,98	-	14,92	8,47	27,52

Як показали результати досліджень, найбільше вологи міститься у корені та стеблі рослин. Тому відносний вміст фосфору у кореневій частині є невисоким. Найбільше фосфору накопичує біомаса стебла та листків, за рахунок чого рослини *N. officinale* утримують близько 20% фосфору (у розрахунку на чистий фосфор), або біля 1 г/м². Зважаючи на площу, що займає популяція настурції, – близько 4,5 га, загалом, в рослинах може знаходитися близько 45 кг біологічно доступного фосфору.

Висновки

На дослідженій ділянці р. Серет виявлено вегетування настурції звичайної (*Nasturtium officinale* R. Br.), яка має високу загальнонакопичувальну здатність щодо фосфору. Найефективнішими з точки зору накопичення фосфору є стебло-листова частина рослини, що сприяє вилученню з екосистеми фосфорних сполук як з ґрунтового шару та з товщі води, що важливо для оздоровлення гідроекосистеми від надлишку розчинних фосфатів. Рослини настурції у сухому вигляді можуть містити до 20% фосфору (за масою), тому цю рослину можна вважати цінним джерелом біологічно доступного фосфору.

Отже, для практичного використання у покращенні екологічного стану водойм та зменшення їх евтрофікації шляхом вилучення сполук фосфору, зважаючи на швидкість наростання біомаси рослини у гідроценозі, швидкість та тривалість вегетації, *N. officinale* є перспективним фосфоремедіаційним видом.

1. *Линник П. М.* Десорбція сполук азоту, фосфору і заліза з донних відкладів за дії різних чинників / П.М. Линник, А.О. Морозова // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. — Київ : Обрій, 2006. — С. 73—81.
2. *Макрушин М. М.* Фізіологія рослин: підручник / М. М. Макрушин, Є. М. Макрушина, Н. В. Петерсон, М. М. Мельников ; за ред. проф. М. М. Макрушина. — Вінниця : Нова Книга, 2006. — 416 с.
3. *Пасичная Е. А.* Влияние соединений фосфора на водные растения (обзор) / Е. А. Пасичная, Л. О. Горбатюк, О. М. Арсан [и др.] // Гидробиологический журнал. — 2015. — Т. 51, № 1. — С. 93—108.
4. *Прокопчук О. І.* Фосфати у водних екосистемах / О. І. Прокопчук, В. В. Грубінко // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія. — 2013. — Вип. 3 (56). — С. 78—85.

Ю. В. Люта, В. В. Грубінко

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка

НАКОПЛЕНИЕ ФОСФОРА В ОРГАНИЗМЕ *NASTURTIIUM OFFICINALE* R. BR.

Вблизи р. Серет в пределах г. Тернополь (49°29'15" с. ш., 25°34'51" вост. д.) обнаружена вегетация Настурции обыкновенной (*Nasturtium officinale*), которая имеет высокую накопительную способность относительно соединений фосфора. Наиболее эффективными с точки зрения накопления фосфора является корнево-стеблевая часть растения, способствующая исключению из экосистемы фосфорных соединений, преимущественно из почвенного слоя и из толщи воды. Для практического использования в улучшении экологического состояния водоемов и уменьшения их эвтрофикации путем изъятия соединений фосфора, учитывая скорость нарастания биомассы растения в гидроценозах, скорость и продолжительность вегетации, *N. officinale* является перспективным фосфоромедиационным видом.

Ключевые слова: Nasturtium officinale R. Br., фосфор, накопление, гидроэкосистема

Yu. V. Liuta, V. V. Grubinko

Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine

ACCUMULATION OF PHOSPHORUS OF *NASTURTIIUM OFFICINALE* R. BR.

Nasturtium officinale R. Br. which vegetate in river Seret (49°29'15" northern latitude, 25°34'51" eastern longitude) has high accumulation capacity in relation to connections of phosphorus compounds. The aim of the experiment was to find out the accumulation capacity of *N. officinale* of phosphorus in a river ecosystem under fixed growth conditions and high levels of phosphorus in water.

The phosphoro-activity and biochemistry of *Nasturtium officinale* R. Br. of the medicine, which vegetate inside Europe out Central Asia, was studied. Plant is a typical hydrophyte, with underdeveloped underground shoots, which are attached to coastal silt. *N. officinale* in May-September is blossoms. *Nasturtium officinale* R. Br. was selected during the vegetation period from the Seret River, which flows within the city of Ternopil. The content of phosphates in water and phosphorus contents in the plant were determined by photometric method with ammonium molybdate (NH₄)₂MoO₄. The resulting data by the methods of variation statistics are processed.

As a result of the study, it was found that the most effective in terms of accumulation of phosphorus is the root-stem portion of the plant, which helps to remove phosphorus compounds from the ecosystem, mainly from the soil layer and from the water column. It should be noted that the resulting data on the content of phosphorus in the plant correlate with the accumulation ability of phosphorus compounds from water.

Consequently, *N. officinale* has a high accumulation capacity for phosphorus compounds. Dry plants can contain up to 20% phosphorus, so this plant can be considered a source of biologically available phosphorus. So, *N. officinale* is a perspective phosphorus remediation kind of plants.

Key words: Nasturtium officinale R. Br., phosphorus, accumulation, hydroecosystem

Рекомендує до друку

Надійшла 02.03.2018

В. З. Курант

УДК 597.4/.5:556.53

Д. В. МЕДОВНИК

Інститут гідробіології НАН України
пр-т Героїв Сталінграда, 12, Київ 04210

МІЖВИДОВІ ВІДНОСИНИ ІНВАЗИВНИХ ТА АБОРИГЕННИХ ВИДІВ РИБ У МАЛИХ РІЧКАХ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ

В статті подані результати досліджень представленості інвазивних видів риб у малих річках урбанізованих територій та їх взаємодію між собою та з аборигенними видами. Встановлено, що домінування короткоциклових інвазивних видів риб можливе лише за зниження тиску аборигенних конкурентів та хижаків внаслідок антропогенної деградації іхтіоценозів. Висловлено припущення, що інвазивні види з подібними екологічними особливостями можуть складати один одному гостру конкуренцію. Показано, що на ізольованих гідроспорудами ділянках малих річок домінуючі комплекси в іхтіоценозах утворені кількома найбільш конкурентоздатними видами з розбіжними екологічними особливостями.

Ключові слова: малі річки, антропогенне порушення, інвазивні види, конкуренція, іхтіоценози

Відомо, що антропогенна трансформація малих річок, включно порушення гідрологічного режиму та токсифікація, спричиняє зміни у їх екосистемах, зокрема у видовій та екологічній структурах іхтіоценозів [5]. Так, пригнічення та зникнення популяцій аборигенних видів риб вивільняє екологічні ніші, полегшуючи тим самим натуралізацію більш еврибонтних представників, що походять із інших водних об'єктів [3, 7, 8, 11]. Набуття інвазивними видами масовості може бути показником ступеню антропогенної деградації екосистеми [9]. Разом з тим, інвазивні види риб, набуваючи масовості, здатні пригнічувати популяції аборигенних видів, зокрема, за рахунок харчової конкуренції, виїдання молоді та розповсюдження епізоотій [2, 15]. Експансія інвазивних видів риб вважається незворотною та фактично некерованою [14].

Дослідження особливостей взаємного впливу інвазивних видів риб та їх взаємодії з аборигенними представниками у малих річках урбанізованих територій (на прикладі водотоків у межах м. Києва) дозволить більш точно прогнозувати подальші зміни у структурі іхтіоценозів за антропогенної трансформації водотоків та проникнення до них нових видів риб.

Матеріал і методи досліджень

В роботі використано іхтіологічний матеріал, зібраний та опрацьований згідно загальноприйнятих методик [10, 12] на ділянках річок Либідь, Нивка та Сирець упродовж 2010–2016 рр. Відбір іхтіологічного матеріалу був проведений за допомогою сачка. При цьому не були застосовані методи лову, що суперечать законодавству України чи потребують спеціальних дозволів. Статистична обробка отриманих даних проведена в MS Excel 2007.

Результати досліджень та їх обговорення

Дослідження структури іхтіоценозів малих річок урбанізованих територій показали [16], що на ділянках русла, не відокремлених гідроспорудами від приймаючої водойми (р. Либідь, р. Сирець нижче за штучні пороги), домінуючі комплекси в іхтіоценозах утворені виключно аборигенними видами риб, а на ізольованих гідроспорудами ділянках (р. Сирець вище за штучні пороги, р. Нивка) чисельно переважають інвазивні представники (табл. 1).

Більшість інвазивних видів належать до випадкових інтродуцентів, які потрапили до фауни України з водойм Далекого Сходу [10]. При цьому триголкова колючка звичайна розглядається в комплексі з ними, оскільки вважається саморозселенцем, котрий проник до басейну р. Дніпро в другій половині 20-го століття [4].

Відносна чисельність (%) інвазивних видів риби у іхтіоценозах річок Либідь, Сирець та Нивка

Вид:	р. Либідь	р. Сирець		р. Нивка
		нижче за штучні пороги	вище за штучні пороги	
Чебачок амурський (<i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck et Schlegel), 1846)	0,32	0,00	0,00	44,32
Карась сріблястий (<i>Carassius gibelio</i> (Bloch), 1782)	6,33	0,00	25,00	23,27
Триголкова колючка звичайна (<i>Gasterosteus aculeatus</i> L., 1758)	0,32	3,00	64,39	0,35
Головешка ротань (<i>Perccottus glenii</i> Dybowski, 1877)	0,00	0,00	0,00	0,10
Загалом	6,96	3,00	89,39	68,05

Примітка: жирним шрифтом виділені домінуючі види.

Щодо екологічної характеристики розглянутих видів риби, то вони можуть бути віднесені до лімнофілів, і тією чи іншою мірою приурочені до заростей занурених макрофітів. Всім їм властивий дрібний розмір та короткий життєвий цикл із раннім набуттям статевої зрілості. Так, карась сріблястий у досліджених річках представлений тугорослою короткоцикловою формою. За нерестовим субстратом він належить до фітофілів, тоді як іншим дослідженим видам риби властива гніздова поведінка з охороною ікри та молоді. Всім зазначеним видам притаманний порівняно широкий спектр живлення, за характером котрого карась сріблястий може бути віднесений до мирних еврифагів, чебачок амурський та триголкова колючка звичайна – зообентофаги, головешка ротань – зообентофаг і факультативний іхтіофаг. В цілому, всі вищезгадані види відзначаються високою екологічною пластичністю, а також стійкістю до несприятливих умов середовища [10].

Всім вищевказаним видам риби тією чи іншою мірою притаманне саморозселення [10, 18], тому низька їх чисельність на ділянках водотоків, не відмежованих гідроспорудами від приймаючих водойм, не може бути пояснена неможливістю проникнення до них. Так, у р. Либідь відмічені одиничні екземпляри чебачка амурського та триголкової колючки звичайної, а в її притоках, на яких розташовані ставки – одиничні особини чебачка амурського та карася сріблястого, що може свідчити про потрапляння риби цих видів до річки за рахунок пасивних міграцій. Разом з тим, в оз. Опечень Верхнє, окрім триголкової колючки звичайної, зареєстровані також інвазивні карась сріблястий та головешка ротань [13], однак вони не були відмічені у передгірловій ділянці р. Сирець, котра знаходиться в підпорі вказаної водойми.

Ймовірно, що низька представленість інвазивних видів риби на не ізольованих гідроспорудами ділянках водотоків спричинена конкуренцією та елімінацією з боку домінуючих аборигенних представників – короткоциклового спеціалізованого зоопланктофага верховодки звичайної (*Alburnus alburnus* (L.), 1758) та середньоциклової еврифаги і факультативних іхтіофагів – в'язя звичайного (*Idus idus* (L.), 1758) та окуня звичайного (*Perca fluviatilis* L., 1758). На користь наведеного припущення свідчить також порівняно низька відносна чисельність інших аборигенних короткоциклової риби на вказаних ділянках – відповідно 11,08% та 9,36% у річках Либідь та Сирець [16], що також може бути наслідком харчової конкуренції та хижацтва з боку вищезгаданих домінуючих представників. Тому ймовірно, що саме випадіння в'язя звичайного та верховодки звичайної з іхтіоценозів внаслідок переривання їх міграційних шляхів гідротехнічними спорудами дозволило короткоцикловоїм неспеціалізованим видам риби, зокрема інвазивним, набуті масовості на обмежених гідроспорудами ділянках.

Слід відзначити низьку відносну чисельність хижих видів риб на ізольованих гідроспорудах ділянках водотоків (відповідно 0,0% та 0,2% у середній течії р. Сирець та у р. Нивка) [16], що можна розглядати як чинник, сприятливий для масового розмноження дрібних короткоциклових видів риб. Крім того, слід зазначити, що на ізольованих гідроспорудах ділянках водотоків, де спостерігалось домінування інвазивних видів риб, аборигенні короткоциклові лімнофільні види були або відсутні взагалі (р. Сирець), або представлені одиничними екземплярами (р. Нивка), що може бути наслідком їх витіснення з боку видів риб з більш високими екологічною пластичністю та стійкістю.

Єдиним аборигенним видом риб, що є співдомінантом інвазивних представників на ізольованих ділянках водотоків, є короткоцикловий реофіл пічкур звичайний (*Gobio gobio* (L.), 1758). Ймовірно, цей типовий для малих річок резидентний вид, не зазнав витіснення з боку інтродуцентів та саморозселенців за рахунок особливостей живлення (спеціалізований зообентофаг), що дозволило йому уникнути гострої харчової конкуренції з інвазивними видами.

Можна припустити, що саме розбіжність за екологічними особливостями, в першу чергу, за спектром живлення, уможливило сумісне домінування кількох видів риб на обмеженій гідроспорудах ділянці малої річки. Так, домінуючі комплекси «пічкур звичайний – карась сріблястий – триголкова колючка звичайна» на ділянці р. Сирець та «пічкур звичайний – карась сріблястий – чебачок амурський» на ділянці р. Нивка були утворені видами, котрі займають різні екологічні ніші, що, ймовірно, дозволяє їм уникати гострої харчової конкуренції. Подібні домінуючі комплекси «зообентофаг – фітозоофаг – зоопланктофаг», сформовані аборигенними видами риб, відмічено в іхтіоценозах малих річок помірної смуги Європи [6, 17]. Отже, розбіжність представників іхтіофауни за спектром живлення дозволяє їм уникати гострої харчової конкуренції та сумісно домінувати на ділянках малих річок.

Слід звернути увагу, що триголкова колючка звичайна входила до домінуючого комплексу в іхтіоценозі лише за відсутності чебачка амурського, а за домінування останнього була представлена одиничними екземплярами. Можливо, за існування в одному біотопі ці види виступають в ролі гострих конкурентів, особливо за умов обмеженості простору та ресурсів, і разом з тим різко зниженого тиску хижаків. В такому разі чебачок амурський виявив більшу конкурентоздатність і за набуття масовості міг пригнічувати чисельність триголкової колючки звичайної.

При цьому ще один інвазивний вид, головешка ротань, представлений лише одиничними екземплярами на дослідженій ділянці р. Нивка. Відомо [1, 19], що цей представник іхтіофауни є більш залежним від лімнофільних умов та занурених макрофітів і більш вразливим для хижаків, ніж вищезгадані інвазивні види, і його відсутність у досліджуваних водотоках може бути пов'язана з низьким рівнем їх заростання.

Отже, антропогенне порушення гідрологічного режиму малих річок сприяло домінуванню в них короткоциклових видів риб із найбільш високою екологічною пластичністю, зокрема, інвазивних представників. При цьому незалежно від ступеня порушення домінуючий комплекс в іхтіоценозах був утворений кількома видами риб, що розрізняються за спектром живлення.

Висновки

Натуралізація інвазивних видів риб у малих річках та набуття ними масовості спостерігалось лише на антропогенно трансформованих ділянках водотоків, де порушення гідрологічного режиму спричиняли випадіння з іхтіоценозу функціонально важливих аборигенних видів. Останні відзначились здатністю стримувати чисельність короткоциклових лімнофільних видів риб, у тому числі інвазивних, за рахунок конкуренції та хижацтва.

За екологічними характеристиками всі відмічені інвазивні види риб належали до короткоциклових еврибіонтних лімнофілів із широким спектром живлення, і відзначались високими екологічною пластичністю та стійкістю до несприятливих умов середовища. Більшості з них також властива турбота про потомство.

Сумісне домінування спостерігалось лише для видів риб, що займають розбіжні екологічні ніші, і домінуючі комплекси в іхтіоценозах були утворені найбільш екологічно валентними видами, котрі розрізнялись за спектром живлення.

Збереження аборигенного виду риб у складі домінуючого комплексу на антропогенно порушених ділянках водотоків виявилось можливим лише за уникнення ним гострої харчової конкуренції з інтродуцентами за рахунок особливостей спектру живлення.

1. *Анцулевич А. Е.* Ротан–головешка *Perccottus glenii* Dybowski, 1877 в Невской губе и восточной части Финского залива / Анцулевич А. Е., Яковлев А. // Чужеродные виды в Голарктике (БОРОК–2): Тез. докл. 2 Междунар. симп. по изучению инвазийных видов. — Рыбинск: Борок, 2005. — С. 135.
2. *Визер Л. С.* Значение акклиматизации серебряного карася амурской морфы для ихтиофауны и кормовой базы озер Новосибирской области (Западная Сибирь) / Визер Л. С., Наумкина Д. И., Поротникова Л. Л., Щенев В. А. // 9 Съезд гидробиол. общ. РАН Тольятти: Тез. докл. — Тольятти; Самара, 2006. — Т. 1. — С. 81.
3. *Галанин И. Ф.* Процессы стихийной акклиматизации как индикатор состояния экосистемы (на примере Куйбышевского водохранилища) / Галанин И. Ф., Фролова Л. А. // IX съезд гидробиол. общ. РАН: Тез. докл. — Тольятти, 2006. — Т. 1. - С. 94—95.
4. *Жуков П. И.* О проникновении трехиглой колюшки *Gasterosteus Aculeatus* L. в бассейн Днепра. / Жуков П. И., Куницкий Д. Ф., Ризевский В. К. // Вопр. ихтиологии. — 1986. — Т. 26. — Вып. 3. — С. 515—517.
5. *Иванчева Е. Ю., Терещенко В. Г.* Влияние особенностей водосбора на видовое разнообразие ихтиофауны малой реки / Иванчева Е. Ю., Терещенко В. Г. // Биоразнообразие и роль животных в экосистемах: Мат-лы IV международн. научн. конф. Днепропетровск. 2007. — С. 151—153.
6. *Котегов Б. Г.* Антропогенные изменения трофической структуры сообществ рыб в малых реках Удмуртии / Котегов Б. Г. // Экосистемы малых рек: биоразнообразие, экология, охрана. — Борок: Принтхаус, 2008. — С. 167—170.
7. *Кочет В. М.* Сучасний стан іхтіофауни малих річок Дніпропетровської області / Кочет В. М. // Наук. зап. Тернопільського національного педагогічного університету ім. В. Гнатюка. Серія: Біологія. Спец. вип.: Гідроecологія. — 2010. — №2 (43). — С. 280—283.
8. *Куцоконь Ю. К.* Адвентивные виды рыб в бассейне реки Рось / Куцоконь Ю. К. // Чужеродные виды в Голарктике (БОРОК—2): Тез. докл. 2 Междунар. симп. по изучению инвазийных видов. — Рыбинск: Борок, 2005. — С. 189—190.
9. *Михеев В. А.* Современное состояние популяции серебряного карася *Carassius auratus* Центральной части Куйбышевского водохранилища / Михеев В. А. // Эколого-биологические проблемы вод и биоресурсов: пути решения. — Ульяновск: Изд-во УлГПУ, 2007. — С. 75—77.
10. *Мовчан Ю. В.* Риби України (визначник-довідник). — К.: Золоті ворота, 2011. — 444 с.
11. *Новицкий Р. А.* К вопросу об инвазии чужеродных видов в фауну Днепровских водохранилищ / Новицкий Р. А. // Чужеродные виды в Голарктике (БОРОК—2): Тез. докл. 2 Междунар. симп. по изучению инвазийных видов. — Рыбинск: Борок, 2005. — С. 35—36.
12. *Правдин И. Ф.* Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). — М.: Пищевая промышленность, 1966. — 376 с.
13. *Причепя М. В.* Сучасний стан іхтіофауни озера Кирилівське / Причепя М. В., Медовник Д. В. // Біологічні дослідження — 2017. Збірник наукових праць VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю «Біологічні дослідження — 2017». — Житомир, 2017. — С. 97-100.
14. *Решетников А. Н.* Современный ареал рыбы ротана, *Perccottus glenii*, в северной Евразии / Водные экосистемы и организмы — 6: Труды 6 научной конференции, Москва, 18-19 мая 2004., — М., МАКС Пресс, — 2004. — С. 88—89.
15. *Решетников А. Н.* Распространение рыбы ротана (*Perccottus glenii* Dybowski, 1877) в бассейне р. Иртыш и анализ возможных последствий для природы и человека / Решетников А. Н., Чибилев Е. А. — Сибирский экологический журнал. — 2009. — 16, № 3. — С. 405—411.
16. *Романенко В. Д.* Видова та екологічна характеристика іхтіофауни малих річок урбанізованих територій / Романенко В. Д., Медовник Д. В. // Гідробіол. журн. — 2017. — Т. 53, № 4. — С. 3—12.
17. *Семенов Д. Ю.* Анализ ихтиофауны р. Свяги в пределах административной границы г. Ульяновска / Д. Ю. Семенов // Природа Симбирского Поволжья. Сборн. науч. труд. — Вып. 7. — Ульяновск: Корпорация технологий продвижения, 2006. — С. 167—175.

18. *Цепкин Е. А.* Об интенсивном расселении девятииглой колюшки *Pungitius pungitius* (L.) в бассейне Москвы-реки / Цепкин Е. А., Соколов Л. И. // Вестн. МГУ. Сер. 16. Биология. — 1998. — № 3. — С. 37—39.
19. *Чужеродные* виды элодея канадская (*Elodea canadensis* Michx.) и ротан-головешка (*Percottus glenii* Dуб.) в экосистеме озера Карасиное / Матафонов Д. В., Манзарова Э. Л., Цырендашиев Б., Алексеева И. М., Пронин Н. М. // Принципы и способы сохранения биоразнообразия: материалы III Всероссийской научной конференции — Мар. гос. ун-т. — Йошкар-Ола; Пушино, 2008. — С. 263—264.

Д. В. Медовник

Институт гидробиологии НАН Украины, Киев

МЕЖВИДОВЫЕ ОТНОШЕНИЯ ИНВАЗИВНЫХ И АБОРИГЕННЫХ ВИДОВ РЫБ В МАЛЫХ РЕКАХ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРИТОРИЙ

В статье приведены результаты исследований инвазивных видов рыб в малых реках урбанизированных территорий и их взаимодействие между собой и с аборигенными видами. Показано, что доминирование короткоцикловых инвазивных видов рыб возможно лишь при снижении пресса аборигенных конкурентов и хищников в результате антропогенной деградации ихтиоценозов. Высказано предположение, что инвазивные виды с подобными экологическими особенностями могут составлять друг другу острую конкуренцию. Показано, что на изолированных гидросооружениями участках малых рек доминирующие комплексы в ихтиоценозах образованы несколькими наиболее конкурентоспособными видами с различными экологическими особенностями.

Ключевые слова: малые реки, антропогенное нарушение, инвазивные виды, конкуренция, ихтиоценозы

D. V. Medovnyk

Institute of Hydrobiology NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

INTERSPECIFIC RELATIONS OF INVASIVE AND NATIVE FISH SPECIES IN SMALL RIVERS OF URBANIZED TERRITORIES

The results of studies on the representation of invasive fish species in small rivers of urbanized territories and their interaction with each other and with aboriginal species are presented in this article. It was established that the domination of short-cycle invasive fish species is possible only by reducing the aboriginal concurents and predators pressure due to anthropogenic degradation of ichthyocoenoses. It was assumed that invasive species with similar ecological characteristics can make a severe competition to each other. It was shown that, dominant complexes in ichthyotsenoses of the isolated hydrostructures in small river sections are formed by several of the most competitive species with divergent ecological features.

Key words: small rivers, anthropogenic disturbance, invasive species, competition, ichthyotsenosis

Рекомендує до друку

Надійшла 06.03.2018

В. З. Курант

УДК 502.51(282):581.5

¹І. Л. СУХОДОЛЬСЬКА, ²В. В. ГРУБІНКО¹Рівненський державний гуманітарний університет

вул. Ст. Бандери, 12, Рівне, 33028

²Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка

вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027

ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК ВМІСТУ СПОЛУК НІТРОГЕНУ ТА ПІГМЕНТІВ У ВИЩИХ ВОДНИХ РОСЛИН У РІЧКАХ РІВНЕНЩИНИ З РІЗНИМ РІВНЕМ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Проаналізовано вміст сполук нітрогену та пігментів вищих водних рослин у річках Рівненщини з різним рівнем антропогенного навантаження. Встановлено перевищення гранично допустимих концентрацій для водойм рибогосподарського призначення щодо вмісту NH_4^+ у воді. Виявлено, що вміст хлорофілу *a* у біомасі вищих водних рослин має вищі значення, ніж хлорофілу *b*. Найбільший вміст хлорофілів *a* і *b* та сумарний вміст хлорофілів, а також каротиноїдів виявлено у плаваючого гідрофіта – *Lemna minor* L. у річці аграрної території та зануреного гідрофіта – *Ceratophyllum demersum* L. у річці урбанізованої території. Встановлено взаємозв'язок між вмістом сполук нітрогену та пігментами вищих водних рослин в умовах антропогенного навантаження. Найвищі позитивні кореляції між вмістом сполук нітрогену та концентрацією пігментів виявлено у *Lemna minor* L. ($r = 0,87$), *Elodea canadensis* Mich. ($r = 0,92$), *Sagittaria saggitifolia* L. ($r = 0,91$), *Potamogeton perfoliatus* L. ($r = 0,89$), *Typha angustifolia* L. ($r = 0,78$) та *Ceratophyllum demersum* L. ($r = 0,74$).

Ключові слова: вищі водні рослини, хлорофіл, каротиноїди, антропогенний вплив, сполуки нітрогену

Пігменти вищих рослин забезпечують протікання в клітинах світлових реакцій фотосинтезу. Основна частина пігментів (хлорофіли) включена до складу світлозбиральних комплексів, що забезпечує поглинання та передачу світлової енергії до реакційних центрів, в яких відбуваються фотосинтетичні реакції. Каротиноїди відіграють роль світлозбирання та виконують функцію захисту фотосинтетичного апарату від фотопошкодження [8, 23].

Вміст фотосинтетичних пігментів та їх зміна протягом вегетативного періоду є одним з показників фізіологічного стану, фотосинтетичної здатності та продукційного процесу рослин [5, 18].

Фотосинтетична здатність вищих водних рослин залежить від цілого комплексу внутрішніх та зовнішніх факторів. Внутрішній фактор обумовлений генетичним потенціалом рослини, а головні зовнішні – це світло, температура і наявність у середовищі речовин, що визначають енергетичні та конструктивні процеси рослин [2, 4, 21]. На вміст фотосинтетичних пігментів та інтенсивність фотосинтезу істотно впливають елементи мінерального живлення. Найважливішим з них вважають нітроген та його сполуки (NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^-). Нітроген входить до складу хлорофілу та бере безпосередню участь у фотосинтезі. За низького вмісту нітрогену хлоропласти мають слабкий розвиток ламелярної системи, невелику кількість гран, розірвані міжгранні ламели, а також периферійні оболонки [1, 8, 20]. Такі хлоропласти дуже гіпертрофовані й можуть збільшуватись у 2-3 рази порівняно з хлоропластами рослин, які зростають за оптимальних умов живлення. Подібна модифікація тонкої структури пластид перешкоджає необхідному обміну фотохімічними фондами й субстратами, що значно знижує їх активність. Отже, дефіцит нітрогену порушує структуру хлоропластів, змінює активний стан фотосинтетичного апарату і як наслідок обумовлює різке зниження ефективності використання сонячної енергії [10, 18].

З огляду на зазначене, метою дослідження є встановлення взаємозв'язку між вмістом сполук нітрогену та пігментів у вищих водних рослин з річок Рівненщини з різним рівнем антропогенного навантаження.

Матеріал і методи досліджень

Під час дослідження на території Рівненської області виділено 4 типи територій, що відрізняються за рівнем антропогенного навантаження: рекреаційна (РТ), аграрна (АТ), урбанізована (УТ) та техногеннотрансформована (ТТ). До рекреаційної території віднесено Зарічненський район, оскільки у ньому розташований важливий об'єкт природно-заповідного фонду Рівненщини – регіональний ландшафтний парк «Прип'ять-Стохід». На даній території досліджували річку Простир. За аграрну територію обрано один із розорених південних районів області – Дубенський. Досліджували річку Іква. До урбанізованої території включено місто Рівне, до техногеннотрансформованої – Здолбунівський район, в якому зосереджено найбільші підприємства Рівненщини (ТОВ «Укрцемремонт» і ВАТ «Здолбунівський механічний завод»). На цих територіях досліджували річку Устя [13].

Проаналізовано 36 проб вищих водних рослин, відібраних з річок у червні: *Potamogeton pectinatus* L., *Potamogeton perfoliatus* L., *Typha angustifolia* L., *Ceratophyllum demersum* L., *Sagittaria saggitifolia* L., *Lemna minor* L. та *Elodea canadensis* Mich.

Вищі водні рослини відбирали у нативному стані з річок і відмивали від осаджень та перифітонних організмів [7]. Вміст хлорофілів *a* і *b* та загальну кількість каротиноїдів визначали екстрактним методом спектрофотометрично за максимумами поглинання при відповідних довжинах хвиль і розраховували за відповідними формулами [12].

Вміст амонію визначали фотометричним методом за якісною реакцією з реактивом Несслера при довжині хвилі 420 нм. Вміст нітритів визначали діазотуванням реактивом Грісса з утворенням з 1-нафтиламіном діазосполуки червоно-фіолетового кольору, яку фотометрували при довжині хвилі 520 нм. Вміст нітратів у воді річок досліджуваних територій визначали фотометрично з фенолдисульфокислотою з утворенням нітровмісного фенолу жовтого кольору при довжині хвилі 520 нм [11, 17].

Результати досліджень оброблено статистичними методами.

Результати досліджень та їх обговорення

Рослини з різних біотопів, що відрізняються умовами зростання в однотипних умовах відрізняються певними особливостями будови вегетативних, генеративних органів, інтенсивністю і спрямуванням метаболізму та вмістом пігментів. Концентрація і загальна кількість пігментів є важливим фізіологічним параметром, який характеризує потенційну потужність фотосинтетичного апарату рослин та визначає реакцію на дію різних факторів впливу та можливості адаптації до них. Найбільша ефективність фотосинтетичного апарату забезпечується за таким співвідношенням пігментів: хлорофілів *a* – близько 50%, *b* – 30%, каротиноїдів – 20%, оскільки основну функцію у складі світлозбирального комплексу виконує хлорофіл *a*, а хлорофіл *b* та каротиноїди є додатковими та захисними пігментами [24, 25]. Результати дослідження вмісту пігментів у біомасі вищих водних рослин з різним рівнем антропогенного навантаження наведені у таблиці 1.

Таблиця 1

Вміст пігментів у вищих водних рослин з річок з різним рівнем антропогенного навантаження ($M \pm m, n = 3$)

Пігменти Рослини	Вміст хлорофілу, мкг/мг сухої маси		Хл <i>a+b</i>	Каротиноїди, мкгSPU/мг сухої маси
	Хл <i>a</i>	Хл <i>b</i>		
Рекреаційна територія				
<i>Potamogeton pectinatus</i> L.	22,85±1,75	8,22±0,47	31,07	5,79±0,51
<i>Potamogeton perfoliatus</i> L.	24,50±1,56	8,93±0,48	33,44	1,51±0,085
<i>Typha angustifolia</i> L.	14,50±1,12	5,16±0,32	19,66	2,63±0,25
Урбанізована територія				
<i>Sagittaria saggitifolia</i> L.	14,45±1,06	4,87±0,31	19,32	2,69±0,11
<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	26,73±2,56	10,57±0,26	37,30	7,55±0,44

продовження таблиці 1				
<i>Typha angustifolia</i> L.	10,41±0,98	1,80±0,012	12,21	0,79±0,06
Аграрна територія				
<i>Sagittaria saggitifolia</i> L.	6,80±0,42	2,49±0,20	9,29	1,50±0,09
<i>Lemna minor</i> L.	30,55±1,25	10,05±0,32	40,60	7,51±0,12
<i>Typha angustifolia</i> L.	12,10±1,10	4,39±0,16	16,49	2,40±0,12
Техногеннотрансформована територія				
<i>Sagittaria saggitifolia</i> L.	10,05±0,95	4,06±0,10	14,11	2,31±0,06
<i>Elodea canadensis</i> Mich.	17,00±1,23	4,52±0,11	21,52	2,21±0,18
<i>Typha angustifolia</i> L.	14,35±1,34	5,16±0,22	19,51	3,37±0,10

Вміст хлорофіла *a* у біомасі вищих водних рослин з річки рекреаційної території змінюється від 14,50 мкг/мг сухої маси (*Typha angustifolia* L.) до 24,50 мкг/мг сухої маси (*Potamogeton perfoliatus* L.), а хлорофілу *b* – 5,16 мкг/мг сухої маси (*Typha angustifolia* L.) до 8,93 мкг/мг сухої маси (*Potamogeton perfoliatus* L.).

Вміст хлорофілу *a* у вищих водних рослин з річки урбанізованої території змінюється від 10,41 мкг/мг сухої маси (*Typha angustifolia* L.) до 26,73 мкг/мг сухої маси (*Ceratophyllum demersum* L.), а хлорофілу *b* – 1,80 мкг/мг сухої маси (*Typha angustifolia* L.) до 10,57 мкг/мг сухої маси (*Ceratophyllum demersum* L.).

Вміст хлорофілу *a* у біомасі вищих водних рослин з річки аграрної території коливається від 6,80 мкг/мг сухої маси (*Sagittaria saggitifolia* L.) до 30,55 мкг/мг сухої маси (*Lemna minor* L.), а хлорофілу *b* – 2,49 мкг/мг сухої маси (*Sagittaria saggitifolia* L.) та 10,05 мкг/мг сухої маси (*Lemna minor* L.).

Вміст хлорофілу *a* у біомасі вищих водних рослин з річки техногеннотрансформованої території змінюється від 10,05 мкг/мг сухої маси (*Sagittaria saggitifolia* L.) до 17,00 мкг/мг сухої маси (*Elodea canadensis* Mich.), а хлорофілу *b* – 4,06 мкг/мг сухої маси (*Sagittaria saggitifolia* L.) до 5,16 мкг/мг сухої маси (*Typha angustifolia* L.).

Серед досліджених видів вищих водних рослин найвищий вміст хлорофілів виявлено у *Potamogeton pectinatus* L. (PT), *Potamogeton perfoliatus* L. (PT), *Ceratophyllum demersum* L.(YT) та *Lemna minor* L. (AT), а найнижчий у *Typha angustifolia* L. (YT). Високий вміст хлорофілів у *Potamogeton* та *Lemna* може бути пов'язаний з тим, що вони найбільш потенційно здатні зв'язувати аміак [3].

У всіх вищих водних рослин вміст хлорофілу *a* має вищі значення, ніж хлорофіл *b*. Суттєва різниця між вмістом пігментів спостерігається у повітряно-водної рослини – *Typha angustifolia* L (YT). Зокрема, вміст хлорофілу *b* у *Typha angustifolia* L. у 5,7 рази менший від вмісту хлорофілу *a*, у рослин відібраних з інших територій у 2,8 рази. У роботі [1, 19] зазначається, що зниження хлорофілу *b* у рослин може бути обумовлено інгібуванням ферментів синтезу хлорофілу *b*.

Сумарний вміст хлорофілів (*a+b*) в досліджених рослин знаходиться у діапазоні 12,21 – 40,60 мкг/мг сухої маси. За цим показником рослини розташовуються таким чином: рекреаційна територія – *Potamogeton perfoliatus* L. > *Potamogeton pectinatus* L. > *Typha angustifolia* L.; урбанізована територія – *Ceratophyllum demersum* L. > *Sagittaria saggitifolia* L. > *Typha angustifolia* L.; аграрна територія – *Lemna minor* L. > *Typha angustifolia* L. > *Sagittaria saggitifolia* L.; техногеннотрансформована територія – *Elodea canadensis* Mich. > *Typha angustifolia* L. > *Sagittaria saggitifolia* L.

У загальній оцінці впливу рівня антропогенного навантаження на зміну пігментного фонду рослин значний інтерес становлять як зміни вмісту хлорофілів, так і кількісні зміни каротиноїдів [5, 15]. Вважається, що каротиноїди мають високу антиоксидатну активність та запобігають фоторуйнації пігментного комплексу, акумулюючи частину світлової енергії [6]. Тому, зростання вмісту каротиноїдів розглядають як один із проявів адаптивної реакції у рослин [8, 16]. Найвищий вміст каротиноїдів виявлено у *Potamogeton pectinatus* L. (PT), *Ceratophyllum demersum* L.(YT) та *Lemna minor* L. (AT). Вміст каротиноїдів у біомасі *Typha*

angustifolia L. (УТ) досить низький порівняно з цими рослинами, відібраними на інших територіях.

Отже, кількість пігментів – хлорофілів і каротиноїдів у рослинах змінюються під час адаптації до умов середовища [9, 14]. Частка зелених пігментів протягом усього періоду дослідження більше, ніж каротиноїдів, що підтверджує високий рівень метаболізму і пластичного обміну рослин.

Як зазначалося, важливими чинниками, які безпосередньо впливають на пігментний комплекс вищих водних рослин є сполуки нітрогену. Вищі водні рослини неоднаково реагують на вміст сполук нітрогену в доступній у воді формі, що пов'язано з відмінністю їх поглинання [9]. Відомо, що амоній та нітрати за певних умов – рівноцінні джерела живлення для рослин. Переважне використання рослинами амонію або нітратів залежить від ряду факторів, найважливішими з яких є: біологічні особливості рослини, забезпеченість її вуглеводами, кальцієм, калієм та іншими елементами живлення, в тому числі мікроелементами. При нейтральній реакції нітроген амонійний засвоюється рослинами краще, а при кислій – гірше, ніж нітратний. Поглинання нітрогену амонійного відбувається тоді, коли він є єдиним джерелом нітрогену, а за наявності нітратної форми нітрогену інтенсивніше поглинається NO_3^- [6].

У водоймах рекреаційної та урбанізованої територій вміст NH_4^+ становив 1,814 мг/дм³ і 2,397 мг/дм³, що перевищувало ГДКрибгосп. (0,5 мг/дм³) у 3,6 та 4,8 рази відповідно. У річках аграрної та техногеннотрансформованої територій вміст NH_4^+ становив 1,223 мг/дм³ і 0,823 мг/дм³, що перевищувало ГДКрибгосп. у 2,4 та 1,6 рази.

Вміст NO_2^- у водоймах рекреаційної та урбанізованої територій складав 0,010 мг/дм³. У водоймах аграрної та техногеннотрансформованої територій вміст NO_2^- складав 0,020 мг/дм³ і 0,013 мг/дм³.

Концентрація NO_3^- у водоймах рекреаційної та урбанізованої територій становила 0,128 мг/дм³ і 0,111 мг/дм³, а у водоймах аграрної та техногеннотрансформованої територій 0,115 мг/дм³ і 0,213 мг/дм³.

Для з'ясування взаємозв'язку вмісту сполук нітрогену та пігментів вищих водних рослин у річках Рівненщини з різним рівнем антропогенного навантаження визначили коефіцієнти кореляції (табл. 2).

Таблиця 2

Коефіцієнти кореляції між вмістом сполук нітрогену та хлорофілів і каротиноїдів

Вищі водні рослини	NO_2^-	NO_2^-	NO_2^-	NO_3^-	NO_3^-	NO_3^-	NH_4^+	NH_4^+	NH_4^+
	Хла	Хлб	К	Хла	Хлб	К	Хла	Хлб	К
Рекреаційна територія									
<i>Potamogeton pectinatus</i> L.	-0,56	-0,23	-0,32	0,33	-0,17	-0,74	-0,71	-0,85	-0,23
<i>Potamogeton perfoliatus</i> L.	0,77	-0,54	-0,84	0,16	0,49	-0,14	-0,38	0,89	-0,50
<i>Typha angustifolia</i> L.	0,17	0,56	0,73	-0,66	-0,31	-0,45	0,65	0,77	0,19
Урбанізована територія									
<i>Sagittaria saggitifolia</i> L.	0,42	0,70	0,42	-0,51	-0,21	-0,23	-0,35	-0,91	-0,70
<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	-0,42	0,74	0,11	-0,46	0,19	-0,89	0,76	-0,76	0,25
<i>Typha angustifolia</i> L.	0,70	-0,45	-0,80	-0,37	-0,61	-0,27	0,68	0,75	0,88
Аграрна територія									
<i>Sagittaria saggitifolia</i> L.	0,41	0,24	-0,50	-0,22	-0,97	-0,23	0,63	-0,43	-0,94

продовження таблиці 2									
<i>Lemna minor</i> L.	0,87	0,70	0,58	0,13	-0,46	-0,49	0,77	0,59	0,48
<i>Typha angustifolia</i> L.	0,65	-0,20	-0,27	-0,10	0,70	-0,47	0,71	0,50	-0,75
Техногенно-трансформована територія									
<i>Sagittaria saggitifolia</i> L.	0,91	-0,68	-0,26	-0,60	-0,76	-0,52	0,37	0,31	-0,43
<i>Elodea canadensis</i> Mich.	0,30	-0,63	-0,25	0,92	-0,42	-0,50	0,25	0,43	0,61
<i>Typha angustifolia</i> L.	0,65	0,78	-0,43	-0,43	0,39	-0,23	0,70	-0,63	-0,56

Найвищі коефіцієнти кореляції між вмістом хлорофілу *a* та нітритами виявленні у *Potamogeton perfoliatus* L. ($r = 0,77$, РТ), *Typha angustifolia* L. ($r = 0,70$, УТ), *Lemna minor* L. ($r = 0,87$, АТ) та *Sagittaria saggitifolia* L. ($r = 0,91$, ТТ); між вмістом хлорофілу *a* та нітратами – *Elodea canadensis* Mich. ($r = 0,92$, ТТ) та *Typha angustifolia* L. ($r = -0,66$, АТ); між вмістом хлорофілу *a* та амонієм – *Ceratophyllum demersum* L. ($r = 0,76$, УТ) та *Lemna minor* L. ($r = 0,77$, АТ).

Найвищі коефіцієнти кореляції між вмістом хлорофілу *b* та вмістом нітритів виявлені у *Typha angustifolia* L. ($r = 0,78$, ТТ), *Ceratophyllum demersum* L. ($r = 0,74$, УТ); між вмістом хлорофілу *b* та нітратами – *Sagittaria saggitifolia* L. ($r = -0,97$, АТ та $r = -0,76$, ТТ); між вмістом хлорофілу *b* та вмістом амонію – *Sagittaria saggitifolia* L. ($r = -0,91$, УТ), *Potamogeton perfoliatus* L. ($r = 0,89$, РТ), *Potamogeton pectinatus* L. ($r = -0,85$, РТ).

Найвищі коефіцієнти кореляції між вмістом каротиноїдів та вмістом нітритів виявлені у *Potamogeton perfoliatus* L. ($r = -0,84$, РТ), *Typha angustifolia* L. ($r = -0,80$, УТ); вмістом каротиноїдів та вмістом нітратів – *Ceratophyllum demersum* L. ($r = -0,89$, УТ) та *Potamogeton pectinatus* L. ($r = -0,74$, РТ); між вмістом каротиноїдів та вмістом амонію – *Typha angustifolia* L. ($r = 0,88$, УТ) та *Sagittaria saggitifolia* L. ($r = -0,94$, АТ).

В цілому для досліджених видів вищих водних рослин встановлена як позитивна так і негативна кореляція між вмістом сполук нітрогену та вмістом пігментів.

Висновки

Вміст пігментів у вищих водних рослин визначається їх видовими адаптаціями до умов зростання та змінюється залежно від ступеня дії різних екологічних факторів. Найвищий вміст хлорофілів виявлено у плаваючого гідрофіта – *Lemna minor* L. на аграрній території та занурених гідрофітів – *Ceratophyllum demersum* L. на урбанізованій території і *Potamogeton perfoliatus* L. на рекреаційній території. Найнижчий вміст каротиноїдів виявлено у *Typha angustifolia* L. на урбанізованій території.

Формування пігментного комплексу вищих водних рослин значною мірою залежить від вмісту сполук нітрогену у воді. Зокрема, найвищі позитивні кореляції між вмістом нітритів і нітратів та вмістом хлорофілу *a* виявлені у *Lemna minor* L. ($r = 0,87$, АТ), *Elodea canadensis* Mich. ($r = 0,92$, ТТ) та *Sagittaria saggitifolia* L. ($r = 0,91$, ТТ); між вмістом нітритів і нітратів та вмістом хлорофілу *b* – у *Typha angustifolia* L. ($r = 0,78$, ТТ) та *Ceratophyllum demersum* L. ($r = 0,74$, УТ); між вмістом амонію та вмістом хлорофілу *a* – у *Ceratophyllum demersum* L. ($r = 0,76$, УТ) та *Lemna minor* L. ($r = 0,77$, АТ); між вмістом амонію та вмістом хлорофілу *b* – у *Typha angustifolia* L. ($r = 0,75$, УТ), *Potamogeton perfoliatus* L. ($r = 0,89$, РТ) та *Lemna minor* L. ($r = 0,59$, АТ).

Абсолютні значення вмісту пігментів – параметри, що можуть значно змінюватися залежно від умов зростання, виду вищих водних рослин та впливу антропогенного навантаження. Дослідження процесів функціонування фотосинтетичного апарату вищих водних рослин у природних умовах можна розглядати з точки зору біоіндикації забруднення водного середовища сполуками нітрогену.

1. Андрианова Ю. Е. Хлорофилл и продуктивность растений / Ю. Е. Андрианова, И. А. Тарчевский. — М.: Наука, 2000. — 135 с.
2. Бабич А. О. Проблема фотосинтезу і біологічної фіксації азоту бобовими культурами / А. О. Бабич, В. Ф. Петриченко, Ф. Ф. Адамець // Вісник аграрної науки. — 1996. — №2. — С. 34—39.
3. Большакова М. О. Поглинання аміаку вищими водними рослинами та його екологічне значення / М. О. Большакова, В. В. Грубінко // Екологія, охорона природи, екологічна освіта і виховання. — Чернігів, 1996. — С. 47—59.
4. Гусев М. В. Пигменты синезеленых водорослей / М. В. Гусев // Биология синезеленых водорослей. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1969. — С. 88—109.
5. Кияк Н. Фотосинтетична активність мохів на девастрованих територіях видобутку сірки / Н. Кияк // Вісник Львівського університету. Серія біологічна. — 2013. Випуск 62. — С. 170—179.
6. Макрушин М. М. Фізіологія рослин / М. М. Макрушин, С. М. Макрушина, Н. В. Петерсон, М. М. Мельников. — Вінниця : Нова Книга, 2006. — 416 с.
7. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / За ред. В. Д. Романенка. — Київ : ЛОГОС, 2006. — 408 с.
8. Мокроносов А. Г. Фотосинтез: физиолого-экологические и биохимические аспекты / А. Г. Мокроносов, В. Ф. Гавриленко. — М., 1992. — 320 с.
9. Мусиенко Н. Н. Биотестирование природных вод с использованием высших водных растений / Н. Н. Мусиенко, Н. Н. Смирнова, О. П. Ольхович // Доповіді Національної академії наук України. — 1995. — № 9. — С. 113—117.
10. Ничипорович А. О. Фотосинтез и рост в эволюции растений и в их продуктивности / А. О. Ничипорович // Физиология растений. — 1980. — Т. 27, Вып. 5. — С. 917—941.
11. Новиков Ю. В. Методы исследования качества воды водоемов / Ю. В. Новиков, К. О. Ласточкина, З. Н. Болдина. — М.: Медицина, 1990. — 400 с.
12. Определение содержания хлорофилла в планктоне пресных водоемов (Методические рекомендации) / [сост. Л. А. Сиренко, А. В. Курейшевич]. — Київ : Наукова думка, 1982. — 52 с.
13. Суходольська І. Л. Сезонна динаміка вмісту сполук нітрогену у водних екосистемах малих річок Рівненщини / І. Л. Суходольська, І. Б. Грюк, В. В. Грубінко // Наукові записки Тернопільського нац. пед. ун-ту ім. В. Гнатюка. Серія: Біологія. — 2014. — №1 (58). — С. 61—71.
14. Таврический И. А. Хлорофилл и продуктивность растений / И. А. Таврический, Ю. Е. Андрианова. — М.: Наука, 2000. — 135 с.
15. Таран Н. Ю. Адаптаційні зміни ліпідних компонентів мембран хлоропластів за умов дії на рослини факторів довкілля / Н. Ю. Таран // Укр. біохім. журн. — 2000. — Т. 72, № 1. — С. 17—27.
16. Таран Н. Ю. Каротиноїди фотосинтетичних тканин за умов посухи / Н. Ю. Таран // Фізіологія і біохімія культ. рослин. — 1999, 31(6). — С. 414—422.
17. Чибисова Н. В. Практикум по экологической химии: учебное пособие / Н. В. Чибисова. — Калининград, 1999. — 94 с.
18. Шадчина Т. М. Регуляція фотосинтезу і продуктивність рослин: фізіологічні та екологічні аспекти. / Т. М. Шадчина, Б. І. Гуляєв, Д. А. Кірізіїв та ін. — К.: Фітосоціоцентр, 2006. — 384 с.
19. Eggink L. L. The role of chlorophyll b in photosynthesis: hypothesis / L. L. Eggink, H. Park, Y. K. Hooper // BMC Plant Biol. — 2001. — Vol. 1. — P. 11—17.
20. Hu L. Moderate ammonium: nitrate alleviates low light intensity stress in mini Chinese cabbage seedling by regulating root architecture and photosynthesis / L. Hu, J. Yu, W. Liao, J. Zhang, G. Xie, J. Lv, R. Bu // Scientia Horticulturae. — 2015. — Vol. 186. — P. 143—153.
21. Kenneth J. H. Chlorophylls, ligands and assembly of light-harvesting complexes in chloroplasts / Kenneth J. H., Eggink L., Chen M. // Photosynth. Res. — 2007. — 94. — P. 387—400.
22. Kreuz K. Old enzymes for a new job / K. Kreuz, R. Tommasins, E. Martinoa // Plant Physiol. — 1996. — III. — P. 349—353.
23. Scheer H. Chlorophylls and carotenoids in: Encyclopedia of Biological Chemistry / H. Scheer. — 2004. — P. 430—437.
24. Yamazaki J. Y. Is light quality involved in the regulation of the photosynthetic apparatus in attached rice leaves? / J. Y. Yamazaki, Y. Kamimura, K. Nakayama [et al.] // Photosynth. Res. — 2010. — Vol. 105, №1. — P. 63—71.
25. Zhang R. H. Effects of shading light quality at seedling stage on the photosynthesis and growth of ginger / R. H. Zhang, K. Xu // Ying Yong Sheng Tai Xue Bao. — 2008. — Vol. 19, №3. — P. 499—504.

И. Л. Суходольская, В. В. Грубинко

Ровенский государственный гуманитарный университет

Тернопольский национальный педагогический университет имени Владимира Гнатюка

ВЗАИМОСВЯЗЬ СОДЕРЖАНИЯ СОЕДИНЕНИЙ АЗОТА И ПИГМЕНТОВ ВЫСШИХ ВОДНЫХ РАСТЕНИЙ В РЕКАХ РОВЕНЩИНЫ С РАЗНЫМ УРОВНЕМ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

Проанализированы содержание соединений азота и пигментов высших водных растений в реках Ровенской области с различным уровнем антропогенной нагрузки. Установлено превышение предельно допустимых концентраций для водоемов рыбохозяйственного назначения по содержанию NH_4^+ в воде. Выявлено, что содержание хлорофилла *a* в биомассе высших водных растений имеет более высокие значения, чем хлорофилла *b*. Наибольшее содержание хлорофиллов *a* и *b* и суммарное содержание хлорофиллов, а также каротиноидов обнаружено в плавающего гидрофита – *Lemna minor* L. в реке аграрной территории и погруженного гидрофита – *Ceratophyllum demersum* L. в реке урбанизированной территории. Максимальное содержание каротиноидов обнаружено в *Ceratophyllum demersum* L. в реке урбанизированной территории, *Lemna minor* L. в реке аграрной территории и *Potamogeton pectinatus* L. в реке рекреационной территории, а минимальное в *Typha angustifolia* L. в реке урбанизированной территории. Установлена взаимосвязь между содержанием соединений азота и пигментами высших водных растений в условиях антропогенной нагрузки. Самые высокие положительные корреляции между содержанием соединений азота и концентрацией пигментов обнаружено в *Lemna minor* L. ($r = 0,87$), *Elodea canadensis* Mich. ($R = 0,92$) и *Sagittaria saggitifolia* L. ($r = 0,91$), *Potamogeton perfoliatus* L. ($r = 0,89$), *Typha angustifolia* L. ($r = 0,78$) и *Ceratophyllum demersum* L. ($r = 0,74$).

Ключевые слова: высшие водные растения, хлорофилл, каротиноиды, антропогенное воздействие, соединения азота

I. L. Sukhodolska, V. V. Grubinko

Rivne State University of Humanities, Ukraine

Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine

CONTENT INTERRELATION OF THE NITROGEN ENTITIES AND PIGMENTS OF HIGHER WATER PLANTS IN RIVNE REGIONAL RIVERS WITH DIFFERENT LEVEL OF THE ANTHROPOGENIC EFFECT

The study presents the results about the content of the nitrogen entities and pigments of higher water plants in Rivne regional rivers with different level of anthropogenic effect. The elements of mineral nutrition have a significant influence on the content of photosynthetic pigments and the intensity of photosynthesis. The nitrogen and its entities (NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^-) are identified as the most important ones. The nitrogen is a constituent of the chlorophyll composition and takes a direct part in photosynthesis. The author states the exceedance of the maximum concentration limits for fishery waters according to NH_4^+ content in researched rivers and identifies that in higher water plants' biomass chlorophyll *a* content has higher characteristics than chlorophyll *b* one. The essential difference between pigments' content is noticed in aero-water plant *Typha angustifolia* L. in the river of urban territory. In particular in *Typha angustifolia* L. chlorophyll *b* content is less than chlorophyll *a* content by 5, 7 times, and in plants selected from other territories it is less by 2, 8 times. The author demonstrates that floating hydrophil *Lemna minor* L. has the highest carotinoids' and chlorophylls' *a*, *b* content in the river of agrarian territory and the same thing deals with waterlogged hydrophil *Ceratophyllum demersum* L. in the river of urban territory. In researched plants the total chlorophyll (*a+b*) content is within the range of 12, 21 – 40, 60 mcg/mg of dry basis. According to this indicator the plants are ordered in such way: recreational territory – *Potamogeton perfoliatus* L. > *Potamogeton pectinatus* L. > *Typha angustifolia* L.; urban territory – *Ceratophyllum demersum* L. > *Sagittaria saggitifolia* L. > *Typha angustifolia* L.; agrarian territory – *Lemna minor* L. > *Typha angustifolia* L. > *Sagittaria saggitifolia* L.; technology-related and transformed territory – *Elodea canadensis* Mich. > *Typha angustifolia* L. > *Sagittaria saggitifolia* L.

The author highlights that chlorophylls content changes and quantitative carotinods' changes should be noted during the general evaluation of the level of anthropogenic effect influence on changes of pigment plants' fund. The maximum carotinoids' content is revealed in *Ceratophyllum demersum* L. in the river of urban territory, *Lemna minor* L. in the river of agrarian territory, *Potamogeton pectinatus* L. in the river of recreational territory, and the minimum one in *Typha angustifolia* L. in the river of urban territory.

The content interrelation of the nitrogen entities and pigments of higher water plants is identified under the conditions of anthropogenic effect. The highest positive correlations between the nitrogen entities content and pigments' concentration were found out in *Lemna minor* L. ($r = 0,87$), *Elodea canadensis* Mich. ($r = 0,92$) та *Sagittaria saggitifolia* L. ($r = 0,91$), *Potamogeton perfoliatus* L. ($r = 0,89$), *Typha angustifolia* L. ($r = 0,78$), and *Ceratophyllum demersum* L. ($r = 0,74$).

Pigments content has significant changes depending on the growing conditions, higher water plants' species and the influence of anthropogenic effect.

Key words: higher water plants, chlorophyll, carotinoid, anthropogenic effect, the nitrogen entities

Рекомендує до друку

Надійшла 07.03.2018

В. З. Курант

УДК: 613.16:595.7:502.172:502.211(477.84-751.3)

¹Л. Я. ФЕДОНЮК, ¹Л. Б. ФУРКА, ¹О. М. ЯРЕМА, ²Я. І. КАПЕЛЮХ,
²І. І. БУГАЛЬСЬКА

¹ДВНЗ «Тернопільський державний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України»
вул. Ю. Словацького, 2, Тернопіль, 46001

²Природний заповідник "Медобори"

вул. Міцкевича, 21, смт. Гримайлів, Гусятинський район, Тернопільська область, 48210

ВПЛИВ ПОГОДНИХ УМОВ НА ЗМІНУ ЧИСЕЛЬНОСТІ КОМАХ, ЗАНЕСЕНИХ ДО ЧЕРВОНОЇ КНИГИ УКРАЇНИ. ТВАРИННИЙ СВІТ У ПРИРОДНОМУ ЗАПОВІДНИКУ «МЕДОБОРИ»

В роботі вперше досліджено динаміку чисельності окремих червонокнижних видів комах на території заповідника «Медобори» залежно від кліматичних умов впродовж 2005-2015 років. Облік і спостереження проводились за представниками ряду Лускокрилі, а саме Сатурнією великою (*Saturnia pyri*), Махаоном (*Papilio machaon*), Райдужницею великою (*Apatura iris*) та Подалірієм (*Iphiclides podalirius*), застосовуючи маршрутний метод польових досліджень на контрольних ділянках перебування червонокнижних комах. За час досліджень обліковано 212 особин.

Аналіз показників кліматограми середньорічних температур та опадів, вказує на залежність росту й спадання чисельності комах від кліматичних умов навколишнього середовища, що складались впродовж 10 років на території заповідника «Медобори».

Високі середньорічні показники температури повітря створюють оптимальні умови для існування *Papilio machaon* та *Apatura iris*, при чому *Papilio machaon* потребує більшої вологості на відміну від *Apatura iris*, якій необхідно невелика кількість опадів. Низькі середньорічні показники температури повітря створюють оптимальні умови для існування *Iphiclides podalirius* та *Saturnia pyri*. Велика кількість опадів є сприятливою умовою для існування *Iphiclides podalirius* на відміну від *Saturnia pyri*, якій для існування необхідна незначна кількість опадів.

Ключові слова: заповідник «Медобори», кліматичні умови, чисельність, Saturnia pyri, Papilio machaon, Apatura iris, Iphiclides podalirius

Вступ. Природний заповідник "Медобори" із загальною площею заповідної території 10521 га – один із природоохоронних об'єктів найвищого рангу на території Тернопільської області, що є справжньою перлиною не лише Тернопільщини, а й цілої України. Заповідник створений відповідно до Постанови Ради Міністрів УРСР №25 від 8 лютого 1990 року охорони унікальних природних комплексів Подільських Товтр та Кременецьких гір, збереження генофонду рослинного і тваринного світу, проведення наукових досліджень з подальшим використанням їх у природоохоронній роботі [4].

Систематичні роботи по вивченню комах на території природного заповідника "Медобори" та в його околицях ведуться з 1998 року [2]. У результаті багаторічної роботи ентомологів виявлено 3247 видів.

Однак, це не завершення роботи з інвентаризації ентомофауни. В колекції заповідника «Медобори» зібрано понад 8 тис. екземплярів комах, 21 вид із яких занесені до Червоної книги України (тваринний світ), але значна частина комах, представників ентомофауни заповідника, потребує ідентифікації [1].

Територія природного заповідника "Медобори" належить до "східного кліматичного району" Тернопільської області, клімат якого характеризується як помірно-континентальний. За період існування природного заповідника «Медобори» та дослідження його ентомофауни науковцями не зверталася увага на вплив клімату та погодних умов на зміну чисельності комах.

Тому, **метою** даного дослідження було визначити чисельність червонокнижних видів комах на території природного заповідника «Медобори» та визначити динаміку чисельності їх різноманіття залежно від кліматичних умов.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводилось впродовж 2005-2015 років на території природного заповідника «Медобори» з використанням маршрутного методу польових досліджень на контрольних ділянках ймовірного перебування червонокнижних комах. Спостереження за комахами та їх облік проводилися впродовж доби у весняно-літній час з періодичністю один раз в тиждень.

Дослідження стосувалися лише окремих видів Лускокрилих та майже не торкалося інших груп комах. Було досліджено чотири найчисельніші види, а саме *Saturnia pyri*, *Papilio machaon*, *Apatura iris*, *Iphiclides podalirius* в загальній кількості 212 особин.

Ідентифікацію комах проводили використовуючи визначники. А їх приналежність до категорій визначали за допомогою Червоної книги України (тваринний світ) [5,6,7,8].

Результати досліджень та їх обговорення

Подільські Товтри відіграють велику роль у формуванні клімату природного заповідника «Медобори». Висота положення щодо напрямку домінуючих вітрів і залісненість створюють на даній території специфічні мікрокліматичні умови та благотворно впливають на кількість опадів і температурний режим. Разом із тим, вони захищають південну частину Тернопільської області від північних і північно-східних вітрів, сприяючи більш м'якому термічному режиму "теплого Поділля" [4]. У всі пори року територію заповідника найбільш часто відвідують континентальні повітряні маси та майже в однаковій кількості морські. Значний вплив на клімат Медоборів мають вітри південного сектора Ісландського мінімуму та північного сектора Середземноморського мінімуму.

За результатами проведених досліджень встановлено, що на весняно-літній період впродовж 2005-2015 років динаміка чисельності комах на території природного заповідника "Медобори" змінювалась залежно від погодно-кліматичних умов.

За останні 10 років середньорічний показник температури повітря становив 7,5 °С. Найтеплішим був 2007 рік із середньою температурою 8,6 °С, а найхолоднішим – 2012 рік із показником 6,8 °С (рис. 1).

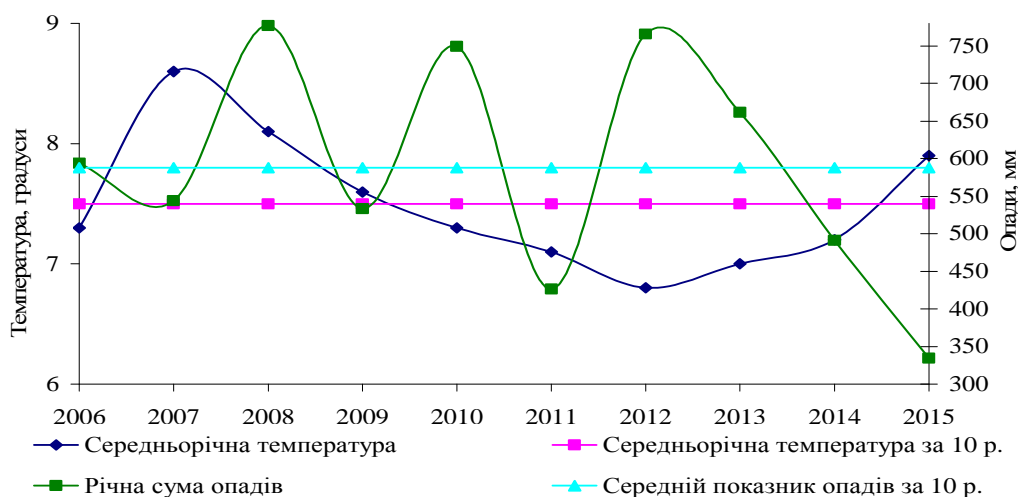


Рис. 1. Кліматограма зміни температури повітря та кількості опадів

Середній показник суми опадів за роки спостережень склав 589 мм. Найбільш вологими були 2008, 2010, 2012 і 2013 роки, коли випало, відповідно, 777,2 мм, 749,4 мм, 765,7 мм, 725,5 мм опадів, а найсухішими – 2011, 2014 і 2015 роки, коли випало близько 72 %, 83 %, 57 % середнього багаторічного показника опадів відповідно (див. рис. 1). Протягом кожного року опади розподілялися нерівномірно (за даними метеопоста природного заповідника «Медобори»).

Загальна кількість *Papilio machaon* за 10 років спостереження склала 54 особин (рис. 2). Встановлено, що зміна температури повітря, а саме її підвищення у 2007 році призвело до збільшення чисельності комах у незначній кількості: якщо у 2006 році налічувалось 1 особина комах виду Махаон, то у 2007 зареєстровано 5 особин.

І навпаки, стрімке зниження чисельності *Papilio machaon* припадало на 2014-2015 роки, коли спостерігалось підвищення температури повітря. У 2010 - 2013 роках стабільні середньорічні показники температури повітря сприяли стрімкому підвищенню чисельності *Papilio machaon*, що складало від 8 до 18 особин відповідно.

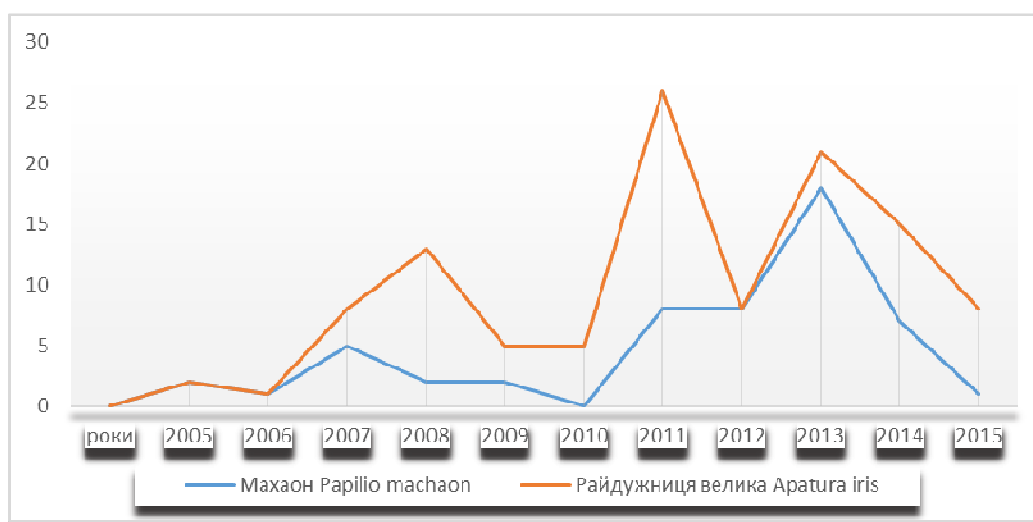


Рис. 2. Зміна чисельності *Papilio machaon* та *Apatura iris*

Порівнюючи показники кількості особин *Papilio machaon* із середньорічними величинами опадів на території природного заповідника встановлено, що збільшення опадів сприятливо впливало на ріст їх чисельності. Найбільшу кількість опадів зафіксовано з 2011 по

2013 роки (див. рис. 1). У результаті таких погодних умов відзначалось збільшення чисельності Махаона на 10 особин, у порівнянні до інших років, коли при найнижчому показнику опадів у 2015 році *Papilio machaon* був представлений однією особою.

При проведенні спостережень за *Apatura iris* впродовж 10 років на території природного заповідника «Медобори» встановлено, що загальна кількість цього виду комах налічує 58 особин (див. рис. 2).

Виявлено, що зміна температури повітря, а саме її підвищення у 2007 році та незначне зниження у 2008 році призвело до значного збільшення чисельності Райдужниці великої: якщо у 2007 році налічувалось 3 особини, то у 2008 вже зареєстровано 11 особин. І навпаки: стрімке зниження чисельності Райдужниці великої спостерігалось у 2012 році, коли відзначались найнижчі показники температури повітря (див. рис. 1).

Зменшення кількості опадів, що спостерігалось в період з 2009 по 2011 рік сприятливо впливало на показники кількості особин комах виду *Apatura iris*. Зокрема, у 2009 році зареєстровано 3 особини виду, а у 2011 році кількість особин збільшилась до 18 імаго.

За період спостереження за *Iphiclides podalirius* на території природного заповідника «Медобори» впродовж 2008-2015 років виявлено, що загальна кількість його складала 89 особин (рис. 3).

Встановлено, що зміна температури повітря, а саме низьке коливання показників температури повітря у 2010-2013 роках призвело до різкого збільшення кількості імаго виду до 40 особин.

Найменша кількість *Iphiclides podalirius* (1 особина) зареєстрована у 2008 році, коли зафіксовано один із найвищих показників температури повітря (8,6 °C).

У 2013-2014 роках теж відзначалось зменшення чисельності комах виду *Iphiclides podalirius* від 40 до 6 особин, що було зумовлено підвищенням температури повітря до 8,0°C.

Збільшення кількості опадів у 2011-2013 роках (див. рис. 1) сприятливо вплинуло на збільшення чисельності *Iphiclides podalirius*, що складало відповідно 12 особин у 2011 році, 12 особин у 2012 та 40 особин у 2013 році відповідно (рис. 3).

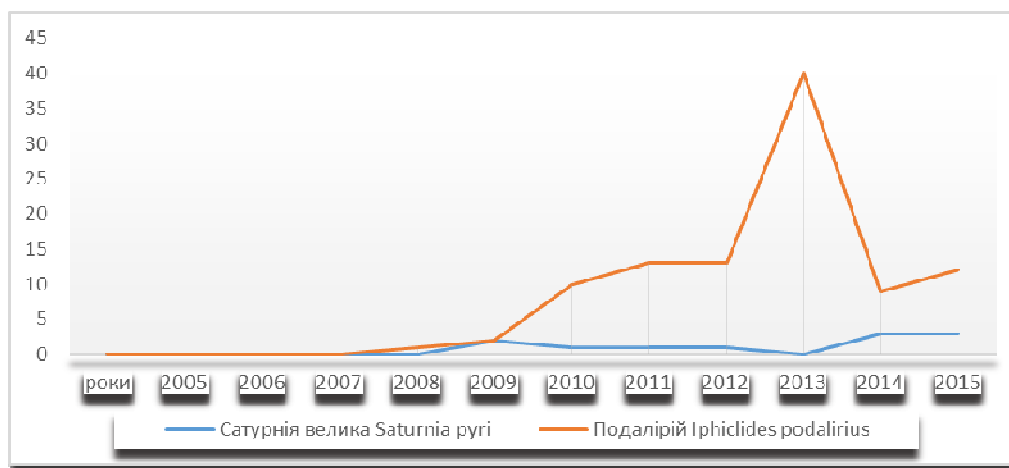


Рис. 3. Зміна чисельності комах виду *Iphiclides podalirius* та *Saturnia pyri*

За період спостереження впродовж 2009-2015 років за *Saturnia pyri* на території природного заповідника «Медобори» встановлено, що загальна кількість імаго цього виду налічувала 11 особин (див. рис. 3). За період дослідження відзначались незначні коливання в зміні їх чисельності: у 2009 році – 2 особини, 2010–2012 роки – 1 особина, 2013 – 0 особин, 2014-2015 – 3 особини. Збільшення чисельності особин Сатурнії у 2014-2015 роках зумовлено збільшенням температури повітря до 8,0°C та зменшення кількості опадів до 340 мм.рт.ст.

Висновки

Отже, чисельність представників ряду Лускокрилі на території заповідника «Медобори» залежить від кліматичних умов навколишнього середовища. Високі середньорічні показники температури повітря створюють оптимальні умови для існування *Papilio machaon* та *Apatura iris*, при чому *Papilio machaon* потребує більшої вологості на відміну від *Apatura iris*, якій необхідно невелика кількість опадів. Низькі середньорічні показники температури повітря створюють оптимальні умови для існування *Iphiclides podalirius* та *Saturnia pyri*. Велика кількість опадів є сприятливою умовою для існування комах виду *Iphiclides podalirius* на відміну від *Saturnia pyri*, якій для існування необхідна незначна кількість опадів.

Перспективи подальших досліджень. Подальші дослідження передбачають спостереження за ентомофауною природного заповідника «Медобори» в напрямку вивчення комах ряду Перетинчастокрилі.

1. Капелюх Я. І. З історії ентомологічних досліджень на території природного заповідника «МЕДОБОРИ»/ Капелюх Я. І.// Наукові записки державного природознавчого музею. — Львів, 2013. — Вип. 29. — С. 61—66.
2. Капелюх Я. І. Червонокнижні види комах природного заповідника "Медобори", їх локалізація та статус/ Капелюх Я. І. // Наукові записки ТНПУ ім. В. Гнатюка, серія біологія. — Тернопіль, 2011. — № 3 (48). — С. 160—163.
3. Природа Тернопільської області / За ред. К. І. Геренчука. — Л.: Вища школа. — 1979. — 165 с.
4. Природному заповіднику "МЕДОБОРИ" — 25 РОКІВ / За матеріалами наукового відділу ПЗ "Медобори" редколегія часопису// Наукові записки ТНПУ ім. В. Гнатюка, серія географія. — Тернопіль, 2015. — № 1. — С. 265—266.
5. Червона книга України. Тваринний світ. — К.: вид. Глобалколсантинг, 2009. — 623 с.
6. Д-р Хелгард Райххольф-Рим Бабочки. Самый популярный справочник/ Д-р Хелгард Райххольф-Рим. — М.: Астрель, 2002. — 286 с.
7. Некрутенко Ю. Денні метелики України / Ю. Некрутенко, В. Чиколовець. - К.: Раєвського, 2005. — 232 с.
8. Ключко З. Совки України Довідкове видання / З. Ключко — К.: Раєвського, 2006. — 248 с. — (Серія визначників "Природа України").

Л. Я. Федонюк, Л. Б. Фурка, О. М. Ярема, Я. І. Капелюх, І. І. Бугальська
ДВНЗ «Тернопольский государственный медицинский университет имени И. Я. Горбачевского
МОЗ Украины»
Природный заповедник "Медоборы"

ВЛИЯНИЕ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ НА ИЗМЕНЕНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ НАСЕКОМЫХ ЗАНЕСЕННЫХ В КРАСНУЮ КНИГУ УКРАИНЫ. ЖИВОТНЫЙ МИР В ЕСТЕСТВЕННОМ ЗАПОВЕДНИКЕ «МЕДОБОРЫ»

В работе впервые исследована динамика численности краснокнижных видов насекомых на территории заповедника «Медоборы» в зависимости от климатических условий в течение 2005-2015 годов. Учет и наблюдения проводились за насекомыми ряда Чешуекрылые, а именно Сатурнии большой (*Saturnia pyri*), Махаон (*Papilio machaon*), Радужниц большой (*Apatura iris*) и Подалирия (*Iphiclides podalirius*) в общем количестве 212 особей, применяя маршрутный метод полевых исследований на контрольных участках пребывания краснокнижных насекомых.

Анализ показателей климатограммы среднегодовых температур и осадков, указывает на зависимость роста и падения численности насекомых от климатических условий окружающей среды, которые состояли в течение 10 лет на территории заповедника «Медоборы».

Высокие среднегодовые показатели температуры воздуха создают оптимальные условия для существования *Papilio machaon* и *Apatura iris*, причем *Papilio machaon* требует большей влажности в отличие от Радужницы большой (*Apatura iris*), которой необходимо небольшое количество осадков. Низкие среднегодовые показатели температуры воздуха создают оптимальные условия для существования *Iphiclides podalirius* и *Saturnia pyri*. Большое количество осадков является благоприятным условием для существования *Iphiclides podalirius* в отличие от *Saturnia pyri*, которой для существования необходимо незначительное количество осадков.

Ключевые слова: заповедник «Медоборы», климатические условия, численность, *Saturnia pyri*, *Papilio machaon*, *Apatura iris*, *Iphiclides podalirius*

L. Ya. Fedonyuk, L. B. Furka, O. M. Yarema, Ya. I. Kapelyukh, I. I. Bugalskaya
I. Horbachevsky Ternopil State Medical University, Ukraine
«Medobory» Nature Reserve, Ukraine

THE INFLUENCE OF WEATHER CONDITIONS ON THE NUMBER OF INSECTS, INCLUDED IN THE RED BOOK OF UKRAINE IN THE «MEDOBORY» NATURE RESERVE

In the work for the first time the dynamic of the number of the Red Book insect species on the territory of «Medobory» reserve accordingly to the climate conditions during 2005-2015 is researched. The observation and monitoring by the insects of the Luscawrele series were done, that is *Saturnia pyri*, *Papilio machaon*, *Apatura iris* and *Iphiclides podalirius* in a total number of 212 individuals, using the route method of field researches on the control areas of Red Book insects living.

The territory of «Medobory» nature reserve belongs to the «eastern climatic region» of Ternopil region, the climate of which is characterized as temperately-continental. The height of the position relative to the direction of the dominant winds and forestry create specific microclimate conditions on the exact area and beneficially affect on the amount of rainfalls and temperature regime.

The climatogram analysis of average annual temperatures and rainfalls points to the dependence of the growth and decline of insect numbers from the climatic conditions of environment that formed during 10 years on the territory of «Medobory» reserve.

For the last 10 years the average annual air temperature was становив 7,5°C. The warmest was 2007 with an average temperature 8,6°C, and the coldest – 2012 with an indicator 6,8°C. The average amount of rainfalls for the years of observation was 589 mm. The most wet was 2008, when it fell 777,2 mm, and the driest – 2015, when it fell nearly 57 % of rainfalls.

The observation of insect species *Papilio machaon* was established, that increasing of air temperature in 2007 to 8,6 ° C led to the increase of the number of insects to 5 individuals. In 2010-2013 a stable average annual air temperature indicators (7,3°C - 6,8°C) contributed to a rapid increasing of the number of insects from 8 to 18 individuals. The change in the number of insects of the species *Papilio machaon* depended on the amount of rainfalls. In particular, from 2011 to 2013, when a large amount of rainfalls was recorded, the increase in the number of insects per 10 individuals in comparison with 2015 was noted, with the lowest rainfall index 340 mm *Papilio machaon* was presented by one individual.

Observing for the insects of the species *Apatura iris* a significant increase of its number in 2007-2008 for 8 individuals in conditions of increasing air temperature was found. The decrease of the amount of rainfalls observed in the period from 2009 to 2011 contributed to the increase of the number of insects of the species *Apatura iris* in 2009 from 3 individuals of this species to 18 insects.

In the period of observing for the insects of the species *Iphiclides podalirius* was found, that low fluctuation of air temperature indicators (7,3°C-6,8°C) in 2010-2013 led to a sharp increase in the number of insects of this species for 31 individuals. In 2013-2014 was a decrease in the number of insects of the species *Iphiclides podalirius* from 40 to 6 individuals, that was due to the increase in air temperature to 8,0°C. The increasing of rainfalls in 2011-2013 led to the increase of insects of the species *Iphiclides podalirius*, which accounted 12 individuals in 2011, 12 individuals in 2012 and 40 individuals in 2013 accordingly.

During the period of researching of insects of the species *Saturnia pyri* minor fluctuations in the change of their number were noticed: in 2009 – 2 individuals, in 2010-2012 – 1 individual, in 2013 – 0 individuals, in 2014-2015 – 3 individuals. The increase of the number of insects of this species in 2014-2015 is due to the increase of air temperature to 8,0°C and decrease of rainfalls to 340 mmHg.

Therefore, high average annual air temperature indices create optimal conditions for the existence of insects of the species *Papilio machaon* and *Apatura iris*, moreover *Papilio machaon* needs more moisture in contrast to *Apatura iris*, which needs a small amount of rainfalls. Low average annual air temperature indices create optimal conditions for the existence of insects of the species *Iphiclides podalirius* and *Saturnia pyri*. A large amount of rainfalls is a favorable condition

for the existence of insects of the species *Iphiclides podalirius* unlike insects of the species *Saturnia pyri*, for which a small amount of precipitation is required for existence.

Key words: Medobory Reserve, climatic conditions, number, *Saturnia pyri*, *Papilio machaon*, *Apatura iris*, *Iphiclides podalirius*

Рекомендує до друку

Надійшла 21.02.2018

В. В. Грубінко

УДК 581.2

Т. І. ЮСИПВА

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
пр. Гагаріна, 72, Дніпро, 49010

ВМІСТ ЗЕЛЕНИХ ПІГМЕНТІВ У ХВОЇ *PINUS SYLVESTRIS* ТА *PICEA PUNGENS* В ТЕХНОГЕННИХ УМОВАХ М. ДНІПРО

Наведено результати досліджень впливу промислових емісій та викидів автотранспорту на вміст пластидних пігментів у хвої *Pinus sylvestris* L. і *Picea pungens* Engelm. Виявлені інформативні тест-параметри для моніторингу стану хвойних рослин в умовах техногенного середовища: вміст хлорофілів *a* і *b* (тест-об'єкт *P. sylvestris*) та їх суми (*a+b*). Встановлено середню стійкість асиміляційних органів *P. pungens* до токсичних газів і важких металів, що дозволяє використовувати вид в озелененні техногенних територій із полікомпонентним забрудненням.

Ключові слова: сума хлорофілів (*a + b*), співвідношення хлорофілів *a:b*, фітоіндикація, промислові емісії, викиди автотранспорту, хвойні рослини

Вступ. Екологічну оцінку стану зелених масивів в умовах антропогенного тиску може успішно здійснювати з використанням біохімічних показників деревних рослин [1, 4, 7, 10, 11]. Пігменти фотосинтезу – ключові сполуки рослинного організму, тому зниження інтенсивності фотосинтезу за умов техногенного забруднення може бути однією з причин зниження продуктивності рослин. Стан фотосинтетичних зелених пігментів (хлорофіли *a* та *b*) є важливим, оскільки їх вміст може слугувати своєрідним маркером стресу [1].

В озелененні м. Дніпро широко використовують такі хвойні породи, як ялина колюча та сосна звичайна. З огляду на вищезазначене, мета роботи – дослідити вплив техногенних умов зростання (м. Дніпро) на вміст зелених пігментів у хвої *Pinus sylvestris* L. і *Picea pungens* Engelm.

Матеріал і методи досліджень

Матеріал збирали в жовтні 2017 р. на трьох пробних ділянках. Контрольна (умовно чиста) зона – Ботанічний сад ДНУ ім. О. Гончара, де концентрації забруднювачів не перевищують значення ГДК_{сан.-гіг.}. Моніторингова точка I розташована на території, прилеглої до Придніпровської ТЕС, що є найпотужнішим забруднювачем міста. Частка SO₂ в її викидах складає 90,0% від вмісту цієї сполуки у викидах усіх підприємств міста, NO₂ – 77,2%, твердих домішок – 75,7%, СО – 68,8% [3]. Моніторингова точка II розташована в зеленій зоні, що прилягає до потужної автотраси (Слобожанський проспект) та ПАТ «Інтерпайп Нижньодніпровський трубопрокатний завод». Хоча зараз підприємство на повну потужність не працює, однак його діяльність упродовж десятиріч призвела до хронічного забруднення середовища токсичними сполуками. У 2011 р. частка СО у викидах складала 46,6 %, NO_x – 31,1 %, SO₂ – 5,3 %, твердих речовин – 1,8 % [3]. У ґрунтах ділянки II спостерігається високий вміст важких металів: Mn – 1525, Cu – 89, Zn – 1149, Ni – 227, Pb – 194,5, Cd – 17 мг/кг [6].

Об'єктами дослідження були сосна звичайна *Pinus sylvestris* L. та ялина колюча *Picea pungens* Engelm. f. *viridis* Regel. (родина *Pinaceae*). Проби хвої відбирали з модельних дерев одного віку з південно-східного боку крони на висоті 1,7 м від рівня ґрунту. Концентрацію хлорофілу визначали в ацетоновій витяжці хвої на спектрофотометрі СФ-2000 при довжині хвиль 662 і 644 нм.

Розрахунки проводили за формулами Веттштейна [2]. Повторність досліду трикратна. Результати експерименту оброблені статистично за допомогою Microsoft Office Excel 2007. Розраховували середню арифметичну похибку. Для порівняння показників контрольних і дослідних варіантів використовували t-test ($p < 0,05$).

Результати досліджень та їх обговорення

Техногенне навантаження призводить до змін вмісту зелених пігментів у асиміляційних органах обох деревних порід, однак по-різному (табл. 1).

Таблиця 1

Вміст хлорофілів у хвої за умов техногенезу, мг/г сирової маси, ($M \pm m$, $n=3$)

Вид	Контроль	Ділянка I	Ділянка II
вміст хлорофілу <i>a</i>			
<i>Pinus sylvestris</i>	0,307 ± 0,010	0,329 ± 0,021	0,263 ± 0,002*
<i>Picea pungens</i>	0,257 ± 0,006	0,274 ± 0,007	0,335 ± 0,033*
вміст хлорофілу <i>b</i>			
<i>Pinus sylvestris</i>	0,141 ± 0,001	0,143 ± 0,002	0,119 ± 0,001*
<i>Picea pungens</i>	0,140 ± 0,014	0,174 ± 0,008*	0,151 ± 0,037
сума хлорофілів (<i>a</i> + <i>b</i>)			
<i>Pinus sylvestris</i>	0,450 ± 0,007	0,471 ± 0,018	0,384 ± 0,008*
<i>Picea pungens</i>	0,400 ± 0,001	0,445 ± 0,007*	0,480 ± 0,027*

Примітка: *дані достовірні при $p < 0,05$

Як видно з даних, що подані в табл. 1, техногенні умови впливають на вміст обох форм хлорофілів. Концентрація хлорофілу *a* у хвої рослин обох досліджених видів із району Придніпровської ТЕС практично не змінюється порівняно з контрольними величинами. Кількість цього пігменту на прилеглій до ПАТ «Інтерпайп Нижньодніпровський трубопрокатний завод» та автотраси території у *P. sylvestris* зменшується порівняно з контрольним значенням на 14,3 %, одночасно у *P. pungens* зростає і становить 128,4 % від вмісту хлорофілу *a* в рослин із умовно чистої зони. Цю реакцію-відповідь на антропогенний тиск вважаємо адаптаційною реакцією компенсаторного типу, оскільки ростові показники хвої *P. pungens* за дії екстремальних факторів довкілля знижуються [9].

Аналіз вмісту хлорофілу *b* свідчить про зниження його концентрації у рослин *P. sylvestris* в моніторинговій точці II, що разом зі зменшенням кількості хлорофілу *a* призводить до зниження вмісту суми зелених пігментів у асиміляційних органах цього виду в умовах техногенезу. Досліджена характеристика у дерев ділянки I практично не змінюється порівняно з рослинами умовно чистої зони. Так, вміст хлорофілу *b* у хвої *Pinus pallasiniana* Lamb. під дією викидів автотранспорту знижується меншою мірою, ніж хлорофілу *a* [5]. Вміст хлорофілу *b* у хвої *P. pungens* суттєво збільшується саме в моніторинговій точці I (124,3 % від контролю).

Уміст суми хлорофілів (*a+b*) у хвої *P. sylvestris* у моніторинговій точці II знижується на 14,7 % відносно значення цього показника у рослин умовно чистої зони, а у рослин ділянки I практично не змінюється порівняно з контролем.

У хвої *P. pungens*, навпаки, виявлено підвищення вмісту суми хлорофілів для рослин обох дослідних ділянок, причому більшою мірою у моніторинговій точці II, де кількість зелених пігментів на 20,0 % перевищує значення цього показника у контрольних рослин. Цей параметр у рослин, які зростають на прилеглій до Придніпровської ТЕС території, збільшується відносно контрольного значення на 11,3 %.

Згідно з [11], у хвої *P. pungens* виявлено суттєве зниження суми хлорофілів (*a+b*) на відстані 1,5 і 10 м від автошляхів з інтенсивним рухом автомобілів, а на віддаленні 120 м цей

показник практично не відрізнявся від значень у контролі. У *J. sabina* пігментний комплекс у *Juniperus sabina* L., *J. virginiana* L. і *J. communis* L. найбільш чутливий до забруднення атмосфери на початку вегетації, при цьому він найменш стійкий до поллютантів [7].

З літературних джерел відомо [8, 10], що співвідношення хлорофілу *a* до хлорофілу *b* – один із показників фотосинтетичної діяльності рослин, а за дії фітотоксикантів – ознака їх фізіологічного стану. Цей показник у рослин *P. sylvestris* на обох ділянках збільшується щодо контрольних значень (табл. 2), що свідчить про зменшення частки хлорофілу *b*.

Таблиця 2

Співвідношення хлорофілів *a* : *b* у хвої в забрудненому середовищі

Вид	Контроль	Ділянка I	Ділянка II
<i>Pinus sylvestris</i>	2,18	2,30	2,21
<i>Picea pungens</i>	1,84	1,58	2,22

У *P. pungens* співвідношення окремих форм зелених пігментів в моніторинговій точці II зростає за рахунок підвищення частки хлорофілу *a*, а в точці I зменшується у зв'язку зі збільшенням частки хлорофілу *b*.

Аналіз літературних даних свідчить про зменшення співвідношення хлорофілів *a* : *b* в асиміляційних органах рослин в умовах техногенезу [4, 5, 10]. Суттєве зниження цього показника у рослин загазованих територій може свідчити, з одного боку, про зменшення синтезу пігментів, а з іншого – про прискорення їх розпаду за умов дії аеротоксичних речовин [4].

Висновки

1. Токсичні гази та важкі метали істотно зменшують вміст у хвої *P. sylvestris* суми хлорофілів (*a+b*) і концентрацію окремих форм зелених пігментів (хлорофілу *a* та *b*) порівняно з рослинами умовно чистої зони.
2. До адаптивних механізмів компенсаторного типу у *P. pungens* належать суттєве підвищення за дії полікомпонентного забруднення середовища вмісту суми хлорофілів (*a+b*) і концентрації хлорофілу *b*.
3. Виявлені інформативні тест-параметри для фітоіндикації впливу техногенного середовища на стан хвойних рослин: вміст суми хлорофілів (*a+b*), концентрація хлорофілів *a* та *b* (тест-об'єкт *P. sylvestris*).
4. Встановлено середню стійкість асиміляційного апарату *P. pungens* до токсичних газів і важких металів, що дозволяє використовувати її в озелененні техногенних територій із полікомпонентним забрудненням.

1. Бессонова В. П. Влияние поликомпонентных выбросов автомобильного транспорта на содержание хлорофилла в листьях древесных растений / В.П. Бессонова, Н.В. Капелюш, С.В. Овчаренко, В.Д. Письменчук // Бюл. Никитского ботан. сада. — Ялта, 2004. — 8. С. 73—75.
2. Гавриленко В. Ф. Большой практикум по физиологии растений / В.Ф. Гавриленко, М.Е. Ладыгина, Л.М. Хандобина. — М.: Колос, 1975. — 392 с.
3. Екологічний паспорт Дніпропетровської області (2015 р.) // <http://www.menr.gov.ua>
4. Москалик Г. Г. Фітоіндикація стану повітря урбоєкосистеми / Г.Г. Москалик // Фальцфейнівські читання. — Херсон: ПП Вишемирський, 2007. — С. 219—221.
5. Оскольская О. И. Некоторые морфологические и физиологические адаптации сосны крымской (*Pinus pallasiana* Lamb.) к условиям антропогенного воздействия / О.И. Оскольская // Кадастровые исследования степных биогеоценозов Присамарья Днепропетровского, их антропогенная динамика и охрана. — Д.: Изд-во Днепропетр. ун-та, 1991. — С. 176—181.
6. Пасічний Г. В. Динаміка важких металів в ґрунтовому покриві у зв'язку з техногенним забрудненням опочуючого середовища (на прикладі м. Дніпропетровська) / Г.В. Пасічний, В.М. Сердюк // Екологія та природокористування. — 2002. — 4. — С. 111—117.
7. Приступа І.В. Динаміка вмісту фотосинтезуючих пігментів як фітоіндикаційний показник у представників р. *Juniperus*, що зростають в умовах промислового міста південного сходу України / І.В. Приступа, І.В. Шалімов, Т.В. Романчук // Питання біоіндикації та екології. — 2009. — Вип. 14, № 1. — С. 74—80.
8. Репин Е. Н. Состав пластидных пигментов, содержание воды и транспирации у *Pinus densiflora* и *Pinus x Funerbris* / Е.Н. Репин // Ботан. журнал. — 2003. — Т. 88. — № 3. — С. 85—89.

9. Філатова Н. О. Стан біометричних показників хвої сосни звичайної та ялини колючої на урбанізованих територіях / Н.О. Філатова, Т.І. Юсіпіва // Рослини та урбанізація. Матеріали науково-практичної конференції, 3 березня 2018. — Д., 2018.
10. Юсіпіва Т. І. Вплив SO₂ та NO₂ на динаміку хлорофілу в листках самосіву деревних рослин / Т. І. Юсіпіва, О. В. Самко // Вісн. Миколаїв. ун-ту. Сер. біол. науки. — 2009. — Вип. 24, № 4 (1). — С. 282—287.
11. Bessonova, V.P., Ponomaryova, O.A., 2017. Morphometric characteristics and the content of plastid pigments of the needles of *Picea pungens* depending on the distance from the highways. *Biosystems Diversity*, 25 (2), 96—101.

Т. І. Юсіпіва

Днепровский национальный университет имени Олеся Гончара

СОДЕРЖАНИЕ ЗЕЛЕННЫХ ПИГМЕНТОВ В ХВОЕ *PINUS SYLVESTRIS* И *PICEA PUNGENS* В ТЕХНОГЕННЫХ УСЛОВИЯХ Г. ДНЕПР

Изложены результаты исследований влияния промышленных эмиссий и выбросов автотранспорта на концентрацию пластидных пигментов в хвое *Pinus sylvestris* L. и *Picea pungens* Engelm. Предложены информативные тест-параметры для мониторинга состояния хвойных растений в условиях техногенной среды: содержание суммы хлорофиллов ($a+b$), концентрация хлорофиллов a и b (тест-объект *P. sylvestris*). Выявлена средняя устойчивость ассимиляционного аппарата *P. pungens* к токсическим газам и тяжелым металлам, что позволяет использовать вид в озеленении техногенных территорий с поликомпонентным загрязнением.

Ключевые слова: сумма хлорофиллов ($a + b$), соотношение хлорофиллов $a:b$, фитоиндикация, промышленные эмиссии, выбросы автотранспорта, хвойные растения

T. Iusypiva

Oles Honchar Dnipro National University, Ukraine

GREEN PIGMENT CONTENT IN NEEDLES OF *PINUS SYLVESTRIS* AND *PICEA PUNGENS* UNDER TECHNOGENIC CONDITIONS OF THE CITY OF DNIPRO

The paper studies the influence of technogenic growth conditions in the city of Dnipro on the chlorophyll content in the needles of *Pinus sylvestris* L. and *Picea pungens* Engelm. It has been shown that multicomponent pollution of the atmosphere and soil leads to changes in the concentrations of green pigments in the assimilation organs of both tree species, but the trends of the changes differ. It was found that the action of toxic gases and heavy metals in the needles of *P. sylvestris* significantly reduces the content of chlorophylls ($a + b$) due to the reduction of the concentrations of their individual forms – chlorophylls a and b – compared with the indices of plants in the conventionally clean zone.

Moreover, the study proved that a dramatically increasing technogenic effect on the content of chlorophylls ($a + b$) in the needles of *P. pungens* depends on the concentration rate growth of certain forms of green pigments (chlorophyll a or b). These reactions of the assimilation apparatus to anthropogenic stress may relate to adaptive mechanisms of the compensatory type.

The informative test parameters for phytoindication of the influence of the technogenic environment on the condition of coniferous plants were revealed: the content of the chlorophylls content ($a + b$) and the concentration of chlorophyll a and b (test object *P. sylvestris*). The average stability of the assimilation apparatus *P. pungens* to toxic gases and heavy metals has been established, which allows it to be used in the landscaping of man-made territories featuring multicomponent pollution.

Key words: Total Chlorophyll ($a + b$), Chlorophyll (Chl) a/b ratio, phytoindication, industrial emissions, vehicle emissions, coniferous plants

Рекомендує до друку

Надійшла 01.03.2018

В. В. Грубінко

МОРФОЛОГІЯ ТА ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ І ТВАРИН

УДК: 612.897+06:612.172

О. С. ВОЛОШИН

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка
вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027

ОЦІНКА ФІЗИЧНОГО РОЗВИТКУ І ОСОБЛИВОСТЕЙ ПЕРЕБІГУ НЕРВОВИХ ПРОЦЕСІВ В ОСІБ РІЗНОГО КОНСТИТУЦІЙНОГО ТИПУ ЮНАЦЬКОГО ВІКУ

У роботі проведено дослідження показників фізичного розвитку, сили процесів збудження і гальмування, показників екстра- та інтроверсії в осіб з різним типом конституції. Встановлено високий рівень функціональної активності нервових процесів в осіб з нормостенічним і астеничним типами тілобудови, однак особи першої групи мають вищий рівень працездатності. В обстежених обох груп встановлено перевагу екстраверсії помірного типу. Вагомою є також частка осіб з помірною інтроверсією. Звертає увагу відсутність значної екстраверсії у групі нормостеніків, що у поєднанні з вищим рівнем ефективності нервових процесів потенційно створює кращі передумови для когнітивної діяльності і розподілу уваги.

Ключові слова: фізичний розвиток, нервові процеси, конституційний тип, екстраверсія, інтроверсія

Вступ. Стрімкий розвиток сучасних технологій, активне використання різноманітних гаджетів обмежило динамічне навантаження на сучасну людину, скоротило час перебування в природних умовах, значних змін зазнав режим і якісний бік харчування. Невпинно зростає інформаційне навантаження, особливо це стосується молоді. Саме тому є актуальним дослідження рівня фізичного розвитку і характеристики процесів збудження і гальмування в осіб юнацького віку. В даному дослідженні проведено аналіз зазначених показників в осіб з різним типом конституції. Вивчення конституційних особливостей має практичне значення і є одним з факторів, що попереджує уніфікований підхід в оцінці психофізіологічного і функціонального статусу людини. Автори зазначають, що конституція поєднує тілобудову з певним патерном функціонування імунонейроендокринного апарату, а її морфологічним відображенням є соматотип - генетично обумовлений прогностичний комплекс, що дає змогу передбачити особливості реакції організму на зовнішній вплив [2]. Особливості соматотипу тісно пов'язані з потенціалом фізичного розвитку, він визначає фізіологічні можливості організму, впливає на специфіку роботи регуляторних і серцево-судинної систем [5]. А належний рівень фізичного розвитку справедливо вважають найбільш об'єктивним та позитивним показником здоров'я [6]. Сучасні дослідження свідчать про негативні зміни в стані здоров'я і фізичної підготовленості молоді, тривогу викликає зростання гіпертонічних реакцій, вегето-судинної дистонії, невротизації студентів [13].

Зниження рівня фізичного здоров'я, погіршення психофізіологічних показників ЦНС у студентів дослідники пояснюють наслідком припинення занять з фізичної культури після III курсу [11]. Слід зазначити, що мова йде про осіб юнацького віку, для яких традиційно

характерний високий рівень фізичного розвитку, стабілізація витривалості, швидкості, сили і спритності [10].

Дослідження зв'язку між рівнем фізичного розвитку і характером нейродинамічних процесів становить не лише теоретичний, але й практичний інтерес. Зокрема, встановлено відповідність між вираженою функціональною активністю нервових процесів і високими показниками у спортивній діяльності [3]. Враховуючи зазначене, метою роботи було дослідження показників фізичного розвитку, сили процесів збудження і гальмування, показників екстра- та інтроверсії в осіб з різним типом конституції.

Матеріал і методи досліджень

Дана робота є фрагментом комплексного дослідження функціонального стану організму осіб юнацького вікового періоду. Розподіл обстежених за конституційними типами здійснювали за М. В. Чорноручьким [7]. В ході роботи було обстежено 55 практично здорових осіб віком 20-22 роки в період з 9-ої до 11-ої години. Дослідження функціональної ефективності нервових процесів здійснювали шляхом аналізу сили процесів збудження і гальмування з використанням тепінг-тесту Ільїна [8, 9]. Оцінку рівня екстра/інтроверсії проводили за тестовою методикою [4, 12]. Антропометричне дослідження здійснювали за допомогою методу індексів: вивчали показник індексу маси тіла, індекс Руф'є, ваго-ростовий індекс, життєвий індекс, розвиток сили м'язів-згиначів ведучої руки, індекс подвійного добутку [1, 4]. Статистичну обробку отриманого цифрового матеріалу здійснювали з використанням статистичного пакета STATISTICA 6.1.

Результати досліджень та їх обговорення

Аналіз рівня екстра/інтроверсії в осіб з різним типом конституції показав наступне. Серед усього контингенту 73,2 % є нормостеніками (1 група), а 26,8 % осіб мають астеничний тип конституції (2 група), особи з гіперстенічною тілобудовою відсутні. Найбільший відсоток становили обстежені з нормостенічною тілобудовою і помірно вираженою екстраверсією – 51,8 %, 16,1 % осіб мали астеничний тип конституції і помірний рівень екстраверсії. Суттєво менша кількість осіб мала помірний рівень інтроверсії – 14,5 % і 6,9 % серед осіб першої і другої груп відповідно. Слід відзначити, що випадки значного рівня інтроверсії спостерігали лише серед обстежених з нормостенічною тілобудовою – 7,2 %, а значний рівень екстраверсії – тільки в осіб з астеничним типом конституції – 3,5 % (рисунок).

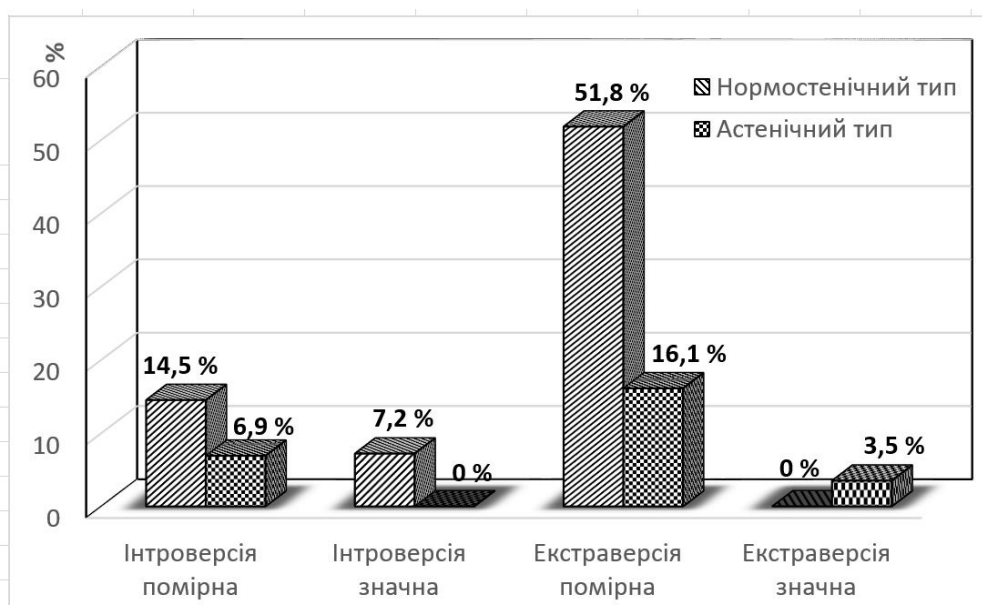


Рисунок. Розподіл значень рівня інтро- та екстраверсії серед осіб юнацького віку з різним типом тілобудови (кількість осіб у %).

Дослідження перебігу нервових процесів показало, що в осіб 1-ої групи переважає середньо-сильна нервова система, а в обстежених 2-ої групи – середньо-слабка. В осіб з астеничною тілобудовою спостерігали відносно рівний темп роботи зі стійкою тенденцією до зниження працездатності: у 6-му квадраті кількість рухів на $7,50 \pm 0,23$ (або на 17,2 %) менша порівняно з показником у 1-му квадраті. В осіб нормостенічного типу на початку тестування працездатність досить висока і перевищує аналогічний показник осіб 1-ої групи на 8,0%. Протягом виконання завдання у 4-му квадраті працездатність зменшилась на 22,8 %. Однак, на завершення тестування ефективність роботи в осіб нормостенічного типу зростає і перевищує відповідний показник 1-ої групи на 9,8 %, що свідчить про вищий рівень функціональної стійкості і пристосування до характеру навантаження. В усіх обстежених, незалежно від типу конституції тіла, відзначено високий рівень пластичності нервової системи, що сприяє ефективності нервових реакцій і когнітивних процесів, забезпечує адекватний рівень комунікативних можливостей.

Використання методу індексів показало, що в обстежених як з нормостенічною так і астеничною тілобудовою розвиток сили м'язів-згиначів ведучої руки відповідає високому рівню, показник індексу маси тіла в осіб 1-ої групи на $4,35 \pm 0,18$ $\text{кг}/\text{м}^2$ перевищує аналогічний в обстежених астеничної тілобудови, однак середнє значення показника в обох групах не виходить за межі норми. Значення ваго-ростового індексу в першій групі на $8,14 \pm 0,29$ перевищує такий в осіб астеничної тілобудови, однак відповідає нормі. Показники життєвого індексу та індексу подвійного добутку відповідають нормі в усіх обстежених, хоча в осіб з нормостенічною тілобудовою мають вищі значення. Індекс Руф'є в осіб 1-ої і 2-ої груп становив $7,87 \pm 0,34$ і $7,65 \pm 0,22$ відповідно, що в обох випадках свідчить про середній рівень фізичної працездатності серцево-судинної системи і компенсаторно-адаптаційних можливостей організму.

Висновки

Отже, в усіх обстежених, незалежно від конституційного типу, показники фізичного розвитку відповідають нормі для осіб цього віку. Відзначено високий рівень функціональної активності нервових процесів в осіб з нормостенічним і астеничним типами тілобудови, однак особи першої групи мають вищий рівень працездатності. В обстежених обох груп встановлено перевагу екстраверсії помірного типу. Вагомою є також частка осіб з помірно інтроверсією. Звертає увагу відсутність значної екстраверсії у групі нормостеніків, що у поєднанні з вищим рівнем ефективності нервових процесів потенційно створює кращі передумови для когнітивної діяльності і розподілу уваги.

1. Боярчук О.Д. Вікова анатомія та фізіологія: практикум / О. Д. Боярчук, С. В. Гаврелюк // Держ. закл. «Луган. нац.ун-т імені Тараса Шевченка». — Старобільськ: Вид-во ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2017. — 252 с.
2. Бурбела Е.І. Конституційні особливості дітей шкільного віку з контрольованою бронхіальною астмою / Е.І. Бурбела // Современная педиатрия. - 2013. № 5 (53). — С. 105—109.
3. Голяка С.К. Функціональна рухливість нервових процесів та властивості особистості у спортсменів [Електронний ресурс] / С.К. Голяка, С.І. Степанюк, І.В. Городинська // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту : наукова монографія / ред. проф. С. Єрмаков. — Харків, 2008. — № 5 — С. 27—31. Режим доступу: <http://eKhSUIR.kspu.edu/handle/123456789/3558>. — Дата звернення: 02.03.2018.
4. Грубінко В.В. Організація наукової, навчально-дослідної та індивідуальної роботи з курсу «Вікова фізіологія та шкільна гігієна»: Методичний посібник. / [В.В. Грубінко, Н.М. Дробик, О.С. Волошин та ін.]. — Тернопіль, ТНПУ, 2014. — 73 с.
5. Дуло О.А. Перспективи вивчення рівня фізичного здоров'я жителів Закарпатської області за показниками аеробної та анаеробної продуктивності організму [Електронний ресурс] / О.А. Дуло // Науковий вісник Ужгородського університету. Сер. Медицина. — 2012. — Вип. 2. — С. 154—160. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/UNUMED_2012_2_41. - Дата звернення: 17.01.18.
6. Іванчук П.Р. Моделювання експертних систем при вивченні гендерного розподілу антропометричних показників / П.Р. Іванчук, М.А. Іванчук, Т.М. Амеліна // Буковинський медичний вісник. — 2014. — Том 18, № 4 (72). — С. 36—37.

7. *Куцєрніб Т.М.* Курс «Основи морфології» [Електронний ресурс] /Т.М. Куцєрніб; Львівський державний університет фізичної культури. — 2013. Режим доступу: http://3w.ldufk.edu.ua/files/kafedry/kaf_anatom_fizioloh/anat_liud_sport_morfoloh/khoreohr/lek/14.pdf. — Дата звернення: 17.01.18.
8. *Марчик В. І.* Функціональні проби та індекси в дослідженні фізичного стану людини: методичні рекомендації [Електронний ресурс] / В. І. Марчик, І. Л. Мінжоріна // Кривий Ріг: КДПУ, 2016. — 64 с. Режим доступу: <http://elibrary.kdpu.edu.ua/handle/0564/338>. — Дата звернення: 02.03.2018.
9. *Методичні рекомендації.* Експерес-діагностика толерантності до навантажень у студентів вищих навчальних закладів. Укладачі Г.В. Охрімій, О.М. Дзюба, Н.Ю. Макарова, С.В. Ноздрін. — Київ: ДУ «УІСД МОЗ України», Дніпропетровськ, ДВНЗ «УДХТУ», ДГУ, 2014. — 30 с.
10. *Мудрік І.В.* Фізичний розвиток учнівської і студентської молоді різної статі у процесі фізичного виховання / І.В. Мудрік // Теоретико-методичні проблеми виховання дітей та учнівської молоді: збірник наукових праць. - 2009 р. Випуск №13, книга 11. — С. 516-522.
11. *Подпала В.В.* Розумова праця та психофізіологічні аспекти втоми / В.В. Подпала, О.І. Плиса // Фізіологічний журнал. — 2008. — Т. 56, № 2. — С. 78.
12. *Психологические тесты.* Практикум. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://psylist.net/praktikum/epq.htm>. Дата звернення: 02.03.18.
13. *Сергієнко В. М.* Здоров'я та фізичний розвиток студентської молоді / В. М. Сергієнко // Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві. — 2009. — № 2. — С. 79—82. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Fvs_2009_2_2

Е. С. Волошин

Тернопольский национальный педагогический университет имени Владимира Гнатюка

ОЦЕНКА ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И ОСОБЕННОСТЕЙ ТЕЧЕНИЯ НЕРВНЫХ ПРОЦЕССОВ У ЛИЦ РАЗНОГО КОНСТИТУЦИОННОГО ТИПА ЮНОШЕСКОГО ВОЗРАСТА

В работе проведено исследование показателей физического развития, силы процессов возбуждения и торможения, показателей экстра и интроверсии у лиц с различным типом конституции. Установлен высокий уровень функциональной активности нервных процессов у лиц с нормостеническим и астеническим типами телосложения, однако лица первой группы имеют более высокий уровень работоспособности. У обследованных обеих групп установлено преимущество экстраверсии умеренного типа. Значительна также доля лиц с умеренной интроверсией. Обращает внимание отсутствие значительной экстраверсии в группе нормостеников, что в сочетании с более высоким уровнем эффективности нервных процессов потенциально создает лучшие предпосылки для когнитивной деятельности и распределения внимания.

Ключевые слова: физическое развитие, нервные процессы, конституционный тип, экстраверсия, интроверсия

О. S. Voloshyn

Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine

EVALUATION OF PHYSICAL DEVELOPMENT AND PECULIARITIES OF NERVOUS PROCESSES IN YOUNG PERSONS WITH DIFFERENT CONSTITUTIONAL TYPE

Investigation of the relationship between the level of physical development and the nature of neurodynamic processes has not only theoretical but also of practical interest. The rapid development of modern technology, the active use of various gadgets has limited the dynamic burden on modern man. Significant changes have undergone the regime and the quality side of nutrition, reduced the time of human presence in natural conditions. The information load is constantly growing, especially in young people. That is why it is relevant to study the level of physical development and the characteristics of the processes of excitation and inhibition in young people.

In this study, the analysis of these indicated in individuals with different types of constitution was carried out. The study of constitutional features is of practical importance, this is one of the

factors that prevents a unified approach in assessing the psychophysiological and functional status of a person.

Taking into account the above, the purpose of the work was to study the indicators of physical development, the strength of the processes of excitation and inhibition, extraversion and introversion indicators in people with different types of constitution.

This work is a fragment of a complex study of the functional state of organism of young people. The distribution of those surveyed by constitutional types according to N.V. Chornorutskiy was carried out. In the course of the work, 55 people of 20-22 age years were examine from ninth to eleventh at the morning. The excitation and inhibition force analysis was carried out using the Ilyin Tepping test and an extra-introversion test was performed to investigate the features of the course of the nervous processes. Anthropometric studies using the index method were performed to evaluate physical development. We studied next indicators: the body mass index, the Ruffier index, the weight-growth index, the vital index, the development of the strength of the flexor muscles of the leading hand, the index of the double product.

Analysis of the level of extra-introversion in persons with different types of constitution showed the following: among the entire contingent, 73.2 % are normostenics, 26.8 % have asthenic type of constitution, persons with hypersthenic physique were absent. Persons with normostenic physique and moderately expressed extraversion formed the highest percentage of the subjects (51.8 %), 16.1 % had an asthenic type of constitution and a moderate level of extraversion. A high level of plasticity of the nervous system is noted in the examined both types of constitution. This contributes to the effectiveness of nerve reactions and cognitive processes. A high level of functional activity of the nervous processes in persons with normosthenic and asthenic types of physique has been established, however, the persons of the first group have a higher level of operability.

The advantage of extraversion of moderate type is established in the examined both groups. Individuals with moderate introversion also constitute a significant proportion. The absence of significant extraversion in the normostenic group, combined with the high level of efficiency of the nervous processes, potentially creates better prerequisites for cognitive activity and distribution of attention.

Key words: physical development, nervous processes, constitutional type, extraversion, introversion

Рекомендує до друку

Надійшла 05.03.2018

В. В. Грубінко

УДК 616.71:547.476.3

В. А. ПАСТУХОВА, Г. В. ЛУК'ЯНЦЕВА, О. І. КОВАЛЬЧУК, С. П. КРАСНОВА

Національний університет фізичного виховання і спорту України
вул. Фізкультури, 1, Київ, 02000

ДИНАМІКА ЗМІН ПРОЦЕСІВ РОСТУ КІСТОК СКЕЛЕТУ ПІСЛЯ ТРИВАЛОГО ВВЕДЕННЯ ТАРТРАЗИНУ НА ФОНІ МОДЕЛЮВАННЯ КІСТКОВОГО ДЕФЕКТУ

Тривале введення статевозрілим білим щурам жовтого барвнику тартразину в дозі 750 мг/кг і 1500 мг/кг із подальшим моделюванням дефекту у великогомілковій кістці супроводжується значним дозозалежним відставанням темпів повздовжнього та апозиційного росту плечової і кульшової кісток, а також третього поперекового хребця, найбільш значним - у кульшовій кістці. Комбіноване застосування разом з тартразином фармакологічних коректорів мексидолу і селенази на тлі нанесеного кісткового дефекту сприяє нівелюванню виявленого негативного

впливу E102 на процеси росту діафізів, а також зменшує ретардацію остеогенезу в зоні проксимальних епіфізарних хрящів. Вплив селенази вирізняється більшою ефективністю порівняно з дією мексидолу.

Ключові слова: тартразин, кістки, кістковий дефект, мексидол, селеназа

Вступ. Вирішення проблеми посттравматичних порушень регенерації кісткової тканини має значну соціально-економічну актуальність внаслідок значного відсотка ускладнень після пошкоджень опорно-рухового апарату, що потребує тривалої реабілітації, коштовного лікування та гостро актуалізує пошук альтернативних шляхів корекції порушень остеорегенерації [1].

Проблема посттравматичної регенерації скелетних тканин набуває особливої актуальності у наш час, коли вже практично неможливо відшукати продукти, які не містили б у своєму складі харчові добавки, наприклад, барвники. Тартразин (E102) – це синтетичний моноазобарвник, який отримують з відходів виробництва кам'яного вугілля; його застосовують для надання продукції жовтого кольору у харчовій промисловості, при виготовленні лікарських препаратів, а також у створенні косметичних засобів. Найбільш масштабно застосовують E102 у виробництві напоїв, кондитерських виробів, чипсів, майонеза тощо [2,3]. При вживанні виробів, що містять E102, часто виникають бронхоспазм, алергічні прояви [4,5]. В експериментальних роботах та клінічних дослідженнях *in vitro* виявлено, що для E102 властивий генотоксичний вплив з наступною надлишковою експресією генів, збільшення вмісту ДНК з наступною стимуляцією мітотичного процесу [6,7]. Автори висувують припущення, що тартразин може бути стимулятором хімічного канцерогенезу [8].

Відомості про вплив E102 на стан складових елементів скелетних тканин в опрацьованій нами літературі практично відсутні [9]. Зважаючи на той факт, що E102 не є природним ендогенним компонентом організму людини, а також на малу кількість даних щодо морфофункціональних й органометричних змін основних складових скелету під впливом означеної речовини, актуальним є вирішення проблеми можливих наслідків застосування і дії E102 на структурно-функціональний стан кісткової тканини.

Мета дослідження: на експериментальній моделі виявити морфологічні особливості остеогенезу кісток щурів на тлі введення тартразину із подальшим моделюванням кісткового дефекту у великогомілкової кістці та за умов застосування фармакологічних коригувальних засобів.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проведено на білих статевозрілих щурах-самцях з вихідною масою тіла 200 ± 10 г. Утримання і маніпуляції над лабораторними щурами проводилися відповідно до правил, встановлених «Європейською конвенцією з захисту хребетних тварин, що використовуються для експериментальних та інших наукових цілей» (Страсбург, 1986) [10] і положеннями Закону України № 3477-IV від 21.02.2006р. «Про захист тварин від жорстокого поводження».

Експеримент був поділений на наступні етапи - введення тваринам протягом 60 днів тартразину або застосування означеної речовини разом із введенням коректорів мексидолу або селенази; далі нанесення дефекту у великогомілкових кістках (ВГК). Тварини були розподілені на групи: щури, яким вводили щодня 1 мл фізіологічного розчину і по закінченні вказаної маніпуляції наносили наскрізний дірчастий дефект у проксимальному відділі діафіза правої ВГК (група Д); тварини, яким щоденно шлунковим зондом вводили 1 мл тартразину в дозі 750 мг/кг і 1500 мг/кг, а на 1 добу після закінчення його введення завдавали наскрізний дірчастий дефект у ВГК (групи Т1Д та Т2Д відповідно); щури, яким вводили 1 мл E102 в дозі 750 мг/кг і 1500 мг/кг, а також 5% розчин мексидолу, в дозі 50 мг/кг маси тіла і моделювали кістковий дефект (групи Т1ДМ та Т2ДМ відповідно); тварини, яким щодня вводили 1 мл тартразину в дозі 750 мг/кг і 1500 мг/кг, селеназу в дозі 40 мкг/кг, а по закінченні завдавали дірчастий дефект у ВГК (групи Т1ДС та Т2ДС).

Тартразин (виробник Roha Dychem Pvt Ltd (A/44 & A45, Road № 2, MIDC Andheri (East), Mumbai – 400093, India) вводили щурам за допомогою шлункового зонду. Розрахунок доз уведення препаратів складали з урахуванням рекомендацій Ю.Р. і Р.С. Риболовлевих [11].

Селеназу (виробник Біосини Арцнайміттель ГмбХ, Німеччина, реєстраційне свідоцтво № UA/8796/02/01) вводили тваринам внутрішньошлунково, в дозі 0,40 мг/кг маси тіла 1 раз на добу. Мексидол (виробник ТОВ Медичний центр «Еллара», РФ, реєстраційне свідоцтво № UA/1348/02/01) використовували у вигляді розчину для ін'єкцій (5 мл), із розрахунку 50 мг/кг внутрішньом'язово.

Кістковий дефект моделювали під ефірним масковим наркозом стандартним стоматологічним бором діаметром 2,2 мм. Завдавали наскрізний дірчатий дефект у проксимальному відділі діафіза правої ВГК, тому після маніпуляції зберігалися умови для функціонального навантаження на нижню кінцівку [12]. Терміни періоду реадaptaції склали 3, 10, 15, 24 і 45 діб, що відповідає виділеним стадіям процесу репаративної регенерації кістки [13]. Після тварин виводили з експерименту шляхом декапітації під ефірним масковим наркозом. Виділяли і скелетували плечові (ПЛ), кульшові кістки (КШ), також третій поперековий хребець (ТПХ), проводили їх остеометрію штангенциркулем за загальноприйнятою методикою.

Статистичну обробку результатів проводили за допомогою непараметричного U-критерія Манна-Уитни.

Результати досліджень та їх обговорення

На фоні введення тартразину (750 мг/кг) із подальшим нанесенням дефекту у ВГК визначено, що найзначніші за тривалістю та амплітудою зміни відбувалися з габаритними параметрами КШ, у якій максимальна товщина відставала від такої в групі Д з 3 по 10 добу на 7,23% ($p < 0,05$) - 8,36% ($p < 0,05$), а максимальна ширина на 3 добу – на 8,01% ($p < 0,05$). Значно порушувалися темпи апозиційних ростових процесів, що відбивалося на розмірах тіла ТПХ і середини діафізу ПЛ: із 3 по 24 добу висота тіла ТПХ відставала від такої в групі Д у середньому на 6,00%, а каудальна та краніальна товщина – ще значніше. У ПЛ в групі Т1Д з 10 по 15 добу відзначалося пікове відставання передньо-заднього розміру середини діафізу – на 8,70% і 6,94% порівняно з аналогічним розміром ПЛ у групі Д (усі – $p < 0,05$), а на 3 та 10 добу зменшеною була й ширина середини діафізу (на 4,85%). Зміни такого штибу вказують на чутливість до впливу E102 процесу апозиційного остеогенезу, що на макроорганному рівні позначалося у вигляді відносного зменшення габаритних розмірів губчастих структур хребця і поперечних розмірів плоскої кістки та діафізів трубчастих кісток. На темпи поздовжнього росту E102 у дозі 750 мг/кг не мав достовірного впливу.

На фоні введення тартразину (750 мг/кг) в комбінації з мексидолом та подальшим нанесенням дефекту у ВГК в періоді до 24 доби визначалися зміни тих остеометричних параметрів, які постраждали від дії E102 - збільшувалися переважно поперечні розміри кісток. Ширина й товщина КШ в групі Т1ДМ у різні періоди перебільшували аналогічні розміри в групі Т1Д від 4,0% до 5,2%. Також дещо зростала каудальна та краніальна товщина тіла ТПХ: від 5,56% і 6,47% на 10 добу до 9,47% і 5,69% на 24 добу ($p < 0,05$), порівняно з показниками групи Т1Д. Розміри середини діафізу, а також ширина діафізу перевищували такий у групі Т1Д у середньому на 4,50% із 10 по 45 добу ($p < 0,05$). Дещо прискорювався ріст ПЛ у зоні проксимального епіфізу: на 24 добу на 5,31% ($p < 0,05$).

Комбіноване введення E102 (750 мг/кг) і селенази з подальшим нанесенням дефекту у ВГК призвело до посилення остеогенезу в діафізі ПЛ (достовірно на 10 та 15 добі порівняно із групою Т1Д), зі зростанням ширини та передньо-заднього розміру середини діафізу з 3 по 24 добу у середньому на 4,50%. Застосування селенази дещо стимулювало і поздовжній ріст ПЛ (її довжина перевищувала таку в групі Т1Д на 3,03% - 2,96% з 15 по 24 добу). У цей період посилилися темпи поздовжнього та поперечного росту ТПХ (зростання висоти тіла ТПХ більше значень групи Т1Д на 4,21% -5,17% ($p < 0,05$), та поступове (з 10 доби) нарощування каудальних розмірів тіла ТПХ, із піком на 24 добі, коли каудальні ширина та товщина тіла перевищували розміри в групі Т1Д на 5,48% і 8,65% ($p < 0,05$), відповідно.

Застосування E102 в дозі 1500 мг/кг з подальшим нанесенням дефекту призвело до значного відставання остеометричних параметрів кісток протягом усього терміну реадaptaції. Введення подвійної дози E102 додало до уповільнення темпів росту діафізу ПЛ та тіла ТПХ ще й пригнічення темпів поздовжнього росту кісток, а також ретардацію остеогенезу в зоні

епіфізів ПЛ. Зокрема, з 3 по 15 добу максимальна довжина ПЛ достовірно відставали від значень групи Д на 3,65% - 3,51% та на 5,69% - 3,46%, а висота тіла ТПХ протягом усього періоду спостереження залишалася достовірно меншою за таку в групі Д на 8,07% - 6,03. Розміри КШ також були достовірно меншими за такі у групах Д та Т1Д.

На фоні введення Е102 (1500 мг/кг) разом із мексидолом із подальшим нанесенням дефекту у ВГК, на пізніх термінах реадaptaції визначалися риси певного прискорення темпів остеогенезу в усіх частинах ПЛ і тілі ТПХ - ширина обох епіфізів ПЛ, каудальна і краніальна товщина тіла ТПХ у шурів в групі Т2ДМ на 24 добу перебільшили аналогічні розміри кісток в групі Т2Д на 4,00%, 5,74%, 6,10% і 6,25% ($p < 0,05$) на 24 добі. Також на вказаному терміні зростала товщина КШ з тенденцією до прогресування: на 6,95% ($p < 0,05$).

На фоні введення Е102 (1500 мг/кг) разом із селеназою, що передувало нанесенню дефекту у ВГК, визначалася акселерація темпів поздовжнього росту ПЛ і КШ та меншою мірою – тіла ТПХ, а також прискорення остеогенезу у ділянці діафізу ПЛ і краніальних та каудальних відділів тіла ТПХ. Процеси мали виразний характер – таких достовірних відмінностей у збільшенні остеометричних параметрів не вдавалося досягнути при корекції мексидолом. Зокрема, в групі Т2ДС порівняно з групою Т2Д максимальна довжина ПЛ на 45 добу була достовірно більшою на 4,18%, КШ на 24 добу – на 4,20%, а висота ТПХ на 24 добу на 3,98% ($p < 0,05$). Ширина середини діафізу ПЛ перевищувала значення групи Т2Д у середньому на 4,50. Каудальні розміри ТПХ в групі Т2ДС значно переважали над такими в групі Т2Д: каудальна ширина протягом 24 діб була достовірно більшою за значення групи Т2Д на 4,63% - 6,64% і перевищувала контрольні розміри ТПХ, а каудальна товщина на 24 і 45 добу – на 7,80% ($p < 0,05$) і 5,56%. Краніальні розміри ТПХ також періодично перебільшували значення групи Т2ДС у середньому на 4,50%, проте не так довго, як каудальні розміри. Тобто, остеогенний ефект, отриманий від застосування селенази перед нанесенням дефекту у ВГК, мав каудо-краніальний градієнт. КШ в групі Т2ДС розвивалася також із прискоренням поперечного росту - із 15 доби до кінця спостереження її максимальна ширина була більшою за таку в групі Т2Д на 3,83%, 6,81% ($p < 0,05$) і 6,51%. Відносно збільшувалися в середньому на 4,00% і поперечні розміри обох епіфізів ПЛ, переважно – проксимального.

Висновки

1. Тривале введення тартразину із подальшим моделюванням кісткового дефекту у ВГК призводить до значного відставання габаритних параметрів кісток від референтних норм.
2. Введення максимальної експериментальної дози Е102 додавало до уповільнення темпів росту діафізів ще й пригнічення темпів поздовжнього росту кісток, а також ретардацію остеогенезу в зоні епіфізів.
3. Вказані негативні зміни ростових процесів вдало коригувалися обраними фармакологічними коректорами: вплив селенази вирізняється більшою ефективністю.

Перспективи подальших досліджень. В подальших дослідженнях планується дослідити вплив на остеметричні показники комбінованого уведення тартразину одночасно із консервантом натрію бензоатом.

1. *Гайко Г.В.* Теоретические аспекты физиологической и репаративной регенерации костей с позиций системных представлений / Г.В. Гайко, А.Т. Бруско // Журнал НАМН України. — 2013. — Т. 19, № 4. — С. 471—481.
2. *Ластухін Ю.О.* Харчові добавки. Е-коди. Будова. Одержання. Властивості: Навчальний посібник. Львів: «Центр Європи», 2009. — 836 с.
3. *Сарафанова Л.А.* Пищевые добавки: Энциклопедия. Санкт-Петербург: ГИОРД, 2004. — 808 с.
4. *Современный взгляд на проблему пищевой переносимости* / Т.Е. Лаврова, В.А. Ревякина, Т.Э. Боровик и др. // Вопросы современной педиатрии. — 2004. — Т. 3, № 6. — С. 40—49.
5. *Bhatia M.S.* Allergy to tartrazine in alprazolam / M.S. Bhatia // Indian J. Med. Sci. — 1996. — № 50(8). — P. 285—286.
6. *Effects on DNA repair in human lymphocytes exposed to the food dye tartrazine yellow* / В.М. Soares, Т.М. Araújo, J.A. Ramos et al. // Anticancer Res. — 2015. — № 35(3). — P. 1465—1474.
7. *Examination of effect of tartazin and azurobin on gene expression in DMBA treated mice* / A. Kisbenedek, B. Raposa, E. Polyák et al. // Zeitschrift für gastroenterology. — 2011. — № 5(49). — P. 647.

8. *A brief review of health effects of tartrazine (E 102)* / B. Raposa, G. Szijártó, K. Berenyi et al. // *Journal of Proactive Medicine*. — 2012. — Vol. 1, № 2. — P. 53—56.
9. *Study of the teratogenic potential of FD & C yellow No. 5 when given in drinking-water* / T.F. Collins, T.N. Black, M.W. O'Donnell et al. // *Food Chem Toxicol*. — 1992. — № 30(4). — P. 263—268.
10. *European convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purpose*: Council of Europe 18.03.1986. Strasbourg, 1986. — 52 p.
11. *Рыболовлев Ю.Р., Рыболовлев Р.С. Дозирование веществ для млекопитающих по константе биологической активности. Доклады АН СССР*. — 1979. — Т. 247, № 6. — С. 1513—1516.
12. *Методика моделирования костного дефекта у лабораторных животных* / В.И. Лузин, Д.В. Ивченко, А.А. Панкратьев и др. // *Український медичний альманах*. — 2005. — Т. 8, № 2 (додаток). — С. 162.
13. *Корж Н.А. Репаративная регенерация кости: современный взгляд на проблему. Системные факторы, влияющие на заживление перелома* / Н.А. Корж, Н.В. Дедух, О.А. Никольченко // *Ортопедия, травматология и протезирование*. — 2006. — № 2. — С. 93—99.

V. A. Pastukhova, G. V. Lukyantseva, A. I. Kovalchuk, S. P. Krasnova

National University Physical Education and Sports of Ukraine

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЙ ПРОЦЕССОВ РОСТА КОСТЕЙ СКЕЛЕТА ПОСЛЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ВВЕДЕНИЯ ТАРТРАЗИНА НА ФОНЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ КОСТНОГО ДЕФЕКТА

Длительное введение половозрелым белым крысам желтого красителя тартразина в дозе 750 мг/кг и 1500 мг/кг с последующим моделированием дефекта в большеберцовой кости сопровождается значительным дозозависимым отставанием темпов продольного и аппозиционного роста плечевой и тазовой кости, а также третьего поясничного позвонка, наиболее значительным - в тазовой кости. Комбинированное применение с тартразином фармакологических корректоров мексидола и селеназы на фоне нанесенного костного дефекта способствует нивелированию обнаруженного негативного влияния E102 на процессы роста диафизов, а также уменьшает ретардацию остеогенеза в зоне проксимальных эпифизарных хрящей. Влияние селеназы отличается большей эффективностью по сравнению с действием мексидола.

Ключевые слова: тартразин, кости, костный дефект мексидол, селеназа

V. A. Pastukhova, G. V. Lukyantseva, O. I. Kovalchuk, S. P. Krasnova

National University Physical Education and Sports of Ukraine

DYNAMICS OF CHANGES IN THE PROCESSES OF GROWTH OF SKELETAL BONES AFTER PROLONGED ADMINISTRATION OF TARTRAZINE ON THE BACKGROUND OF MODELING A BONE DEFECT

Against the background of administration of tartrazine in the minimum experimental dose (750 mg/kg) with subsequent defect in the tibia, it was determined that the most significant changes occurred with the dimensions of the bone marrow, which observed the greatest lagging behind the reference maximum thickness rates from 3 to 24 days of rejuvenation. Significantly violated the pace of the appositional growth processes, which reflected in the size of the body of the third lumbar vertebra and the middle of the diaphyseal humerus. In the shoulder bone from 10 to 15, there was a peak lagging of the anterior-posterior mid-diaphysic size compared to a similar bone size in the group without administration of tartrazine, and the width of the mid-diaphysis was reduced for 3 and 10 days. Changes in this state indicate the sensitivity to the effect of E102 on the process of appositional osteogenesis, which was indicated at the macro-level as a relative reduction in the overall dimensions of the spongiform vertebral structures and transverse dimensions of the flat bone and diaphyses of the tubular bones.

On the background of the administration of tartrazine 750 mg/kg in combination with mexidol and subsequent modeling of bone defect up to 24 days, those osteometric parameters that were affected by the action of E102 improved - mainly the transverse bone size (width and thickness of the bone, caudal and cranial thickness of the body third lumbar vertebra). Somewhat accelerated growth of the humerus in the zone of proximal epiphysis.

Combined administration of E102 (750 mg/kg) and selenians with subsequent bone defect induced a significant increase in osteogenesis in the diaphysis of the humerus for 10 and 15 days with increasing width and anterior-posterior mid-diaphysic size. The use of selenium stimulated somewhat and the longitudinal growth of the humerus from 15 to 24 days. During this period, the pace of the longitudinal and transverse growth of the third lumbar vertebra increased. Also episodically, the growth of the width of the hip bone was fixed at 3, 10 and 24 days.

The use of E102 at a dose of 1500 mg/kg followed by bone defect modeling led to a significant backlog of osteometric parameters throughout the duration of the re-adaptation, as compared to rats that applied the defect without the use of a dye. The introduction of the double dose of E102 added to the slowing of the growth of the diaphyseal humerus and the body of the third lumbar vertebra, as well as the inhibition of the rates of longitudinal bone growth, as well as retardation of osteogenesis in the epiphyses zone. In particular, from 3 to 15 days, the maximum length of the shoulder and shoulder bones was significantly lower than the reference values, and the height of the body of the third lumbar vertebra remained significantly lower for 45 days. The transverse size of the epiphyses was lagging behind those in the group of rats with a defective defect without the effect of the dye on days 3 and 15, and the narrowing of the middle of the diaphyseal humerus bone was combined with a significant decrease in its anterior-posterior size throughout the rehabilitation period, with a peak difference from the referent size of 10 - 15 days. The longitudinal and transverse dimensions of the hip bone were also significantly lower throughout the rehabilitation period, as well as the caudal and cranial thickness and the cranial width of the body of the third lumbar vertebra.

On the background of the introduction of E102 in a dose of 1500 mg/kg in combination with mexidol with subsequent bone defect modeling for 24 - 45 days, the features of a certain acceleration of the rate of osteogenesis of the humerus and the body of the third lumbar vertebra were determined. The width of both epiphyses of the shoulder bone, as well as the caudal and cranial thickness of the body of the third lumbar vertebra, exaggerated the similar size of the bones of the rats that did not receive mexidol. Also, the thickness of the hip bone with a tendency to progression increased. On the background of the introduction of E102 together with selenase before the bone defect modeling, the acceleration of the longitudinal growth of the shoulder and hip bones and, to a lesser extent, the body of the third lumbar vertebra, was determined. Accelerated osteogenesis was recorded in the area of the diaphyseal humerus and the cranial and caudal parts of the body of the third lumbar vertebra. The processes were of an expressive nature - such a significant difference in the form of an increase in the osteometric parameters could not be achieved by correction of the action of the E102 by mexidol. Compared with the reference index, the maximum length of the humerus and the height of the third lumbar vertebra were significantly higher. The width of the middle of the diaphyseal humerus exceeds the value of the rats who did not receive selenase as well as the anterior-posterior size. Caudal dimensions of the third lumbar vertebra significantly prevailed over those in the group without the effect of the corrector for 24 days, and caudal thickness - within 45 days. The cranial size of the vertebrae also periodically exaggerated the value of the group without correction, but not so long. The caudal bone under the action of selenium against the background of the use of E102 and bone defect also developed with the acceleration of transverse growth - its maximum width was greater than that in the group without correction from day 15 to the end of the observation. The transverse dimensions of both epiphyses of the shoulder bone, mainly proximal, increased.

Key words: tartrazine, bone, bone defect, mexidol, selenase

Рекомендує до друку
В. В. Грубінко

Надійшла 21.02.2018

УДК 612:615.849.19

О. В. ЄРМІШЕВ

Донецький національний університет імені Василя Стуса, Вінниця
вул. 600-річчя, 21, Вінниця, 21000

РОЗФОКУСОВАНА ЛАЗЕРОТЕРАПІЯ ЯК РОЗДІЛ РЕАБІЛІТАЦІЙНОЇ ВЕГЕТОЛОГІЇ

Виявлено, що незалежно від топографічної зони лазерного опромінювання, розфокусована лазеротерапія (РЛТ) при різноманітній терапевтичній патології володіє специфічним впливом на функціонально-вегетативний гомеостаз хворих дітей (переводить початкове парасимпатичне пригнічення на більш високий вегетативний рівень, а симпатичне збудження - на більш низький). Це свідчить про нормалізуючу функціонально-вегетативну спрямованість розфокусованої лазеротерапії. При цьому, проведений аналіз свідчить про відсутність статевих особливостей функціонально-вегетативних реакцій на вплив розфокусованого лазера в умовах фізіотерапевтичного стаціонару. За всіх умов спостереження РЛТ обумовлює нормалізуючий вплив при різних початкових рівнях парасимпатичної і симпатичної активності.

Ключові слова: розфокусована лазеротерапія, функціонально-вегетативна діагностика, вегетативний гомеостаз, вегетативний рівень, вегетативний коефіцієнт

Вступ. Розлади вегетативної (автономної) нервової системи (ВНС) обумовлюють від 25 до 80% функціональних порушень [1] і патогенетичну основу соматичних хвороб [2]. Їх принципова оцінка виходить за межі окремих параметрів вегетативної регуляції, вимагає системного підходу і вивчення цілісного організму, як багаторівневої взаємозалежної системи [3,4,5]. Вагомою підтримкою проблеми вегетативного патогенезу слугує нормалізація вегетативних показників в реабілітаційному періоді. При цьому особливу увагу заслуговує використання традиційних ФАЗ (функціонально-активних зон шкіри) [1,6].

Відомо, що Генеральна асамблея ВООЗ (2014) звертає увагу на використання в реабілітаційній практиці здобутків традиційної китайської медицини (електропунктурної діагностики і "рефлексотерапії"). Вона радить "державам – учасницям ВООЗ" включити указані напрямки в національні програми охорони здоров'я до 2030 р. [5] і сприяти розробці сучасних біофізичних методів контролю за реабілітаційною ефективністю фізіотерапевтичних та преформованих факторів [4]. Нещодавно відкрита в Україні "Функціонально-вегетативна система людини" (ФВС) [1,6,7], доказала біофізичну реальність традиційних "акупунктурних каналів", їх безпосереднє відношення до вегетативного гомеостазу та вимагає свого місця в системній фізіології.

Використання низькоінтенсивного випромінювання оптичних квантових генераторів в фізіотерапевтичній практиці має надзвичайно широкий спектр показань. Практично це єдиний напрямок з мінімальним обмеженням (доброякісні утворення в зоні опромінення, цукровий діабет, індивідуальна непереносимість фактору). При цьому звертає на себе увагу повна відсутність інформації про вплив розфокусованої лазеротерапії (РЛТ) на показники функціонально-вегетативного гомеостазу, порушення якого обумовлюють розвиток будь-якої функціональної патології.

Мета дослідження – вегетативна спрямованість РЛТ при різних початкових рівнях функціонально-вегетативних порушень.

Матеріал і методи досліджень

Проведене нами дослідження є фрагментом програми "Двох етапна система реабілітації вегетативних порушень у дітей, проживаючих в зоні екологічного (радіаційного) контролю України" (Доручення Кабінету Міністрів України №12010/87).

Методом контролю за функціонально-вегетативною ефективністю РЛТ обрана "Функціонально-вегетативна діагностика" (ФВД) за методом В.Г. Макаца [4]. Остання

допущена до використання в медичній практиці Вченою радою МОЗ України (протокол №1.08-01 від 11.09.94 р.).

Технічним засобом ФВД виступає діагностичний комплекс "БІОТЕСТ-12М". Останній не використовує традиційні зовнішні джерела струму і допущений РПК "Нова медична техніка і нові методи діагностики, профілактики і реабілітації" МОЗ України (протокол № 5 від 25.12.91 р.) до практичного використання. Вірогідність отриманих показників оцінювалася засобами параметричної і непараметричної статистики. Аналіз результатів проводився на основі комп'ютерних програм "Пошук" (розробка Європейського центру післядипломної освіти УНАП).

Функціонально-вегетативні системи ("акупунктурні канали") наводяться за міжнародною "акупунктурною номенклатурою" (МАН), запропонованою ВООЗ (табл. 1). За коефіцієнтами вегетативного гомеостазу (k-V) науково обґрунтовані наступні зони (рівні) функціонально-вегетативного гомеостазу [8]: ПА-зн (k-V до 0,75 - зона значної парасимпатичної активності); ПА-в (k 0,76-0,86 - зона вираженої парасимпатичної активності); ФкП (k-V 0,87-0,94 - зона функціональної компенсації парасимпатикотонії); ВР (k-V 0,95-1,05 - зона вегетативної рівноваги); ФкС (k-V 1,06-1,14 - зона функціональної компенсації симпатикотонії); СА-в (k-V 1,14-1,26 - зона вираженої симпатичної активності); СА-зн (k-V>1,26 - зона значної симпатичної активності). Заплановані дослідження проводилися під консультативним керівництвом експерта вищого рівня НАН України, доктора медичних наук, професора В.Г. Макаца.

Таблиця 1

Традиційний канал	МАН	Традиційний канал	МАН
Легені	LU	Сечовий міхур	BL
Товстий кишковик	LI	Нирки	KI
Шлунок	ST	Перикард	PC
Селезінка-підшлункова залоза	SP	Трійний обігрівач	TE
Серце	HT	Жовчний міхур	GB
Тонкий кишковик	SI	Печінка	LR

Обстежено 40 дітей різної статі молодшого і підліткового шкільного віку, з яких 25 дівчат і 15 хлопців. Обстеження було проведено в фізіотерапевтичному відділенні Вінницької ОДКЛ в 2016-2017 роках. Дітей розділили на 3 групи за рівнем функціонально-вегетативного гомеостазу: 1 гр. – з початковою перевагою парасимпатичної активності (ПА-зн+ПА-в); 2 гр. – з початковою зоною допустимої вегетативної норми (ФкП+ВР+ФкС); 3 гр. - з початковою перевагою симпатичної вегетативної активності (СА-в+СА-зн). Кожна з груп додатково була поділена за гендерними ознаками на чоловічу (ЧГ) та жіночу (ЖГ). ФВД двічі проводилася в першій половині дня (10^{00} – 12^{00}) до і після сеансу РЛТ. Вивчали біоелектричну активність 12-ти симетричних пар функціонально-активних зон шкіри (24 ФАЗ), проведено 2592 тестування. Зверталася увага на спрямованість дисперсії (розсіювання) рівнів інтегрального вегетативного гомеостазу і співвідношення активності ведучих систем першого і другого функціональних комплексів: BL (контролює симпатичну) і SP (контролює парасимпатичну) спрямованість вегетативного гомеостазу. За клінічними ознаками для РЛТ були обрані наступні зони впливу: попереково-крижова, парастернальна, епігастральна, лобкова, жовчного міхура, наднирників, підщелепної залози.

Результати досліджень та їх обговорення

Проведений аналіз впливу розфокусованої лазеротерапії (РЛТ) на дисперсію рівнів вегетативної рівноваги (ВРВ) свідчить про відсутність статево-вікових особливостей впливу РЛТ на дисперсію вегетативних рівнів. За всіх умов РЛТ обумовлює позитивно-вегетативну спрямованість від рівнів початкової переваги парасимпатичної (ПА-зн) або симпатичної (СА-зн) активності, до рівнів допустимої вегетативної рівноваги (зона допустимої функціональної вегетативної норми - ЗВН), куди входять: ФкП+ВР+ФкС (рис. 1-2). Це дає підстави вважати

вплив РЛТ в умовах дитячої фізіотерапевтичної клініки необмежено допустимим, що не має функціонально-вегетативних протипоказань (табл.1).

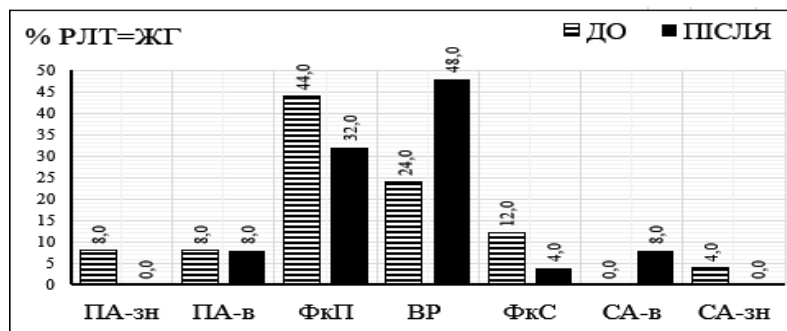


Рис. 1. Дисперсія вегетативних рівнів в жіночій групі

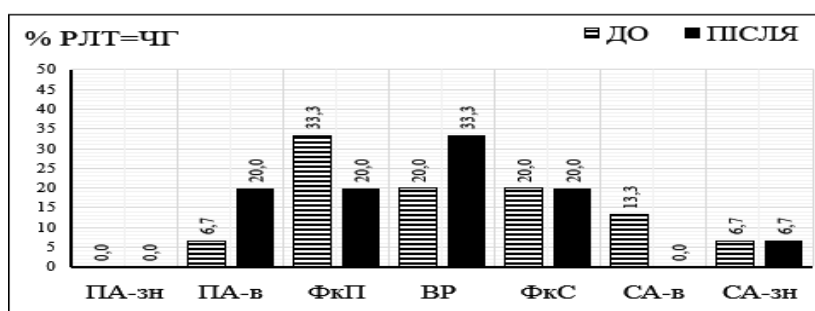


Рис. 2. Дисперсія вегетативних рівнів в чоловічій групі

При цьому варто звернут увагу на ідентичну позитивну спрямованість вегетативної дисперсії в жіночій і чоловічій дитячих групах (табл.1). В обох групах з початковою значною ПА у обстежених дітей состерігається перехід на вищі вегетативні рівні - 50% в зону вираженої ПА і 50 % в зону ФкП. При початковій вираженій ПА в обох групах 100% обстежених відбувається перехід в зону функціональної вегетативної норми (ЗВН). При початковій ФкП, в зоні функціональної вегетативної норми (ЗВН) залишається 81,8% обстежених в ЖГ і 80% в ЧГ. При початковій ВР в зоні функціональної вегетативної норми (ЗВН) залишається 83,3% обстежених в ЖГ і 66,6% в ЧГ. При початковій вираженій СА в ЧГ в зону функціональної вегетативної норми (ЗВН) переходить 50% і 50 % переходить в зону вираженої ПА. При початковій значній СА в обох групах за дії РЛТ на організм спостерігається перехід всіх обстежених дітей в зону допустимої функціональної вегетативної норми (ДВН, табл. 2).

Таблиця 2

Вплив РЛТ на дисперсію вегетативних рівнів

РЛТ	Жіноча група (в %)							Чоловіча група (в %)						
	ПА-зн	ПА-в	ФкП	ВР	ФкС	СА-в	СА-зн	ПА-зн	ПА-в	ФкП	ВР	ФкС	СА-в	СА-зн
при значній парасимпатичній активності (ПА-зн)														
до	100													
після		50	50											
при вираженій парасимпатичній активності (ПА-в)														
до		100							100					
після				50	50					100				
при початковій функціональній компенсації парасимпатичної активності (ФкП)														

МОРФОЛОГІЯ ТА ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ І ТВАРИН

продовження таблиці 2													
до			100							100			
після		9,1	54,5	27,3			9,1			20	40	40	
при початковій вегетативній рівновазі (ВР)													
до				100								100	
після			16,6	66,7	16,6					33,3		66,6	
при початковій функціональній компенсації симпатичної активності (ФкС)													
до					100								100
після				100								66,6	33,3
при початковій вираженій симпатичній активності (СА-в)													
до													100
після										50		50	
при початковій значній симпатичній активності (СА-зн)													
до							100						100
після				100								100	

Вплив РЛТ на вегетативну активність і системну залежність в змішаній по статі і віку групі при початковій перевазі парасимпатичної активності позитивно впливає на вегетативний гомеостаз, переводячи його на вищий рівень, про що свідчить зростання коефіцієнта функціонально-вегетативного гомеостазу (k-V) з 0,78 до 0,85 (табл. 3, рис. 3). При цьому функціональні системи BL-GB-ST, SP-LR-KI, LU-PC-HT та SI-TE-LI перебувають в стані взаємозалежної динамічно-функціональної компенсації.

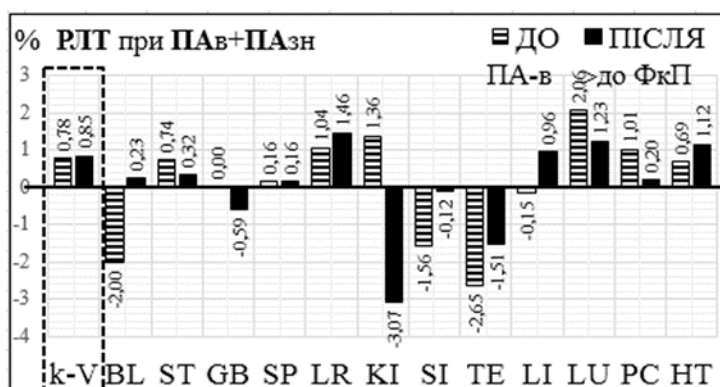


Рис. 3. Вплив РЛТ при початковій перевазі парасимпатичної активності

Таблиця 3

Вплив РЛТ при початковій перевазі парасимпатичної активності

РЛТ	k-V	LU	PC	HT	SI	TE	LI	SP	LR	KI	BL	GB	ST
до	0,78	10,88	8,72	8,26	9,24	4,20	7,14	10,86	8,56	9,08	8,66	6,36	8,08
після	0,85	9,48	7,90	8,66	9,38	3,90	6,48	10,96	9,38	7,80	10,44	6,82	8,78

Вплив РЛТ на рівні вегетативної активності і системну залежність в змішаній по статі і віку групі при початково-допустимій вегетативній рівновазі (ДВР) нейтральний, про що свідчить відсутність функціональної динаміки коефіцієнта k-V яка залишається відносно стабільною в межах допустимої норми (табл. 4, рис. 4). При цьому функціональні системи BL-GB-ST, SP-LR-KI, LU-PC-HT та SI-TE-LI перебувають в стані взаємозалежної динамічно-функціональної компенсації.

Таблиця 4

Вплив РЛТ при початково-допустимому рівні вегетативної рівноваги

РЛТ	k-V	LU	PC	HT	SI	TE	LI	SP	LR	KI	BL	GB	ST
до	0,97	8,50	7,20	7,53	9,05	5,47	7,69	11,34	8,47	7,71	11,66	6,68	8,66
після	0,97	8,35	8,11	7,91	8,93	5,47	8,20	10,50	8,06	7,76	11,36	6,88	8,46

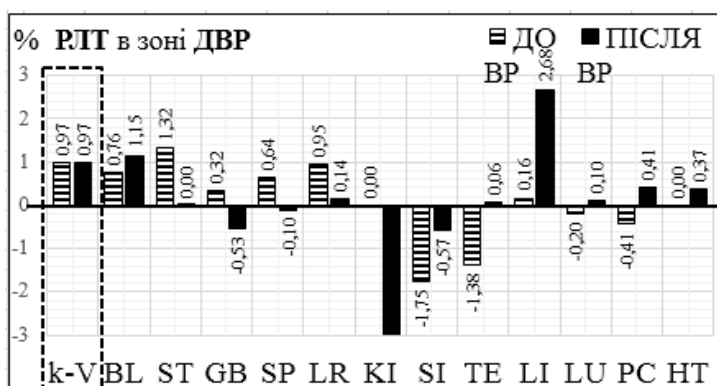


Рис. 4. Вплив РЛТ при початково-допустимому рівні вегетативної рівноваги

Вплив РЛТ на рівні вегетативної активності і системну залежність в змішаній по статі і віку групі при початковій перевазі симпатичної активності позитивно впливає на вегетативний гомеостаз, переводячи його на нижчі рівні, про що свідчить зменшення коефіцієнтів функціонально-вегетативного гомеостазу k-V з 1,26 до 1,21 і нижче (табл. 5, рис. 5). При цьому функціональні системи BL-GB-ST, SP-LR-KI, LU-PC-NT та SI-TE-LI перебувають в стані взаємозалежної динамічно-функціональної компенсації.

Таблиця 5

Вплив РЛТ при початковій перевазі симпатичної активності

РЛТ	k-V	LU	PC	NT	SI	TE	LI	SP	LR	KI	BL	GB	ST
до	1,26	9,45	5,23	6,40	7,70	6,90	10,10	8,48	7,93	6,78	13,98	8,25	8,75
після	1,21	7,57	5,90	7,23	8,57	8,93	9,93	7,93	9,40	7,27	10,23	7,53	9,47

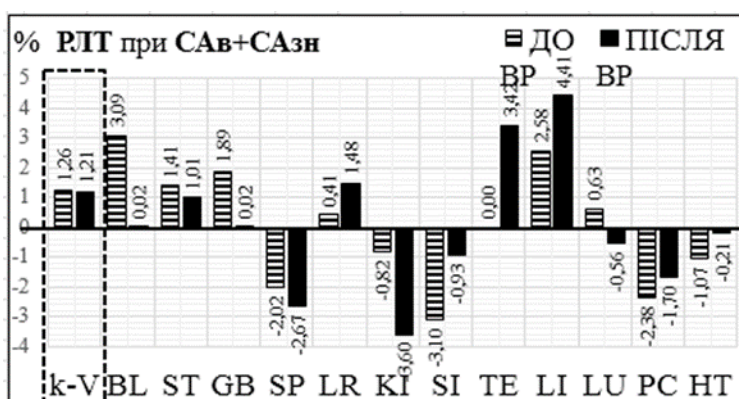


Рис. 5. Вплив РЛТ при початковій перевазі симпатичної активності

Таким чином, незалежно від топографічній впливу, РЛТ позитивно впливає на різні початкові рівні функціонально-вегетативного гомеостазу у хворих дітей (переводить початкове парасимпатичне пригнічення на більш високий вегетативний рівень, а симпатичне збудження - на більш низький). Проведений аналіз указує на відсутність статево-вікових особливостей функціонально-вегетативних реакцій на реабілітаційну ефективність РЛТ в умовах дитячого фізіотерапевтичного стаціонару. При цьому варто звернути увагу на незалежність ефективності РЛТ від різних топографічних зон впливу в жіночій і чоловічій групах спостереження

Висновки

1. Вперше проведено ексериментальне дослідження функціонально-вегетативної ефективності розфокусованої лазеротерапії (РЛТ). Встановлено її нормалізуючу функціонально-вегетативну спрямованість, яка більш виражена у випадках значної і вираженої симпатично-вегетативної переваги.
2. Використання розфокусованої лазеротерапії (РЛТ) в диячій фізіотерапевтичній практиці не має функціонально-вегетативних протипоказань.
3. Функціонально-вегетативна діагностика за методом В. Макаца проста у використанні, дає співставимі повторні результати і може застосовуватися в стаціонарних, амбулаторних та польових умовах.

1. *Makats V. G. Unknown Chinese acupuncture (problems of functional vegetales). Vol. III / V. G. Makats, V. I Nagaychuk, E. V. Makats — Vinnytsia: Nilan-LTD, 2017 — 204 p.*
2. *Вегетативные расстройства: Клиника, лечение, диагностика (под ред. А. М. Вейна) — М.: МИА, 2000. — 752 с.*
3. *Makats V. G. Unknown Chinese acupuncture (reality, errors, problems). Vol. I / V. G. Makats, E. V. Makats — Vinnytsia: Nilan-LTD, 2016 — 276 p.*
4. *Makats V. G. Unknown Chinese acupuncture (biophysical atlas of systemic dependency). Vol. II / V. G. Makats, E. V. Makats — Vinnytsia: Nilan-LTD, 2016 — 204 p.*
5. *Makats V. G. Unknown Chinese acupuncture (problems of vegetative pathogenesis). Vol. IV / V. G. Makats, V. I Nagaychuk, E. V. Makats, O. V. Yermishev — Vinnytsia: Nilan-LTD, 2017 — 286 p.*
6. *Макац В. Г. Основи функціональної вегетології і фізіотерапії / Макац В. Г., Нагайчук В., Єрмішев О. В. — Вінниця : Нілан-ЛТД, 2017. — 254 с.*
7. *Єрмішев О.В. Функціональне здоров'я дітей як екологічний біоіндикатор України / О.В. Єрмішев, Р.В. Петрук, Ю.Ю. Овчинникова, В.В. Костюк — Вінниця : Нілан-ЛТД, 2017. — 226 с.*

О. В. Ермишев

Донецкий национальный университет имени Василя Стуса, Винница

РАСФОКУСИРОВАННАЯ ЛАЗЕРОТЕРАПИЯ КАК РАЗДЕЛ РЕАБИЛИТАЦИОННОЙ ВЕГЕТОЛОГИИ

Цель исследования - исследовать вегетативную направленность расфокусированным лазеротерапии (РЛТ) при различных начальных уровнях функционально-вегетативных нарушений.

Материалы и методы. Методом контроля за функционально-вегетативной эффективностью расфокусированной лазеротерапии (РЛТ) выбрана "Функционально-вегетативная диагностика" (ФВД) методом В.Г. Макаца. Техническим средством ФВД выступает диагностический комплекс "БИОТЕСТ-12М". Анализ результатов проводился на основе компьютерных программ "Поиск" (разработка Европейского центра последипломного образования УНАП). Обследование 40 детей разного возраста и пола было проведено в физиотерапевтическом отделении Винницкой ОДКБ в 2016-2017 годах. ФВД дважды проводилась в первой половине дня (10^{00} - 12^{00}) до и после сеанса РЛТ. Изучали биоэлектрическую активность 12-ти симметричных пар функционально активных зон кожи (24 ФАЗ), проведено 2592 теста.

Результаты. Обнаружено, что, независимо от топографической зоны лазерного облучения, расфокусированная лазеротерапия (РЛТ) при различной терапевтической патологии обладает специфическим воздействием на функционально-вегетативный гомеостаз больных детей (переводит изначальное парасимпатическое подавление на более высокий вегетативный уровень, а симпатичное возбуждение - на более низкий). Это свидетельствует о нормализующей функционально-вегетативную направленности расфокусированной лазеротерапии. При этом, проведенный анализ свидетельствует об отсутствии половых особенностей функционально-вегетативных реакций на воздействие расфокусированным лазером в условиях физиотерапевтического стационара. При всех условиях наблюдения РЛТ обуславливает нормализующее влияние при различных начальных уровнях парасимпатической и симпатической активности.

Выводы. Использование расфокусированным лазеротерапии (РЛТ) в физиотерапевтической практике не имеет функционально-вегетативных противопоказаний.

Ключевые слова: расфокусированная лазеротерапия, функционально-вегетативная диагностика, вегетативный гомеостаз, вегетативный уровень, вегетативный коэффициент

O. V. Yermishev

Vasyl' Stus Donetsk National University, Vinnytsia, Ukraine

DEFOCUSED LASER THERAPY AS A SECTION OF REHABILITATION VEGETOLOGY

The purpose of the study was to investigate the vegetative orientation of defocused laser therapy (RLT) at various initial levels of functional-vegetative disorders.

Materials and methods. The functional-vegetative diagnostics (FVD) method was chosen as a method of control of the functional-vegetative efficiency of the defocused laser therapy (DLT) by the method of V.G. Makats. The technical means of FVD is the diagnostic complex "BIOTEST-12M". The analysis of the results was carried out on the basis of the computer programs "Search" (development of the European Center for Postgraduate Education of the UNAP). A survey of 40 children of different ages and sex was conducted in the physiotherapy department of the Vinnytsia Regional Children Clinical Hospital in 2016-2017. FVD was twice performed in the first half of the day (1000-1200) before and after the MT session. The bioelectrical activity of 12 symmetrical pairs of functionally active skin zones (24 FAS) was studied, 2592 tests were performed.

Results. Regardless of the topographic laser radiation zone, defocused laser therapy (DLT) with a different therapeutic pathology has a specific effect on the functional vegetative homeostasis of sick children (translates the initial parasympathetic suppression to a higher vegetative level and sympathetic arousal to a lower one). This indicates normalizing the functional vegetative orientation of defocused laser therapy which is more expressed in cases of significant and expressed sympathetic-vegetative advantages. At the same time, the analysis shows that there are no gender characteristics of functional vegetative reactions to the effect of a defocused laser under the conditions of a physiotherapeutic hospital. Under all conditions of observation, DLT causes a normalizing effect at different initial levels of parasympathetic and sympathetic activity.

Conclusions. The use of defocused laser therapy (RLT) in physiotherapeutic practice does not have functional vegetative contraindications.

Key words: defocused laser therapy, functional-vegetative diagnosis, autonomic homeostasis, vegetative level, vegetative coefficient

Рекомендує до друку

В. В. Грубінко

Надійшла 21.02.2018

УДК 575.167:575.23:577.24

¹О. ШАМРО, ²Л. БОДНАР, ²С. ГОРБУЛІНСЬКА, ¹М. КРИЖАНОВСЬКА,
²О. ЩЕРБАКОВА

¹Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка
вул.М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027

²Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського 4, Львів, 79005

ЗАЛЕЖНІСТЬ ТРИВАЛОСТІ ЖИТТЯ *DROSOPHILA MELANOGASTER* ВІД НАДЕКСПРЕСІЇ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНОГО НОКАУТУ ГЕНА *dNOS* У НЕЙРОНАХ

У результаті проведених досліджень побудовано криві виживання особин з додатковою копією гена *dNos* та його функціональним нокаутом. Найнижчі показники середньої і максимальної тривалості життя виявлено в особин з функціональним нокаутом гена *dNos*, що підтверджує важливу роль NO у процесах життєдіяльності і старіння дрозофіли. Зафіксовано достовірне зниження тривалості життя також в особин з надекспресією гена *dNos*.

Ключові слова: *Drosophila melanogaster*, синтаза оксиду азоту, тривалість життя, UAS-GAL4 трансгенна система

Оксид азоту (NO) є ключовим регулятором різноманітних біологічних процесів, серед яких проліферація клітин [11], формування синапсів [8], імунна відповідь [2], поведінкові реакції [5], формування пам'яті [3]. В організмі тварин він продукується ферментом синтазою оксиду азоту (NOS). Аналіз функції NOS у ссавців ускладнюється наявністю 3 генів NOS і великою кількістю продуктів альтернативного сплайсингу. Миші з делетованим одним геном NOS є життєздатними, з двома делетованими генами – мають знижену життєздатність, а тварин з трьома делетованими генами досі не вдалося отримати [8]. Дрозофіла слугує зручним об'єктом для досліджень функції NO і NOS у організмі, оскільки в геномі дрозофіли виявлено лише один ген (*dNos*).

Довгий час відбувалася наукова дискусія про роль NO в процесах розвитку і життєдіяльності дрозофіли. В 1995 р. Регульські і Тулі [6] дослідили будову гена *dNOS*, а пізніше припустили, що NO та NOS беруть участь в процесах метаморфозу [9]. Вони описали мутацію в консервативній ділянці гену, яка повністю інактивувала фермент NOS, і повідомили, що вона спричиняє летальність. У 2010 р. Якубович та ін. висловили думку, що NOS не є життєво важливою для розвитку дрозофіли [10]. Вони, в свою чергу, стверджували, що ця летальність могла бути пов'язаною з додатковою мутацією у іншому гені, а не ушкодженням самого гену *dNos*. Регульські та ін. змогли довести летальність тільки для одного з 17 алелів [7]. У 2011 р. Касерес та ін. показали, що делеція *dNos* в основній ендокринній тканині личинок, проторакальній залозі, ушкоджує процес продукції екдизону, що є попередником гормону линьки [1]. Вони вважали, що NOS залучена до контролю метаморфозу комах. Мухи з функціональним нокаутом гена *dNos* у проторакальній залозі їли гірше, росли повільніше і частина з них гинула на стадії лялечки. Зважаючи на велику кількість важливих функцій, які виконує NO, цілком логічно було б очікувати, що делеція гена *dNOS* в дрозофіли буде летальною в процесі розвитку. Проте роль NO у життєдіяльності дрозофіли досі залишається неоднозначною.

Матеріал і методи досліджень

У роботі використовували трансгенні лінії *UAS-dNos* (характеризується наявністю додаткової копії гену *dNos*) та *UAS-RNAi-dNos* (експресується інтерферуюча РНК до *dNos* транскрипту), отримані з Bloomington Drosophila Stock Center. Для активації трансгенних конструктів особин цих ліній схрещували з особинами лінії *elav-Gal4*. Відповідно активація конструктів відбувалася в нащадків F1 саме у нейрональних клітинах. Лінія дикого типу *Oregon* слугувала контролем у схрещуваннях. Також перевіряли тривалість життя особин трансгенних ліній без

активації конструктивів (♀ *UAS-dNos* x ♂ *UAS-dNos*; ♀ *UAS-RNAi-dNos* x ♂ *UAS-RNAi-dNos*; ♀ *elav-GAL4* x ♂ *elav-GAL4*).

Для визначення тривалості життя використовували 1-денних самців, нащадків схрещувань досліджуваних ліній. Їх утримували за температури 24-25°C і кожні 2 дні пересипали на свіже середовище без дріжджів, фіксуючи кількість живих і загиблих особин. У досліді використано не менше 100 особин для кожного схрещування, для статистичної достовірності дослід повторено тричі.

Результати досліджень та їх обговорення

За результатами досліджень тривалості життя нащадків F1 будували криві виживання та визначали середню тривалість життя (СТЖ) і максимальну тривалість життя (МТЖ). Показники СТЖ визначали за наступними параметрами: S_{75} – термін (у добах), на котрий залишається живими 75% мух; S_{50} – термін, на котрий залишається живими 50% мух; S_{25} – термін, на котрий залишається живими 25% мух.

Тривалість життя особин контрольної лінії *Oregon* характеризувалася поступовою загибеллю мух, що проявлялася у вигляді плато на їх кривій виживання (рис.1). Подібне плато також спостерігали в нащадків контрольних схрещувань, але не в F1 схрещувань ♀ *elav-GAL4* x ♂ *UAS-dNos* чи ♀ *elav-GAL4* x ♂ *UAS-RNAi-dNos*. Мухи з надекспресією гена *dNos* (♀ *elav-GAL4* x ♂ *UAS-dNos*) або його функціональним нокаутом (♀ *elav-GAL4* x ♂ *UAS-RNAi-dNos*) гинули, починаючи з 5-го дня життя імаго і характеризувалися достовірно нижчими показниками СТЖ і МТЖ (табл. 1).

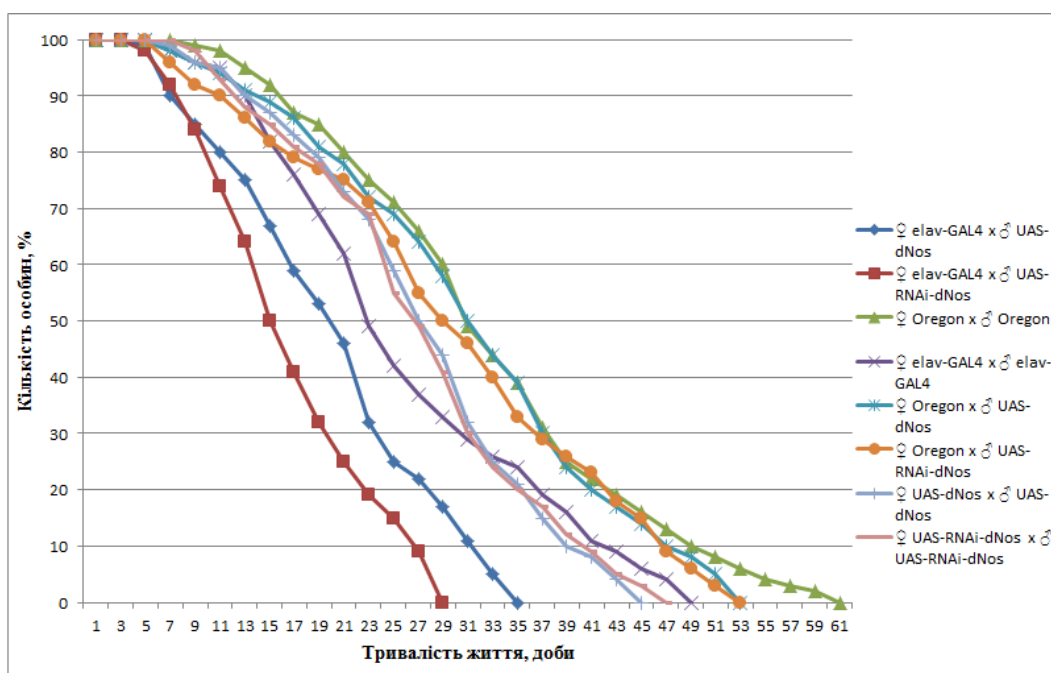


Рис.1. Тривалість життя нащадків схрещувань досліджуваних ліній

Найвищі рівні СТЖ і МТЖ були зафіксовані для контрольної лінії *Oregon*, найнижчі – для нащадків ♀ *elav-GAL4* x ♂ *UAS-RNAi-dNos* і ♀ *elav-GAL4* x ♂ *UAS-dNos*. У особин з функціональним нокаутом гена *dNos* СТЖ і МТЖ була знижена вдвічі, порівняно з контролем. Значне зниження тривалості життя у цих мух ще раз підтверджує важливу роль NO у процесах життєдіяльності дрозофіли.

Показники середньої і максимальної тривалості життя серед нащадків схрещувань досліджуваних ліній

Нашадки від схрещувань	СТЖ, доби			МТЖ, доби; M ± m
	S ₇₅ , M ± m	S ₅₀ , M ± m	S ₂₅ , M ± m	
♀ <i>elav-GAL4</i> x ♂ <i>UAS-dNos</i>	13,2 ± 1,8	20,1 ± 1,2	25,4 ± 1,7	34,1 ± 1,1
♀ <i>elav-GAL4</i> x ♂ <i>UAS-RNAi-dNos</i>	10,7 ± 2,1	15,3 ± 1,3	21,4 ± 1,1	28,5 ± 1,5
♀ <i>Oregon</i> x ♂ <i>Oregon</i>	23,1 ± 1,6	30,7 ± 2,1	39,5 ± 2,8	59,2 ± 1,2
♀ <i>UAS-dNos</i> x ♂ <i>UAS-dNos</i>	20,3 ± 2,2	27,2 ± 1,5	33,4 ± 1,2	43,3 ± 2
♀ <i>UAS-RNAi-dNos</i> x ♂ <i>UAS-RNAi-dNos</i>	20,1 ± 1,8	26,3 ± 1,7	32,5 ± 2,1	46,8 ± 1,9
♀ <i>elav-GAL4</i> x ♂ <i>elav-GAL4</i>	16,2 ± 2,3	22,1 ± 1,3	34,2 ± 1,7	47,4 ± 1,7
♀ <i>Oregon</i> x ♂ <i>UAS-dNos</i>	22,3 ± 1,9	31,4 ± 1,6	38,5 ± 2	51,3 ± 1,2
♀ <i>Oregon</i> x ♂ <i>UAS-RNAi-dNos</i>	21,4 ± 1,5	29,2 ± 2,1	40,5 ± 1,5	51,2 ± 1,8

Негативний вплив NO може опосередковуватися його участю в процесах ексайтотоксичності та нітрозилуванні білків [4]. Процеси ексайтотоксичності пов'язані з надмірною стимуляцією іонних каналів і зростанням концентрації внутрішньоклітинного Ca²⁺, що веде до подальшої загибелі клітин. Нітрозилування білків спостерігається в нейронах пацієнтів з хворобою Паркінсона. Ще одним шляхом негативної дії NO в дрозофілі є розвиток нейродегенерації внаслідок активації гена *dFoxo*, продукт якого є важливим транскрипційним фактором. Кожен з цих механізмів може бути причиною зниженої тривалості життя мух з додатковою копією гена *dNos*, активованою в нейронах.

Висновки

Отже, залежно від ситуації, NO може проявляти нейротоксичну або нейропротекторну дію. В наших дослідженнях, і збільшення дози гена *dNOS*, і його функціональний нокаут у нейронах мали негативний ефект на тривалість життя мух. Проте відсутність активності NOS за функціонального нокауту гена проявлялася у нижчій тривалості життя мух, аніж наявність додаткової копії гена.

1. *Caceres L.* Nitric oxide coordinates metabolism, growth and development via the nuclear receptor E75 / L. Caceres, A.S. Nesakov, C. Schwartz // *Genes and Dev.* — 2011. — Vol. 25. — P. 1476—1485.
2. *Foley E.* Nitric oxide contributes to induction of innate immune responses to gram-negative bacteria in *Drosophila* / E. Foley, P.H. O'Farrell // *Genes and Dev.* — 2002. — Vol. 17. — P. 115—125.
3. *Gage S.L.* The role of nitric oxide in memory is modulated by diurnal time / S.L. Gage, A. Nighorn // *Front. in Sys. Neuscience.* — 2014. — Vol. 8. — P. 1—8.
4. *Ischiropoulos H.* Oxidative stress and nitration in neurodegeneration: cause, effect or association? / H. Ischiropoulos, J.S. Beckman // *Journal of Clinical Investigation.* — 2003. — Vol. 111. — P. 163—169.
5. *Rabinovich D.* Nitric oxide as a switching mechanism between axon degeneration and regrowth during developmental remodeling / D. Rabinovich, S.P. Yaniv, I. Alyagor // *Cell.* — 2016. — Vol. 164. — P. 170—182.
6. *Regulski M.* Molecular and biochemical characterization of dNOS: a *Drosophila* Ca²⁺/calmodulin — dependent nitric oxide synthase / M. Regulski, T. Tully // *The Proc. of the Nat. Acad. of Sciences of the USA.* — 1995. — Vol. 92. — P. 9072—9076.
7. *Regulski M.* Essential function of nitric oxide synthase in *Drosophila* / M. Regulski, Y. Stasiv, T. Tully, G. Enikolopov // *Curr. Biol.* — 2004. — Vol.14(20). — P. 881—882.
8. *Robinson S.W.* Endogenous nitric oxide synthase activity regulates synaptic transmitter release / S.W. Robinson, M.G. Olmo, M. Martin, T.M. Smith // *Opera Med Physiol.* — 2017. — Vol. 3(2). — P. 31—38.
9. *Stasiv Y.* The *Drosophila* nitric-oxide synthase gene (*dNOS*) encodes a family of proteins that can modulate NOS activity by acting as dominant negative regulators / Y. Stasiv, M. Regulski, T. Tully, G. Enikolopov // *J. of Biol.Chem.* — 2001. — Vol. 276 (45). — P. 42241—42251.
10. *Yakubovich N.* Nitric oxide synthase is not essential for *Drosophila* development / N. Yakubovich, E.A. Silva, P. O'Farrell // *Curr. Biol.* — 2010. — Vol. 20(4). — P. 141—143.
11. *Yamanaka N.* Nitric oxide directly regulates gene expression during *Drosophila* development: need some gas to drive into metamorphosis? / N. Yamanaka, M.B. O'Connor // *Genes and Dev.* — 2011. — Vol. 25. — P. 1459—1463.

О. Шамро, Л. Боднар, С. Горбулинская, М. Крыжановская, О. Щербакова
Тернопольский национальный педагогический университет имени Владимира Гнатюка
Львовский национальный университет имени І. Франка

ЗАВИСИМОСТЬ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ЖИЗНИ *DROSOPHILA MELANOGASTER*
ОТ НАДЭКСПРЕССИИ И ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НОКАУТА ГЕНА *dNOS* В НЕЙРОНАХ

В результате проведенных исследований построены кривые выживания особей с дополнительной копией гена *dNos* и его функциональным нокаутом. Самые низкие показатели средней и максимальной продолжительности жизни выявлены у особей с функциональным нокаутом гена *dNos*, что подтверждает важную роль NO в процессах жизнедеятельности и старения дрозофилы. Зафиксировано достоверное снижение продолжительности жизни также у особей с надэкспрессией гена *dNos*.

Ключевые слова: *Drosophila melanogaster*, синтаза оксида азота, продолжительность жизни, UAS-GAL4 трансгенная система

О. Shamro, L. Bodnar, S Gorbulinska, M. Kryzhanovska, O. Shcherbakova
Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine
Ivan Franko National University of Lviv, Ukraine

DEPENDENCE OF *DROSOPHILA MELANOGASTER* LIFESPAN ON OVEREXPRESSION
AND FUNCTIONAL KNOCK-OUT OF THE *dNOS* GENE IN NEURONS

In this work we used transgenic lines *UAS-dNos* (characterized by the presence of an additional copy of the *dNos* gene) and *UAS-RNAi-dNos* (expressed interfering RNA to *dNos* transcript) derived from the Bloomington *Drosophila* Stock Center. Individuals of these lines were crossed with individuals of the *elav-Gal4* line. Accordingly, the activation of constructs took place in the first progeny precisely in neuronal cells. The wild-type *Oregon* line was used as control in crosses. Also, the lifespan of individuals of transgenic lines without activating constructs was checked (♀ *UAS-dNos* x ♂ *UAS-dNos*; ♀ *UAS-RNAi-dNos* x ♂ *UAS-RNAi-dNos*; ♀ *elav-GAL4* x ♂ *eliv-GAL4*). According to the lifespan of flies from the first generation, survival curves were constructed and the rates of average and maximum lifespan were determined. Progeny with overexpression of the *dNos* gene (♀ *elav-GAL4* x ♂ *UAS-dNos*) or its functional knockout (♀ *elav-GAL4* x ♂ *UAS-RNAi-dNos*) died from the 5th day of imago's life and were characterized by significantly lower rates of average and maximum lifespan. The highest rates of lifespan were determined for the *Oregon* control line. In flies with functional knockout of the *dNos* gene the average and maximum lifespan were reduced by 50%. The decreased lifespan of progeny with functional knockout of the *dNos* gene confirms the important role of NO in *drosophila* physiology and aging. A significant decrease in lifespan was also recorded in individuals with additional copy of the *dNos* gene. The negative effect of NO can be mediated by its participation in the processes of excitotoxicity and nitrosylation of proteins. Excitotoxicity is associated with excessive stimulation of the ion channels and an increase of intracellular calcium concentration, which leads to further death of cells. Nitrosylation of proteins is observed in the neurons of patients with Parkinson's disease and it is thought to have a deleterious effect on brain cells. Another negative action of NO in the *Drosophila* is the development of neurodegeneration through the activation of the *dFoxo* gene, the product of which is an important transcription factor. Each of these mechanisms can be the reason of reduced lifespan of flies with *dNos* overexpression, but to determine the real causes additional research is necessary.

Key words: *Drosophila melanogaster*, nitric oxide synthase, lifespan, UAS-GAL4 transgenic system

Рекомендує до друку
В. В. Грубінко

Надійшла 12.03.2018

ОГЛЯДИ

УДК 582.542.11+57.085.2

¹О. М. ЗАГРИЧУК, ¹Ю. Г. ЗАГРИЧУК, ²Н. М. ДРОБИК

¹ДВНЗ «Тернопільський державний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України»

²Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ *DESCHAMPSIA ANTARCTICA* E. DESV. *IN VITRO* ДЛЯ ОДЕРЖАННЯ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН

Проведено огляд наукових робіт, що стосуються дослідження *D. antarctica*; розглянуто можливості використання культур *in vitro* цього виду для отримання рослинного матеріалу, який характеризується цінними лікувальними властивостями; проаналізовано роботи, що стосуються культивування *D. antarctica in vitro* та збільшення біологічної продуктивності отриманих культур.

Ключові слова: *Deschampsia antarctica* E. Desv., культивування *in vitro*, біологічно активні речовини

Останнім часом все більшу увагу науковців привертають рослини, які в ході еволюції виробили різноманітні пристосування до екстремальних умов існування. Серед таких є щучник антарктичний (*Deschampsia antarctica* E. Desv.) – один із двох видів вищих судинних рослин, що зростають у складних кліматичних умовах Антарктики. Низькі температури, підвищені дози ультрафіолету, низька вологість повітря, шквальні вітри, снігові бурі, бідність ґрунтосубстрату на органічні сполуки сформували фізіологічні, анатомічні та ультраструктурні адаптаційні особливості *D. antarctica* [1, 2, 3].

D. antarctica здатна у жорстких кліматичних умовах Антарктики продукувати високий вміст сполук, що отримуються із фенольних кислот і флавоноїдів [1, 4, 5]. Ультрафіолетове випромінювання підвищує у рослинах щучника антарктичного концентрацію флавоноїдів, зокрема орієнтину, лутеніну та ізовертілапоніну 2"-о-бета-арабінопіранозид [4, 6, 7]. Флавоноїди, у свою чергу, діють як фоторецептори, хелатори металів і антиоксиданти, захищають рослини від факторів, які викликають окислювальний стрес і пошкодження, що зумовлені вільними радикалами, мають антимікробну дію тощо [8]. Вид *D. antarctica* цікавий і тим, що є природним джерелом антиоксидантів, що можуть використовуватися у фармацевтичній промисловості, косметології – у сонцезахисних кремах, у харчовій промисловості – як харчові добавки тощо [9]. Вченими встановлено здатність вторинних метаболітів *D. antarctica*, зокрема сполук фенольної природи, інгібувати проліферацію клітин меланоми [9].

Зважаючи на складність збору достатньої кількості рослинного матеріалу, несприятливість умов для проведення експериментальних досліджень у природі, доцільним є введення цієї рослини в культуру *in vitro*. Наявність рослин *D. antarctica* в колекції *in vitro* дозволить зменшити вплив на антарктичні природні популяції виду та дасть можливість круглорічно, у контрольованих лабораторних умовах отримувати рослинну сировину та шляхом регуляції умов культивування підвищувати у ній вміст цінних вторинних метаболітів [2, 9].

У літературі є небагато повідомлень, що стосуються культивування та дослідження *D. antarctica in vitro*. Зокрема, М. Суда із співавторами (2005) відпрацювали швидкий і зручний спосіб розмноження *D. antarctica* з використанням культури тканин *in vitro*. Зразки рослин з Антарктики відмивали від природного субстрату й стерилізували, після чого листові та кореневі експлантанти (5 мм) інкубували в чашках Петрі на живильному середовищі Мурасіге–Скуга (МС) з додаванням різних концентрацій регуляторів росту 2,4-дихлорфеноксиоцтової кислоти (2,4-Д) і 6-бензиламінопурину (БАП). Через три місяці дослідникам вдалося збільшити кількість рослинного матеріалу *D. antarctica* у чотири-п'ять разів [10].

Іншими дослідниками запропоновано винахід, що стосується нового протипухлинного екстракту, отриманого з рослин *D. antarctica* [9]. Особливість цього винаходу полягає в тому, що рослини вирощують в пробірках у спеціально підібраних умовах, які забезпечують збільшення вмісту поліфенолів у рослинних тканинах. Крім того, запропоновано спосіб збільшення продуктивності активних інгредієнтів у рослинах в умовах *in vitro* шляхом піддавання їх фізичній або хімічній обробці. Вченими отримано екстракт з протипухлинною активністю, який використовують для лікування та профілактики онкологічних захворювань [9].

Для оптимізації приросту біомаси і фенілпропаноїдного виробництва в *D. antarctica* вченими був запропонований фотобіореактор [11]. Авторами розроблено конструкцію та описано особливості використання фотобіореактора та УФ випромінювання для продукування та збільшення біомаси *D. antarctica* і накопичення в процесі культивування вторинних метаболітів. Дія УФ випромінювання протягом 30-ти хвилин із шестигодинним інтервалом призводила до збільшення вмісту фенольних сполук у 3 рази і антиоксидантної активності в 1,5 рази порівняно з контрольною групою, що не піддавались дії УФ випромінювання. У цих проростках було виявлено значне накопичення скополетину, хлорогенової кислоти, галової кислоти і рутину [11].

Чілійськими вченими у 2013 р. розроблено спосіб культивування та мікророзмноження *D. antarctica in vitro* [12]. З цією метою автори пропонують використовувати фото-термо-біореактор для мікроклонального розмноження рослин і отримання біомаси. Фото-термо-біореактор містить засоби для хімічного індукування (солі, метали, органічні компоненти тощо), а також освітлення або люмінесцентні засоби (УФ-радіація і температура), які можуть бути використані на будь-якій стадії росту рослинного матеріалу. Перевагою винаходу є можливість створювати умови як для збільшення приросту біомаси *D. antarctica*, так і для синтезу вторинних метаболітів, що характеризуються цінними лікувальними властивостями [12].

Виходячи з актуальності дослідження щучника антарктичного, нами у лабораторії екології та біотехнології Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка у співпраці з відділом генетики клітинних популяцій Інституту молекулярної біології і генетики НАН України проведено комплекс експериментальних робіт для введення цього виду в культуру *in vitro* [13, 14]. Розроблено спосіб отримання вихідного асептичного матеріалу *D. antarctica*, що полягав у стерилізації і пророщуванні *in vitro* стратифікованого насіння. Для проростання насіння рослин *D. antarctica* з різних місць зростання встановлено спільні ознаки: доцільність використання для стерилізації пероксиду гідрогену, відсоток асептичного насіння у всіх випадках складав 98–100 %; ефективність порушення спокою насіння дією низьких позитивних температур (2–4 °С) та обробкою гіберелової кислоти; проростання насіння в умовах освітлення. Спосіб дозволяє одержувати впродовж усього року життєздатні морфологічно нормальні проростки цього виду [13]. Встановлено, що для мікроклонального розмноження *D. antarctica* оптимальним серед протестованих було агаризоване живильне середовище Гамборга, Евелейг (В5), доповнене 0,2 мг/л кінетину. Ефективним способом мікроклонування є відокремлення утворених на дернині пагонів [13]. Розроблено умови індукції калюсоутворення з корневих і пагонових експлантів та тривалого вирощування культури тканин *D. antarctica*. Оптимальним для отримання калюсної тканини було живильне середовище В5, доповнене 0,9–1 мг/л 2,4-Д і 0,09–0,1 мг/л БАП. Калюсогенна активність із корневих експлантів значно перевищувала (в 1,5–2 рази) таку з пагонових [14].

Отримано пагони шляхом спонтанного непрямого органогенезу. Виявлено здатність *D. antarctica* до спонтанної регенерації пагонів із калюсу на середовищах В5, МС і Шенка–Хільдебрандта (ШХ), доповнених 2,4-Д та БАП. Показники ефективності регенерації варіювали від 0,4 до 4,7 регенеранта на інкулюм і були найвищими при культивуванні калюсу на середовищі В5 з 0,9 мг/л 2,4-Д та 0,09 мг/л БАП. Вкорінено регенеровані пагони та підібрано умови для росту рослин-регенерантів *in vitro*. Приріст біомаси регенерованих з калюсу рослин був на порядок більший, порівняно з рослинами, одержаними шляхом проростання насіння в умовах *in vitro* [14].

При вивченні клонованих *in vitro* рослин *D. antarctica*, отриманих з насіння, зібраного на однаковій фізіологічній стадії росту рослин з різних регіонів Антарктики у різні роки та вирощених в однакових умовах, встановлено, що вони реалізовували свою різну здатність синтезувати фенольні сполуки [5]. Встановлено, що протипухлинна активність екстрактів з рослин *in vitro* роду *Deschampsia* прямо пов'язана з загальною кількістю в них фенольних сполук. Автори роблять висновок, що культивовані *in vitro* клони рослин роду *Deschampsia* є перспективними для розробки біотехнології отримання протипухлинних препаратів [5]. Виявлено, що культивовані *in vitro* рослини *D. antarctica* та рослини із природних популяцій, мають аналогічний склад флаваноїдів, але їх кількісний вміст був дещо нижчим у рослин, вирощених в асептичних умовах. У рослинах з різних популяцій, що містили диплоїдний набір хромосом, вміст флаваноїдів у листках був більшим порівняно з рослинами з іншим набором хромосом [15].

Отже, за відсутності достатньої кількості рослинного матеріалу через віддаленість Антарктики наявні на сьогодні методики культивування рослини *D. antarctica in vitro* можуть бути використані як базові для розроблення біотехнології отримання БАР.

1. Parnikoza I. Vascular plants of the Maritime Antarctic: Origin and adaptation / I. Parnikoza, I. Kozeretska, V. Kunakh // American Journal of Plant Sciences. — 2011. — Vol. 2. — P. 381—395.
2. Матвєєва Н.А. Незнайома Антарктика: рослини розкривають свої таємниці / Н.А. Матвєєва // Вісн. НАН України. — 2013. — № 10. — С. 58—70.
3. Mechanisms of Antarctic vascular plant adaptation to abiotic environmental factors / [I.P. Ozheredova, I.Yu. Parnikoza, O.O. Poronnik et al.] // Cytology and Genetics. — 2015. — Vol. 49, № 2. — P. 139—145.
4. The influence of ultraviolet-B radiation on growth, hydroxycinnamic acids and flavonoids of *Deschampsia antarctica* during springtime ozone depletion in Antarctica / [C. Ruhland, F. Xiong, W. Clark et al.] // Photochemistry and Photobiology. — 2005. — Vol. 81, № 5. — P. 1086—1093.
5. Клоновані *in vitro* рослини роду *Deschampsia* як джерело фенольних сполук з протипухлинними властивостями / [О.О. Пороннік, А.В. Кузьменко, А.В. Воловик та ін] // Вісн. Укр. тов-ва генетиків і селекціонерів. — 2014. — Т. 12, № 2. — С. 200—204.
6. Webby R. Isoswertiajaponin 2''-O- β -arabinopyranoside and other flavone-C-glycosides from the Antarctic grass *Deschampsia antarctica* / R. Webby, K. Markham // Phytochemistry. — 1994. — Vol. 36, № 5. — P. 1323—1326.
7. Day T.A. Influence of solar ultraviolet-B radiation on Antarctic terrestrial plants: results from a 4-year field study / T.A. Day, C.T. Ruhland, F.S. Xiong // Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology. — 2001. — Vol. 62. — P. 78—87.
8. Biotechnology of flavonoids and other phenylpropanoid-derived natural products. Part II: Reconstruction of multienzyme pathways in plant and microbes / F. Verweridis, E. Trantas, C. Douglas // Biotechnology Journal. — 2007. — Vol. 2, № 10. — P. 1235—1249.
9. Pat. US 2010/0310686 A1 Extracts of *Deschampsia antarctica* Desv. with antineoplastic activity / [M. Gidekel, H. Weber, G. Cabrera et al.]; this application claims priority of the U.S. provisional application № 61/003,058 filed on Nov. 14, 2007; date of publication 12.12.2010.
10. Micropropagation of *Deschampsia antarctica* — a frost resistant Antarctic plant / [M. Cuba, A. Gutierrez-Moraga, B. Butendieck et al.] // Antarctic science. — 2005. — Vol. 17, № 1. — P. 69—70.

11. *Production of phenolic metabolites by Deschampsia antarctica shoots using UV-B treatments during cultivation in a photobioreactor* / A. Sequeira, E. Tapia, M. Ortega // *Electronic Journal of Biotechnology*. — 2012. — Vol. 15, № 4. — P. 1—8.
12. *Pat. EP 2638798 A1 Thermo-photo-bioreactor and method for the culture and mass micropropagation of Deschampsia antarctica in vitro* / Z. Navarro, S. Honorato, C. Oyarzun [et al.]; applicant Universidad De Santiago De Chile 3363 Santiago; representative: L Carpintero, Francisco, Herrero & S.L. Asociados. — № 11805371.9; date of filing 09.11.2011; date of publication 18.09.2013.
13. *Введення в культуру in vitro Deschampsia antarctica з двох районів Прибережної Антарктики* / [О.М. Загричук, Н.М. Дробик, І.А. Козерецька та ін.] // *Український антарктичний журнал* — 2011/2012. — № 10—11. — С. 289—295.
14. *Калюсогенез та регенерація рослин Deschampsia antarctica Desv. (Poaceae) в культурі in vitro* / О.М. Загричук, А.І. Герц, Н.М. Дробик [та ін.] // *Biotechnologia Acta*. — 2013. — Vol. 6. — P. 77—85.
15. *Рослини Deschampsia antarctica E. Desv. з різним числом хромосом в умовах вирощування in vitro. Довжина листків та вміст флавоноїдів у культурі in vitro та в природі* / [О.О. Пороннік, І.Ю. Парнікоза, Н.Ю. Мірюта та ін.] // *Фактори експериментальної еволюції організмів*. — 2017, Т. 20. — С. 310—313.

О. М. Загричук, Ю. Г. Загричук, Н. М. Дробик

ГВНЗ «Тернопольский государственный медицинский университет имени И.Я. Горбачевского МОЗ Украины»

Тернопольский национальный педагогический университет имени Владимира Гнатюка

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ *DESCHAMPSIA ANTARCTICA* E. DESV. *IN VITRO* ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

Проведен обзор научных работ, касающихся исследования *D. antarctica*; рассмотрены возможности использования культур *in vitro* этого вида для получения растительного материала, характеризующегося ценными лечебными свойствами; проанализированы работы, касающиеся культивирования *D. antarctica in vitro* и увеличения биологической продуктивности полученных культур.

Ключевые слова: *Deschampsia antarctica* E. Desv., культивирование *in vitro*, биологически активные вещества

О. М. Zahrychuk, Y. H. Zahrychuk, N. M. Drobyk

I. Horbachevsky Ternopil State Medical University, Ukraine

Volodymyr Hnatiuk Ternopil National Pedagogical University, Ukraine

PROSPECTS FOR THE USE OF *DESCHAMPSIA ANTARCTICA* E. DESV. *IN VITRO* FOR THE PRODUCTION OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES

Research works concerning *Deschampsia antarctica* E. Desv. and its *in vitro* cultivation for the purpose of obtaining plant material, capable of synthesizing flavonoids and other biologically active substances (BAS), have been surveyed.

Despite harsh Antarctic climate, *D. antarctica* has been found to produce high content of compounds, obtained from phenic acids and flavonoids. *D. antarctica in vitro* culture has been found applicable for obtaining plant material, capable of synthesizing equally active substances. UV radiation increases the plant concentration of certain flavonoids, acting as photoreceptors, metal chelators and antioxidants, and protecting the plants from the factors, responsible for the oxidative stress and damages.

Complicacy of collecting sufficient amount of plant material and lack of favourable conditions for experimental research in the natural medium taken into consideration, introduction of the plant into *in vitro* culture seems to be reasonable. *D. antarctica* plants availability in the *in vitro* collection

will enable to grow raw material under laboratory control as well as to increase the content of valuable secondary metabolites by regulating cultivation conditions.

M. Cuba et al. were the first to work through prompt and handy method of *D. antarctica* proliferation using *in vitro* tissue culture. Vegetable samples from the Antarctic were cleaned from the natural substrate and sterilized that was followed by incubation of leaf and root explants (5 mm) in Petri dishes on the Murashige-Skoog growth medium, various concentrations of growth regulators added. 4-5 times increase in the amount of *D. antarctica* vegetable material within 3 months is a proof of experiment efficacy.

Another group of researchers have suggested a new method of growing plants in test tubes under matched conditions, providing polyphenol content increase in plant tissues. As a result, extracts with antitumoral activity, used for treatment and prevention of oncologic diseases, have been obtained.

In order to optimize biomass gain and *D. antarctica* phenylpropanoid production, a research crew have developed a photobioreactor, providing considerable accumulation of scopoletin, rutin, chlorogenic and gallic acids in the sprouts, exposed to UV radiation.

In 2013, the Chilean scientists patented a photo-thermo-bioreactor for microclonal proliferation and obtaining *D. antarctica in vitro* biomass. It is equipped with the devices for chemical induction, lighting or luminescence (UV radiation and temperature), which can be used at any phase of plant growth. Thus, increased biomass gain can be combined with providing conditions for the synthesis of secondary metabolites, possessing important therapeutic properties.

On the basis of Ecology and Biotechnology Laboratory, D. Hnatyuk Ternopil Teachers' Training University, and in cooperation with the Department of Cell Population Genetics of the Institute of Molecular Biology and Genetics, National Academy of Sciences of Ukraine, a research work package has been performed to introduce *D. antarctica* plants into *in vitro* culture. In particular, the conditions for germination, microclonal proliferation, and for callus formation from different types of explants have been developed. Due to durable growing of *D. antarctica* tissue culture through spontaneous indirect organogenesis, sprouts have been grown and conditions for their rootage and for the growth of regenerant plants have been selected.

In vitro cultivated *D. antarctica* plants have been found to possess flavonoid content similar, though lower quantitatively, to that in natural populations. In the plants with diploid number of chromosomes, the leaf flavonoid content was lower as compared with the plants with different chromosome number.

Sufficient amount of the plant material being scarce owing to the Antarctic remoteness. The newly-developed methods of *D. antarctica* plants *in vitro* cultivation can be applied for growing sufficient amount of raw material, needed for BAS production.

Key words: Deschampsia antarctica E. Desv., *in vitro* cultivation, biologically active substances

Рекомендує до друку
В. В. Грубінко

Надійшла 21.02.2018

ІСТОРІЯ ОСВІТИ І НАУКИ

УДК:581.3:378.4 (477.84) ТНПУ

М. М. БАРНА, Л. С. БАРНА, С. В. ПИДА, Н. М. ДРОБИК,

В. З. КУРАНТ, В. В. ГРУБІНКО

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка
вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль. 46027

ГОЛИЦЬКИЙ БІОСТАЦІОНАР ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ПЕДАГОГІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ГНАТЮКА: СТВОРЕННЯ, ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ (ДО 20-РІЧЧЯ ЗАСНУВАННЯ)

У статті розкрито питання щодо створення, функціонування та перспектив діяльності Голицького біостаніонару Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Значна увага приділена значенню біостаніонару в навчанні та підготовці бакалаврів, спеціалістів та магістрів, а також ролі біостаніонару у виконанні курсових, дипломних і магістерських робіт. Особлива увага акцентована на значенні біостаніонару в організації і проведенні науково-дослідної роботи студентів, магістрантів, аспірантів і професорсько-викладацького персоналу. Зазначається, що за 20-річний період функціонування біостаніонару на його базі виконано і успішно захищено одну кандидатську дисертацію: Лісовою Наталією Олегівною на тему: «Екологічний стан та охорона рослинного покриву природно-заповідних територій (Опільсько-Кременецький округ)» (науковий керівник професор П. Д. Клоченко), підготовлено і опубліковано монографію: Голицький ботаніко-ентомологічний заказник загально-державного значення: монографія / [М. М. Барна, Л. П. Царик, С. В. Зелінка та ін.]. — Тернопіль: Лілея, 1997. — 164 с., виконано і захищено більше двадцяти дипломних і магістерських робіт.

Упродовж 2015—2020 рр. на біостаніонарі зосереджена робота над виконанням викладачами кафедри ботаніки та зоології двох колективних тем: «Рослинні угруповання Західного Поділля: морфолого-систематичні, дендрологічні, цитоембріологічні, фізіолого-біохімічні, генетичні, фітопатологічні, екологічні та історичні аспекти», № державної реєстрації 0116U002131. Керівник теми — доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри ботаніки та зоології С. В. Пида, виконавці: доктор біологічних наук, заслужений діяч науки і техніки України, професор кафедри М. М. Барна, кандидат біологічних наук, доцент кафедри О. Б. Конончук, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри М. А. Крижановська, кандидат біологічних наук, викладач кафедри Н. В. Герц, кандидат біологічних наук, асистент кафедри О. Б. Мацюк, старший лаборант кафедри М. Я. Кравець. Зоологи зосередили свою увагу над виконанням колективної теми «Дослідження фауни Західного Поділля: біологія, екологія, генетика, еволюція, охорона, освітні і методичні аспекти теорії і практики навчання зоології», № державної реєстрації 0116U002132. Керівник теми — кандидат біологічних наук, доцент кафедри Л. О. Шевчик виконавці: кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри М. А. Крижановська,

кандидат сільськогосподарських наук, викладач кафедри Г. М. Голіней, викладач кафедри, старший лаборант кафедри М. Р. Чекан.

Окрім того, за результатами дослідження флори і фауни Голицького державного заказника підготовлено і опубліковано понад 20 наукових статей у фаховому науковому виданні України «Наукові записки Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія» та матеріалів і тез доповідей на Всеукраїнських наукових конференціях з міжнародною участю, з'їздах наукових товариств України, регіональних наукових конференціях, нарадах, семінарах. Багато уваги приділяється використанню біостаціонару як науково-матеріальної бази для проведення різного рангу наукових конференцій, виховних заходів у процесі підготовки бакалаврів, спеціалістів, магістрів, аспірантів, зокрема, проведенню дня присвяти першокурсників хіміко-біологічного факультету в студенти.

Ключові слова: біостаціонар університету, лабораторія біології та екології – біостаціонар, Голицький ботанічний заказник, флора, фауна, навчальна практика з ботаніки, навчальна практика з зоології

Ідею створення біологічного стаціонару започатковано в Тернопільському державному педагогічному інституті, але її було реалізовано лише тоді, коли інституту було надано статус університету четвертого рівня акредитації. Історія її втілення пройшла три етапи: науковий, нормативно-правовий та створення навчально-матеріальної бази.

Науковий етап створення Голицького біостаціонару розпочався з того, що в кінці серпня 1979 р. великий природолюб і прекрасний знавець флори і фауни Поділля, колишній начальник відділу природно-заповідного фонду Державного управління охорони навколишнього природного середовища Мінприроди України в Тернопільській області Микола Петрович Чайковський, досліджуючи гору Голицю, що в Бережанському районі, серед багаторічного травостою виявив природне місцезростання відкасника татарникolistого (*Carlina onopordifolia* Bess. ex Szaf., Kulcz. et Pawl.), занесеного до Червоної книги Української РСР (1980) [Чер. кн. 1980]. Водночас він виявив ряд рідкісних, ендемічних і реліктових видів, таких як: відкасник осотовидний (*Carlina cirsioides* Klok.), півники угорські (*Iris hungarica* Waldst. et Kit.), сон великий (*Pulsatilla grandis* Wend.), ковила найкрасивіша (*Stipa pulcherrima* C. Koch), льон жовтий (*Linum flavum* L.), лілія лісова (*Lilium martagon* L.), горицвіт весняний (*Adonis vernalis* L.), декілька видів роду волошка (*Centaurea* L.) та інші.

Дослідження рослинності гори Голиця, проведені доктором біологічних наук, завідувачем відділу флори і систематики рослин Інституту ботаніки імені М. Г. Холодного АН України, професором Б. В. Заверухою дозволили встановити, що на відносно невеликій території (60 га) зростає понад 300 видів судинних рослин. Окрім того, дослідження видового складу Голицького ботанічного заказника, проведені С. В. Зелінкою, М. М. Барною, Н. Д. Шанайдою, В. М. Черняком та ін. підтвердили дані Б. В. Заверухи і значно розширили список рослин. За літературними та нашими даними на горі Голиця зростають види судинних рослин, зокрема: жовтозілля Бессера (*Senecio besseranus* Minder.), конюшина блідо-жовта (*Trifolium ochroleucon* Hunds.), конюшина паннонська (*T. pannonicum* Jacq.), конюшина середня (*T. medium* L.), конюшина червонувата (*T. rubens* L.), конюшина альпійська (*T. alpestre* L.), конюшина гірська (*T. montanum* L.), гвоздика польська (*Dianthus polonicus* Lapal.), гвоздика перетинчаста (*D. membranacens* Vorb.), гвоздика картузіанська (*D. cartusianorum* L.), гвоздика армерійовидна (*D. armeria* L.), гвоздика дельтовидна (*D. deltoids* L.), герань лісова (*Geranium sylvaticum* L.), шавлія лучна (*Salvia pratensis* L.), волошка паннонська (*Centaurea pannonica* (Heuff.) Simonk.), волошка лучна (*C. jacea* L.), волошка фригійська (*C. phrygia* L.), волошка скабіозовидна (*C. scabiosa* L.), волошка рейнська (*C. rhenana* Vogeau), волошка тернопільська (*C. ternopoliensis* Dobrocz.), лазурник трилопатевий (*Laser trilobum* (L.) Borkh.) та ін.

Проаналізувавши стан зростання та поширення рідкісних, ендемічних і реліктових видів рослин на відносно невеликій території гори Голиці (60 га), стан охорони та природокористування рослинними ресурсами (випасання худоби, спонтанне сінокошіння тощо), М. П. Чайковський підготував відповідні матеріали, на підставі яких Постановою Ради

Міністрів УРСР від 16 грудня 1982 року № 617 Голиці було надано статус державного ботанічного заказника республіканського значення. Проте в подальшому, незважаючи на те, що Голиця набула природоохоронного статусу, в 1993-1994 рр. стан охорони рідкісних рослин дещо погіршився. Тоді постало питання про передачу Голицького ботанічного заказника під охорону та землекористування Тернопільському державному педагогічному інституту. За згодою правління колгоспу імені Богдана Хмельницького, рішення Підвисоцької сільської Ради та обласного Держуправління Мінприроди України було оформлено “Охоронне зобов’язання № 5 від 1 червня 1994 р.”, яке підписали від Держуправління – М. П. Чайковський, а від Тернопільського педінституту – ректор В. П. Кравець.

Провівши аналіз наукових джерел, в яких наведено дані з видового складу, морфології рослин і флори гори Голиці, було встановлено, що тут зростає близько 300 видів судинних рослин, з яких понад 30 видів занесено до Червоної книги України. Щоб усвідомити унікальність та багатство видового складу рослин цього невеликого куточка живої природи доцільно навести слова Б. В. Заверухи з його наукової праці: “...Один квадратний метр такої лучно-степової ділянки має найбагатше видове насичення серед усіх рослинних угруповань світу. Це унікальні утворення природи. Саме тому ці ділянки мають велику наукову цінність як полігон для поглибленого вивчення особливостей співжиття великої кількості видів рослин. Зрештою це й модель для майбутнього створення багатовидових, гармонійних культурних агроценозів з високою продуктивністю. ... На Україні таке багатство трав більше нігде не зустрічається. Серед них чимало рідкісних, які підлягають охороні. ... Перед нами – справжнє ботанічне диво, вельми оригінальний та рідкісний вид нашої флори – відкасник татарниколистий, занесений до Червоних книг СРСР та УРСР. Це релікт нашої флори, своєрідна жива викопна рослина, яка збереглася до наших часів з прадавніх геологічних епох”. Тому цей унікальний куточок живої природи постійно привертає до себе увагу ботаніків різних галузей, зокрема систематиків, флористів, морфологів, карпологів, цитоембріологів, а також генетиків, селекціонерів, працівників охорони природи та навколишнього природного середовища.

Педагогічний університет, одержавши цінний ботаніко-зоологічний об’єкт, з 1994 р. на його території розпочав активні наукові дослідження рослинності, флори, фауни та геоecології Голицького заказника. До цих досліджень були залучені викладачі та аспіранти чотирьох кафедр університету, зокрема кафедри ботаніки (доцент М. М. Барна, ст. викладач С. В. Зелінка, асистент Н. Д. Шанайда та аспірант заочної форми навчання М. І. Адамів), кафедри зоології (завідувач кафедри зоології, доцент Б. Р. Пилявський, доцент С. С. Подобівський), кафедри методики викладання біології (доцент В. М. Черняк), кафедри фізичної географії (доцент Л. П. Царик, викладач М. В. Питуляк).

За період з 1994 по 2008 рр. було опубліковано понад 50 наукових праць (статей, матеріалів і тез доповідей), виконано і захищено кандидатську дисертацію на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук зі спеціальності 03.00.07 – екологія (Н. О. Лісова), кілька дипломних і магістерських робіт. У 1997 р. авторським колективом (М. М. Барна, Л. П. Царик, В. М. Черняк, С. В. Зелінка, Б. Р. Пилявський, М. В. Питуляк, С. С. Подобівський, Н. Д. Шанайда, М. І. Адамів) було опубліковано монографію “Голицький ботаніко-ентомологічний заказник загальнодержавного значення”. У монографії викладено результати досліджень геологічної будови, кліматичних, гідрологічних особливостей, ґрунтів, флори і фауни, міститься перелік видів рослин і тварин, подано історію наукових досліджень Голицького заказника. Доцільно зазначити, що в 1997 р. в “Наукових записках Тернопільського державного педагогічного університету. Серія: Біологія” група викладачів кафедри ботаніки університету опублікувала результати досліджень насінної продуктивності *Dictamnus albus* L. в умовах Голицького ботанічного заказника.

Нормативно-правовий етап створення Голицького біостаніонару університету розпочався з того, коли 13 квітня 1998 р. було видано наказ МО України № 136, в якому зазначено, що зважаючи на те, що Держуправлінням Мінприроди України в Тернопільській області передано Тернопільському педуніверситету під охорону та землекористування заповідний об’єкт – Голицький ботанічний заказник, а Тернопільською дистанцією

електропостачання – житловий будинок з господарськими приміщеннями та враховуючи клопотання ректорату Тернопільського педуніверситету імені Володимира Гнатюка, створити Голицький біостаніонар Тернопільського державного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка як структурний підрозділ університету.



Рис. 1. Лабораторія біології та екології «Голицький біостаніонар університету» в с. Гутисько Березанського району Тернопільської області.

Відповідно до наказу МО України 30.04.1998 р. було видано наказ Тернопільського державного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка № 46, згідно з яким створено Голицький біостаніонар як структурний підрозділ університету. Цим же наказом затверджено штатний розпис біостаніонару у складі: зав. біостаніонару (матеріально відповідальна особа), технічний працівник, сторож. Декана хіміко-біологічного факультету зобов'язано забезпечити організацію наукової та навчальної роботи біостаніонару. Так, з 1998 р. почав функціонувати новий підрозділ університету – “Голицький біостаніонар університету”.

Етап створення навчально-матеріальної бази біостаніонару університету. Одержавши від Тернопільської дистанції електропостачання житловий будинок з господарськими приміщеннями на баланс Тернопільського державного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка необхідно було протягом трьох місяців (квітень-червень 1998 р.) провести капітальний ремонт приміщень, оскільки всі приміщення знаходилися у занедбаному стані, щоб влітку 1998 р. можна було на базі біостаніонару провести навчальні практики студентів з ботаніки та зоології. Необхідно віддати належне ректорату університету на чолі з її ректором, професором В. П. Кравцем, який з розумінням віднісся до порушеного деканатом хіміко-біологічного факультету клопотання. З цією метою була організована поїздка членів ректорату на новостворений Голицький біостаніонар. На місці було вирішено, що в першу чергу ремонтувати: поставити двері, заскрити вікна, вимувувати кахельні печі, відремонтувати підвальні приміщення для зберігання продуктів тощо.

Доцільно відмітити надану велику матеріальну спонсорську допомогу голови Підвисоцької сільської ради Йосипа Миколайовича Мартинюка, котрий взявся за проведення цього досить широкопланового ремонту. Водночас інші спонсори з Івано-Франківської області проводили облаштування спальних кімнат для студентів і викладачів. Контроль за їх діяльністю здійснював доцент кафедри теорії та методики навчання природничих дисциплін В. М. Черняк.

До початку літнього сезону основні планові роботи були завершені. В спальні кімнати були завезені ліжка, матраци, постільна білизна тощо. У червні-липні 1998 р. студенти другого курсу хіміко-біологічного факультету по 25 чоловік на один заїзд за відповідним графіком вперше виїхали на Голицький біостаніонар на навчальні практики з ботаніки та зоології.

У 1998-1999 н. р. були залучені ремонтні роботи: встановлення дверей і вікон, кафельних печей для обігріву кімнат, штукатурки і побілки кімнат, облаштування житлових кімнат для

студентів на горищі житлового будинку, облаштування навчальної кімнати для проведення камеральних робіт для обробки зібраного матеріалу у процесі проведення навчальних практик студентів з ботаніки та зоології, облаштування їдальні для студентів, житлової кімнати для студентів і викладачів (рис. 2), місць загального користування тощо.

Зазначимо, що велику фінансову та матеріальну допомогу для виконання вищезазначених робіт надав Тернопільський державний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка. Контроль за проведенням ремонтних робіт на біостаціонарі здійснювали: від ректорату – проректор з адміністративно-господарської частини університету Голіншак Борис Єпіфанович, а від хіміко-біологічного факультету – декан професор М. М. Барна. До ремонту залучалися студенти (бригади хлопців по 5-7 чоловік) хіміко-біологічного факультету, роботу яких було організовано вахтовим методом. Керівництво студентськими бригадами, які виконували фізичні роботи, очолював доцент кафедри теорії та методики навчання природничих дисциплін В. М. Черняк. За їх участі був прокладений водогін завдовжки понад 300 м до їдальні, умивальників та душових кабін.

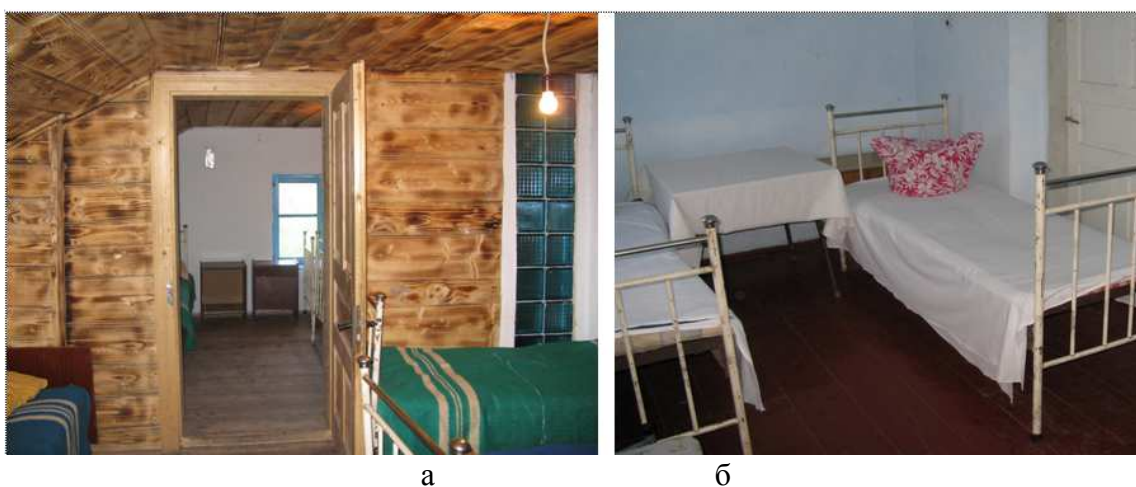


Рис. 2. Кімнати для студентів (а) і викладачів (б)

У 1998-1999 н. р. в господарському приміщенні було облаштовано студентську їдальню, до якої підведено газ та водогін, що дозволило організувати харчування студентів гарячою їжею.



Рис. 3. Зупинка «Гутисько» на залізничній колії біля корпусу біостаціонару

Необхідно зазначити, що вже протягом тривалого часу (понад 10 років) студенти не збирають рослин для виговлення гербаріїв. Проведення навчально-польових практик з ботаніки організовано таким чином, що студенти ще до початку екскурсій спочатку за ілюстративним матеріалом (фотоальбомами, виготовленими на основі натурних фотознімків) вивчають представників рослинного світу, що зростають на території Голицького ботанічного заказника. Відтак вже безпосередньо в природі вивчають тих чи інших представників Царства Рослини і проводять над ними спостереження або дослідження. Весь зібраний матеріал (журнал спостережень, статистичні дані, натурні фотознімки тощо) студенти використовують у процесі камеральної обробки і на підставі цього пишуть звіти та захищають їх на підсумковій конференції за результатами навчально-польової практики з ботаніки. Така організація та проведення навчально-польових практик сприяє глибшому засвоєнню навчального матеріалу, екологічному вихованню та збереженню рослинного світу.

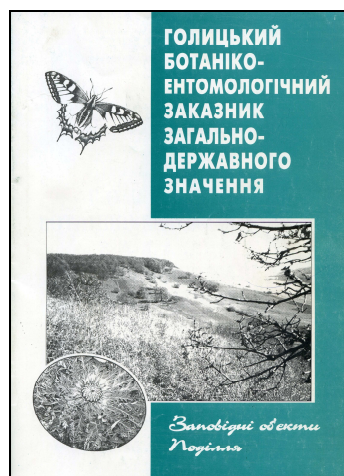
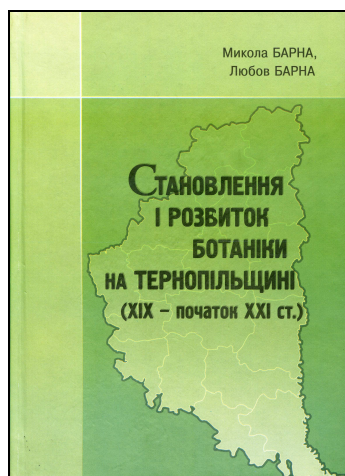
Щодо перспектив подальшого розвитку наукових досліджень флори і фауни Голицького ботанічного заказника та використання Голицького біостаціонару університету, то доцільно зазначити, що відповідно до наказу університету від 24.01.2010 року № 10 з 1 лютого 2010 року з метою належного забезпечення навчального процесу, проведення наукових досліджень викладачами та студентами хіміко-біологічного факультету відповідно до статусу національного університету на базі Голицького біостаціонару університету створено лабораторію біології та екології «Голицький біостаціонар університету».

Окрім того, як показав досвід проведення наукових досліджень флори і фауни Голицького ботанічного заказника використання в подальшому лабораторії біології та екології «Голицький біостаціонар університету» сприятиме розширенню фундаментальних і прикладних ботанічних досліджень для з'ясування питання щодо особливостей морфології квітки ентомофільних рослин, репродуктивного розмноження видів цього унікального заказника та встановлення певних закономірностей міжвидової взаємодії різних в генотиповому та фенотиповому відношеннях судинних рослин, їх адаптації до сукупного зростання на відносно невеликій території та розробки конкретних заходів щодо збереження і поширення червонокнижних рослин. Доцільно зазначити, що Голицький ботанічний заказник загальнодержавного значення разом з філіалом «Кременецькі гори» Природного заповідника «Медобори» Опільсько-Кременецького округу був об'єктом дисертаційної роботи аспірантки Лісової Наталії Олегівни на тему: «Екологічний стан та охорона рослинного покриву природно-заповідних територій (Опільсько-Кременецький округ)» (науковий керівник професор П. Д. Клоченко), яку захищено 25 листопада 2008 р. на спеціалізованій вченій раді Д 26.371.01 в Інституті агроєкології УААН зі спеціальності 03.00.16 – екологія.

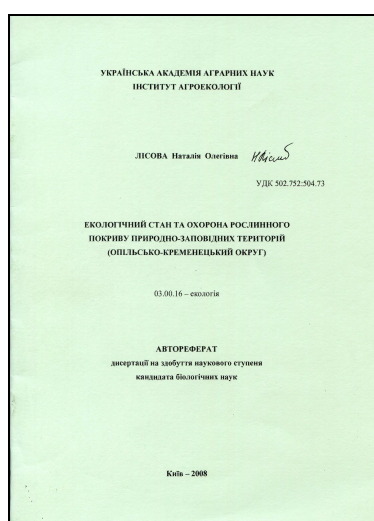
Необхідно, на наш погляд, приступити до складення проспекту монографії «Флора Голицького ботанічного заказника та її генезис», а для цього передовсім необхідно визначити колектив авторів дуже потрібної монографічної праці про унікальне рослинне угруповання гори Голиця.

Наукові праці, опубліковані за результатами дослідження
флори і фауни Голицького ботанічного заказника та
присвячені Голицькому біостаціонару університету

Монографії
та науково-популярні видання



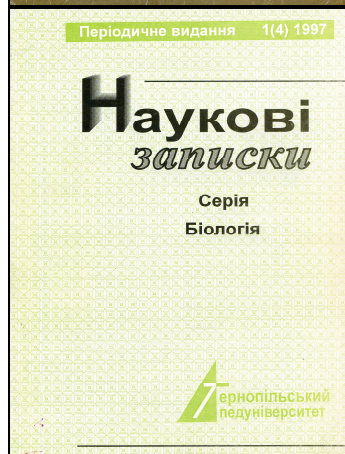
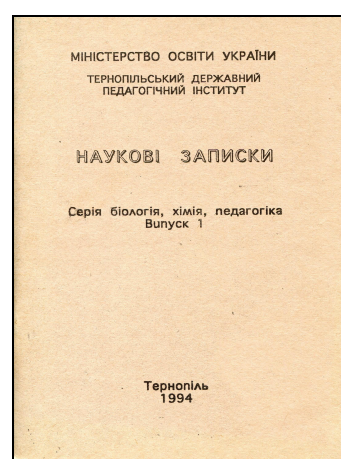
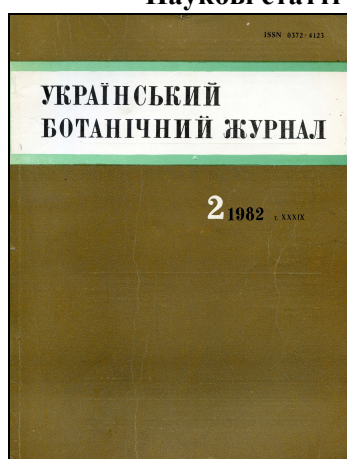
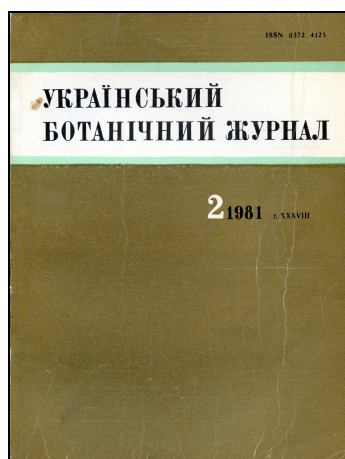
1. Барна М. М. Становлення і розвиток ботаніки на Тернопільщині (XIX – початок XXI ст.): монографія / М. М. Барна, Л. С. Барна. — Тернопіль: ТзОВ «Терно-граф», 2015. — 240 с.: кольор. іл. — С. 155—163. Лабораторія біології та екології «Голицький біостанцінар університету».
2. Голицький ботаніко-ентомологічний заказник загально-державного значення: монографія / [М. М. Барна, Л. П. Царик, В. М. Черняк, С. В. Зелінка, Б. Р. Пилявський, М. В. Питуляк, С. С. Подобівський, Н. Д. Шанайда М. І. Адамів]. — Тернопіль: Лілея, 1997. — 164 с.
3. Чайковський М. П. Вступ / М. П. Чайковський // Голицький ботаніко-ентомологічний заказник загальнодержавного значення: — С. 4.—6.
4. Заверуха Б. В. Флора Волино-Подолії і її генезис: монографія / Б. В. Заверуха. — Київ: Наук. думка, 1985. — 192 с. — С. 9, 60, 94—105. Гора Голиця.
5. Нариси історії хіміко-біологічного факультету Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка (1940-2010): науково-популярне видання / [Барна М. М., Курант В. З, Барна Л. С., Грубінко В. В., Грищук Б. Д., Кваша В. І., Степанюк А. В.]; за ред. М. М. Барни. — Тернопіль: Підручники і посібники, 2010. — 308 с.: іл. — С. 42—49. Лабораторія біології та екології «Голицький біостанцінар університету».



Дисертації

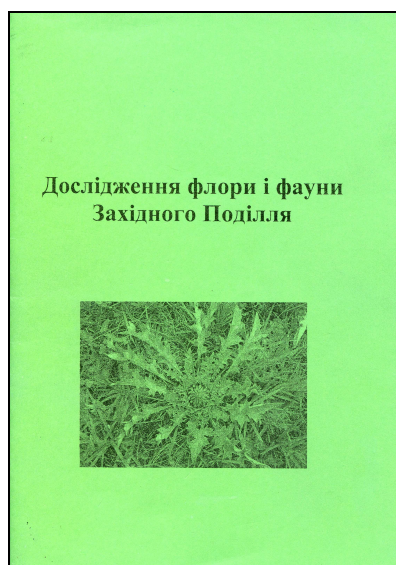
6. Лісова Н. О. Екологічний стан та охорона рослинного покриву природно-заповідних територій (Опільсько-Кременецький округ): автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: спец. 03.00.16 «Екологія» / Н. О. Лісова. — Київ, 2008. — 20 с.

Наукові статті



7. Заверуха Б. В. Нові дані до хорологіта фітоценотичної приуроченості рідкісного реликтово-го виду *Carlina onopordifolia* Bess. ex Szafer, Kulcz. et Pawl. / Б. В. Заверуха // Укр. бот. журн. — 1981. — Т. XXXVIII, № 2. — С. 49—52, 57.
8. Заверуха Б. В. Нові відомості про поширення реликтового виду *Coronilla coronata* L. на Поділлі / Б. В. Заверуха // Укр. ботан. журн. — 1982. — Т. XXXIX, № 2. — С. 81—85, 107.
9. Заверуха Б. В. Квітограйна Голиця / Б. В. Заверуха // Рідна природа. — 1988. — № 3. — С. 33—34.
10. Охорона генофонду флори і рослинності Голицького державного ботаніко-ентомологічного заказника / С. В. Зелінка., М. М. Барна., Н. Д. Шанайда, В. М. Черняк, М. І. Адамів // Наукові записки Тернопільського державного педагогічного інституту. Серія біологія, хімія, педагогіка. — 1994. — Вип. 1. — С. 35—38.
11. Феноритміка та насінна продуктивність *Dictamnus albus* L. в умовах Голицького ботаніко-ентомологічного заказника (Терно-пільська область) / Н. Д. Шанайда, М. І. Адамів С. В. Зелінка, В. М. Черняк // Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету. Серія 4: Біологія. — 1997. — № 1. — С. 19—21.
12. Онтогенез та вікова структура популяції *Dictamnus albus* L. в умовах Голицького ботаніко-ентомологічного заказника / Н. Д. Шанайда, С. В. Зелінка, М. М. Барна, В. М. Черняк, М. І. Ша-найда // Наук. зап. Терноп. держ. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол. — 1998. — № 2 (4). — С. 26—30.
13. Барна М. М. Голицький біостаніонар Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка: історія, наукова та навчальна діяльність / М. М. Барна // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. — 2008. — № 2 (36). — С. 3—10.
14. Червонокнижні рослини Голицького ботанічного заказника та їх охорона / М. М. Барна, Л. С. Барна, Р. Л. Яворівський, Н. В. Герц, О. Б. Мащук // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. — 2014. — № 3 (60). — С. 16—30.

Матеріали та тези доповідей



15. Барабаш О. В. Таксономічна структура угруповань земноводних і плазунів Голицького ботаніко-ентомологічного заказника / О. В. Барабаш // Дослідження флори і фауни Західного Поділля: регіон. наук.-практ. конф., присвячена 10-річчю створення Голицького біостаніонару ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, (Тернопіль, 6–7 трав. 2008 р.): матеріали конф. — Тернопіль: Вид-во ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2008. — С. 32—33.
16. Барна М. М. Історія, наукова та навчальна діяльність Голицького біостаніонару / М. М. Барна, Л. С. Барна // Дослідження флори і фауни Західного Поділля: регіон. наук.-практ. конф., присвячена 10-річчю створення Голицького біостаніонару ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, (Тернопіль, 6–7 трав. 2008 р.): матеріали конф. — Тернопіль: Вид-во ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2008. — С. 3—5.
17. Голицький ботаніко-ентомологічний заказник як освітнє середовище підготовки майбутнього вчителя біології / А. В. Степанюк, Л. С. Барна, Н. Й. Мішук, Г. Я. Жирська // Дослідження флори і фауни Західного Поділля: регіон. наук.-практ. конф., присвячена 10-річчю створення Голицького біостаніонару ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, (Тернопіль, 6–7 трав. 2008 р.): матеріали конф. — Тернопіль: Вид-во ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2008. — С. 41—42.
18. Грубінко В. В. Екотонізація біоценозів як критерій їх антропоїчної трансформації (на прикладі Голицького ботаніко-ентомологічного заказника) / В. В. Грубінко, Н. О. Лісова, Ж. О. Мартиненко // Дослідження флори і фауни Західного Поділля: регіон. наук.-практ. конф., присвячена 10-річчю створення Голицького біостаніонару ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, (Тернопіль, 6–7 трав. 2008 р.): матеріали конф. — Тернопіль: Вид-во ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2008. — С. 45—47.
19. Кваша В. І. Екологія земноводних, плазунів і ссавців в біотопах Голицького заказника / В. І. Кваша, С. М. Щегельський // Дослідження флори і фауни Західного Поділля: регіон. наук.-практ. конф., присвячена 10-річчю створення Голицького біостаніонару ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, (Тернопіль, 6–7 трав. 2008 р.): матеріали конф. — Тернопіль: Вид-во ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2008. — С. 34—35.
20. Кузьмович М. Л. Паразитоценози наземних молюсків у формуванні біоценозу Голицького заказника / М. Л. Кузьмович // Дослідження флори і фауни Західного Поділля: регіон. наук.-практ. конф., присвячена 10-річчю створення Голицького біостаніонару ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, (Тернопіль, 6–7 трав. 2008 р.): матеріали конф. — Тернопіль: Вид-во ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2008. — С. 35—36.
21. Назарко І. С. Можливості здійснення біоетичного виховання в умовах Голицького ботаніко-ентомологічного заказника / І. С. Назарко, О. С. Троцька // Дослідження флори і фауни

Західного Поділля: регіон. наук.-практ. конф., присвячена 10-річчю створення Голицького біостаніонару ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, (Тернопіль, 6–7 трав. 2008 р.): матеріали конф. — Тернопіль: Вид-во ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2008. — С. 43—44.

22. Подобівський С. С. Екологія комах Голицького ботаніко-ентомологічного заказника / С. С. Подобівський // Дослідження флори і фауни Західного Поділля: регіон. наук.-практ. конф., присвячена 10-річчю створення Голицького біостаніонару ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, (Тернопіль, 6–7 трав. 2008 р.): матеріали конф. — Тернопіль: Вид-во ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2008. — С. 36—37.

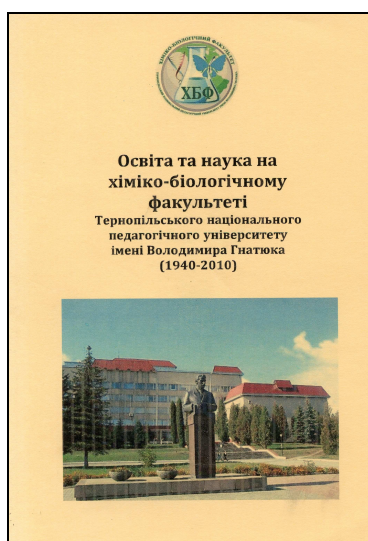
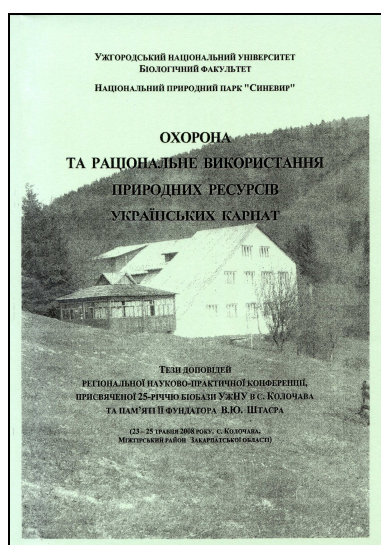
23. Садівник О. Є. Формування дослідницьких вмінь майбутнього вчителя біології в умовах Голицького ботаніко-ентомологічного заказника / О. Є. Садівник, О. Я. Бучковська // Дослідження флори і фауни Західного Поділля: регіон. наук.-практ. конф., присвячена 10-річчю створення Голицького біостаніонару ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, (Тернопіль, 6–7 трав. 2008 р.): матеріали конф. — Тернопіль: Вид-во ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2008. — С. 42—43

24. Страшнюк Д. В. Особливості розподілу орнітофауни в екосистемах Голицького заказника / Д. В. Страшнюк // Дослідження флори і фауни Західного Поділля: регіон. наук.-практ. конф., присвячена 10-річчю створення Голицького біостаніонару ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, (Тернопіль, 6–7 трав. 2008 р.): матеріали конф. — Тернопіль: Вид-во ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2008. — С. 38—39.

25. Шевчик Л. О. Голицький біостаніонар в активізації природоохоронної та навчально-виховної роботи студентів і викладачів / Л. О. Шевчик // Дослідження флори і фауни Західного Поділля: регіон. наук.-практ. конф., присвячена 10-річчю створення Голицького біостаніонару ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, (Тернопіль, 6–7 трав. 2008 р.): матеріали конф. — Тернопіль: Вид-во ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2008. — С. 39—40.

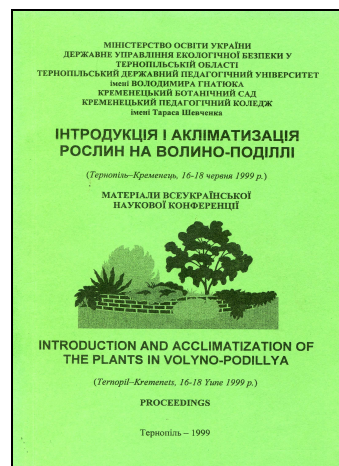
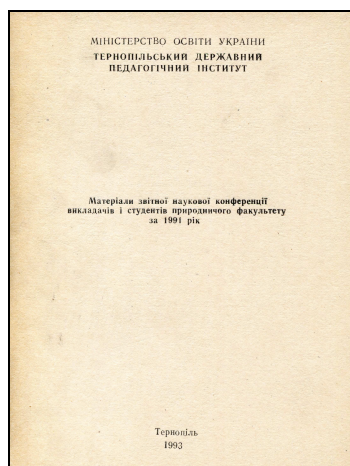
26. Царик Л. П. Голицький заказник у контексті новітніх природоохоронних процесів / Л. П. Царик // Дослідження флори і фауни Західного Поділля: регіон. наук.-практ. конф., присвячена 10-річчю створення Голицького біостаніонару ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, (Тернопіль, 6–7 трав. 2008 р.): матеріали конф. — Тернопіль: Вид-во ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2008. — С. 59—61.

27. Яворівський Р. Л. Систематична структура флори Голицького ботаніко-ентомологічного заказника / Р. Л. Яворівський // Дослідження флори і фауни Західного Поділля: регіон. наук.-практ. конф., присвячена 10-річчю створення Голицького біостаніонару ТНПУ ім. В. Гнатюка, (Тернопіль, 6–7 трав. 2008 р.): матеріали конф. — Тернопіль: Вид-во ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2008. — С. 23—25.



28. Барна М. М. Голицький біостаніонар — наукова та навчальна база Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка / М. М. Барна, Л. С. Барна // Охорона та раціональне використання природних ресурсів Українських Карпат : регіон. наук.-практ. конф., присвячена 25 – річчю біогази УжНУ в с. Колочава та пам'яті фундатора В. Ю. Штаєра, (с. Колочава, Міжгірський район Закарпатської області, 24-25 трав. 2008 р.): тези доп. — Ужгород, 2008. — С. 13—14.
29. Шевчик Л. О. Кріт звичайний – *Talpa europaea* (Talpidae, Insectivora) в умовах Голицького ботаніко-ентомологічного заказника / Л. О. Шевчик, Н. Я. Кравець // Освіта та наука на хіміко-біологічному факультеті Терноп. нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка (1940-2010): регіон. наук.-практ. конф., присвячена 70–річчю створення хім.-біо. ф-ту Терноп. нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка, (с. Гутисько Бережанського р-ну Тернопільської обл., 20-21 трав. 2010 р.): матеріали конф. — Тернопіль: Вид-во ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2010. — С. 29—31.
30. Яворівський Р. Л. Еколого-ценотична структура флори Голицького ботанічного заказника / Р. Л. Яворівський, М. М. Барна, Н. Й. Созанська // Освіта та наука на хіміко-біологічному факультеті Терноп. нац. пед. ун-ту ім. В. Гнатюка (1940-2010): регіон. наук.-практ. конф., присвячена 70–річчю створення хім.-біо. ф-ту Терноп. нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка, (с. Гутисько Бережанського р-ну Тернопільської обл., 20-21 трав. 2010 р.): матеріали конф. — Тернопіль: Вид-во ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2010. — С. 29—31.
31. Барна М. М. Голицький біостаніонар університету (до 15 – річчя створення) / М. М. Барна, Л. С. Барна // Дослідження флори і фауни Західного Поділля: 2-га регіон. наук.-практ. конф., присвячена 15–річчю створення Голицького біостаніонару ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, (с. Гутисько Бережанського р-ну Тернопільської обл., 24–25 трав. 2013 р.): матеріали конф. — Тернопіль: ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2013. — С. 3—6.
32. Жирська Г. Я. Голицький біостаніонар як об'єкт проектної діяльності майбутніх учителів біології / Г. Я. Жирська // Дослідження флори і фауни Західного Поділля: 2-га регіон. наук.-практ. конф., присвячена 15–річчю створення Голицького біостаніонару ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, (с. Гутисько Бережанського р-ну Тернопільської обл., 24–25 трав. 2013 р.): матеріали конф. — Тернопіль: ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2013. — С. 88—90.
33. Крижановська М. А. Вивчення морфогенетичного поліморфізму «Білої» плями на листках рослин *Trifolium repens* Голицького заказника / М. А. Крижановська // Дослідження флори і фауни Західного Поділля: 2-га регіон. наук.-практ. конф., присвячена 15–річчю створення Голицького біостаніонару ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, (с. Гутисько Бережанського р-ну Тернопільської обл., 24–25 трав. 2013 р.): матеріали конф. — Тернопіль: ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2013. — С. 16—17.
34. Степанюк А. В. Підготовка майбутніх учителів біології до організації дослідницької діяльності в умовах біостаніонару / А. В. Степанюк, О. Є. Дарбишева // Дослідження флори і фауни Західного Поділля: 2-га регіон. наук.-практ. конф., присвячена 15–річчю створення Голицького біостаніонару ТНПУ ім. В. Гнатюка, (с. Гутисько Бережанського р-ну Тернопільської обл., 24–25 трав. 2013 р.): матеріали конф. — Тернопіль: ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2013. — С. 92—95.
35. Троцька О. С. Можливості реалізації проектної технології навчання в умовах Голицького ботаніко-ентомологічного заказника / О. С. Троцька, І. І. Підпригора // Дослідження флори і фауни Західного Поділля: 2-га регіон. наук.-практ. конф., присвячена 15–річчю створення Голицького біостаніонару ТНПУ ім. В. Гнатюка, (с. Гутисько Бережанського р-ну Тернопільської обл., 24–25 трав. 2013 р.): матеріали конф. — Тернопіль: ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2013. — С. 95—97.
36. Червона книга України. Рослинний світ (2009) та охорона рідкісних рослин Голицького ботанічного заказника загальнодержавного значення / М. М. Барна, Л. С. Барна, Р. Л. Яворівський, Н. В. Герц, О. Б. Мацюк // Дослідження флори і фауни Західного Поділля: 2-га регіон. наук.-практ. конф., присвячена 15–річчю створення Голицького біостаніонару ТНПУ ім. В. Гнатюка, (с. Гутисько Бережанського р-ну Тернопільської обл., 24–25 трав. 2013 р.): матеріали конф. — Тернопіль: ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2013. — С. 72—76.

37. Яворівський Р. Л. Аналіз географічної структури флори Голицького ботанічного заказника / Р. Л. Яворівський, Н. Й. Созанська // Дослідження флори і фауни Західного Поділля: 2-га регіон. наук.-практ. конф., присвячена 15-річчю створення Голицького біостаніонару ТНПУ ім. В. Гнатюка, (с. Гутисько Бережанського р-ну Тернопільської обл., 24–25 трав. 2013 р.): матеріали конф. — Тернопіль: ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2013. — С. 21—24.
38. Деякі рідкісні рослини Тернопільщини, стан їх популяцій та заходи охорони / С. В. Зелінка, М. М. Барна, Н. Д. Шанайда та ін. // Матеріали звітної наукової конференції викладачів і студентів природничого факультету за 1991 рік. — Тернопіль, 1993. — С. 27—31. — С. 27. Бережанський район, гора Голиця (Опілля).
39. Шанайда Н. Д. Стан популяцій деяких рідкісних рослин на горі Голиця Бережанського району Тернопільської області / Н. Д. Шанайда, С. В. Зелінка // Матеріали звітної наукової конференції викладачів і студентів природничого факультету за 1991 рік. — Тернопіль, 1993. — С. 65.



40. Зелінка С. В. Флора Тернопільської області та стан її охорони / С. В. Зелінка // Інтродукція і акліматизація рослин на Волино-Поділлі ; матеріали Всеукр. наук. конф., (Тернопіль—Кременець, 16—18 чер. 1999 р.): матеріали конф. — Тернопіль: Вид-во ТНПУ ім. В. Гнатюка, 1999. — С. 39—51.
41. Місик О. В. Лікарські рослини околиць Голицького ботаніко-ентомологічного заказника загальнодержавного значення району Опілля України / О. В. Місик // Інтродукція і акліматизація рослин на Волино-Поділлі : матеріали Всеукр. наук. конф., (Тернопіль—Кременець, 16—18 чер. 1999 р.): матеріали конф. — Тернопіль: Вид-во ТНПУ ім. В. Гнатюка, 1999. — С. 39—51.
42. Синиця Г. В. Історія наукових досліджень рідкісних і зникаючих видів рослин Західного Поділля / Г. В. Синиця // Інтродукція і акліматизація рослин на Волино-Поділлі : матеріали Всеукр. наук. конф., (Тернопіль—Кременець, 16—18 чер. 1999 р.): матеріали конф. — Тернопіль: Вид-во ТНПУ ім. В. Гнатюка, 1999. — С. 105—111.
43. Шанайда Н. Д. Деякі особливості біології *Carlina onopordifolia* Bess. ex Szaf., Kulcz. et Pawl. / Н. Д. Шанайда // Інтродукція і акліматизація рослин на Волино-Поділлі : матеріали Всеукр. наук. конф., (Тернопіль—Кременець, 16—18 чер. 1999 р.): матеріали конф. — Тернопіль: Вид-во ТНПУ ім. В. Гнатюка, 1999. — С. 151—157.

Висновки

На основі проведеного дослідження встановлено, що створенню Голицького біостаніонару передували глибокі флористичні, морфолого-систематичні, зоологічні дослідження флори і фауни Голицького ботанічного заказника, та його створення стало можливим за умови належної навчально-матеріальної бази для проведення навчальних практик студентів з ботаніки та зоології.

Двадцятирічний період функціонування Голицького біостаніонару університету як наукової бази для проведення наукових досліджень флори та фауни Голицького ботанічного заказника та навчальної бази для проведення навчальних практик студентів з ботаніки та зоології це — наочний приклад того, що створення належної науково-навчально-матеріальної бази Голицького біостаніонару університету дозволило проводити глибокі наукові дослідження, які завершилися підготовкою і публікацією монографій та науково-популярних видань, підготовкою і захистом дисертації, виконанням і захистом курсових, дипломних і магістерських робіт. Проведення навчальних практик з ботаніки та зоології на базі Голицького біостаніонару університету дозволило формувати у студентів хіміко-біологічного факультету міцні знання з циклу ботанічних і зоологічних навчальних дисциплін, що сприяло підготовці висококваліфікованих бакалаврів, спеціалістів і магістрів для середніх загальноосвітніх навчальних закладів, а також кадрів вищої кваліфікації з науковими ступенями та вченими званнями для науково-дослідних установ системи НАН, НАПН, НААН та вищих навчальних закладів України.

1. Барна М. М. Становлення і розвиток ботаніки на Тернопільщині (XIX – початок XXI ст.): монографія / М. М. Барна, Л. С. Барна. — Тернопіль: ТзОВ «Терно-граф», 2015. — 240 с.: кольор. іл.
2. Голицький ботаніко-ентомологічний заказник загальнодержавного значення: монографія / [М. М. Барна, Л. П. Царик, В. М. Черняк, С. В. Зелінка, Б. Р. Пилявський, М. В. Питуляк, С. С. Подобівський, Н. Д. Шанайда, М. І. Адамів]. — Тернопіль: Лілея, 1997. — 164 с.
3. Заверуха Б. В. Квітограйна Голиця / Б. В. Заверуха // Рідна природа. — 1988. — № 3. — С. 33—34.
4. Заверуха Б. В. Нові відомості про поширення реліктового виду *Coronilla coronata* L. на Поділлі / Б. В. Заверуха // Укр. ботан. журн. — 1982. — Т. XXXIX, № 2. — С. 81—85, 107.
5. Заверуха Б. В. Нові дані до хорологіїта фітоценотичної приуроченості рідкісного реліктового виду *Carlina onopordifolia* Bess. ex Szafer, Kulcz. et Pawl. / Б. В. Заверуха // Укр. ботан. журн. — 1981. — Т. XXXVIII, № 2. — С. 49—52, 57.
6. Заверуха Б. В. Флора Вольно-Подолли и её генезис: монографія / Б. В. Заверуха. — Киев: Наук. думка, 1985. — 192 с.
7. Онтогенез та вікова структура популяції *Dictamnus albus* L. в умовах Голицького ботаніко-ентомологічного заказника / Н. Д. Шанайда, С. В. Зелінка, М. М. Барна, В. М. Черняк, М. І. Шанайда // Наук. зап. Терноп. держ. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол. — 1998. — № 2 (4). — С. 26—30.
8. Феноритміка та насінна продуктивність *Dictamnus albus* L. в умовах Голицького ботаніко-ентомологічного заказника (Тернопільська область) / Н. Д. Шанайда, М. І. Адамів, С. В. Зелінка, В. М. Черняк // Наук. запис. Терноп. держ. пед. ун-ту. Сер. 4: Біологія. — 1997. — № 1. — С. 19 — 21.
9. Червона книга Української РСР (редкол. К. М. Ситник – відп. ред. та ін.). — К.: Наук. думка, 1980. — 504 с.
10. Червона книга України. Рослинний світ /; Редкол. Ю. Р. Шеляг-Сосонко (відп. ред.) та ін. — К.: «українська енциклопедія» ім. М.П. Бажана, 1996. — 608 с. : іл.
11. Червона книга України. Рослинний світ /; за ред. Я. П. Дідуха. — К.: Глобалконсалтинг, 2009. — 912 с.
12. Червонокнижні рослини Голицького ботанічного заказника та їх охорона / М. М. Барна, Л. С. Барна, Р. Л. Яворівський, Н. В. Герц, О. Б. Мацюк // Наук. запис. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. В. Гнатюка. Сер. Біологія. — 2014. — № 3 (60). — С. 16—30.

Н. Н. Барна, Л. С. Барна, С. В. Пыда, Н. М. Дробык, В. З. Курант, В. В. Грубинко
Тернопольский национальный педагогический университет имени Владимира Гнатюка

ГОЛИЦЬКИЙ БІОСТАЦІОНАР ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ПЕДАГОГІЧЕСЬКОГО УНІВЕРСИТЕТА ІМЕНІ ВЛАДИМИРА ГНАТЮКА: СОЗДАНИЕ, ФУНКЦІОНУВАННЯ, ПЕРСПЕКТИВИ (К 20-ЛІТТЮ ОСНОВАНИЯ)

В статье раскрыт вопрос относительно создания, функционирования и перспектив деятельности Голицького биостанционара Тернопольского национального педагогического университета имени Владимира Гнатюка. Значительное внимание уделено значению биостанционара в учебе и подготовке бакалавров, специалистов и магистров, а также роль

биостационара в выполнении и защите курсовых, дипломных и магистерских работ. Особенное внимание акцентировано на значении биостационара в организации и проведению научно-исследовательской работы студентов, магистрантов, аспирантов и профессорско-преподавательского состава кафедр факультета. Отмечается, что за 20-летний период функционирования биостационара на основании исследования геоморфологии, флоры и фауны Голицкого ботанического заказника было подготовлено и опубликовано коллективную монографию «Голицкий ботанико-энтомологический заказник общегосударственного значения [Н. Н. Барна, Л. П. Царик, В. М. Черняк, С. В. Зелинка, Б. Р. Пилявский, М. В. Питуляк, С. С. Подобивский, Н. Д. Шанайда М. И. Адамив]. — Тернополь: Лиля, 1997. — 164 с.; научно-популярное издание «Очерки истории химико-биологического факультета Тернопольского национального педагогического университета имени Владимира Гнатюка (1940-2010) / [Барна Н. Н., Курант В. З, Барна Л. С., Грубинко В. В., Грищук Б. Д., Кваша В. И., Степанюк А. В.]; под ред. Н. Н. Барны. — Тернополь: Учебники и пособия, 2010. — 308 с.: ил. — С. 42—49. Лаборатория биологии и экологии «Голицкий биостационар университета», а также выполнена и успешно защищена кандидатская диссертация Н. О. Лесовой на тему: «Экологическое состояние и охрана растительного покрова природно-заповедных территорий (Опольско-Кременецкий округ)» (научный руководитель профессор П. Д. Клоченко), подготовлено и защищено более двадцати дипломных и магистерских работ по тематике флоры и фауны Голицкого ботанического заказника и лаборатории биологии и экологии «Голицкий биостационар университета».

На 2015—2020 гг. на биостационаре сосредоточена работа над выполнением преподавателями кафедры ботаники и зоологии двух коллективных тем: «Растительные угруппирования Западной Подолии: морфолого-систематические, дендрологические, цитозембриологические, физиолого-биохимические, генетические, фитопатологические, экологические и исторические аспекты», № государственной регистрации 0116U002131. Руководитель темы — доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедры ботаники и зоологии С. В. Пыда, исполнители: доктор биологических наук, заслуженный деятель науки и техники Украины, профессор кафедры Н. Н. Барна, кандидат биологических наук, доцент кафедры А. Б. Конончук, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры М. А. Крижановская, кандидат биологических наук, преподаватель кафедры Н. В. Герц, кандидат биологических наук, ассистент кафедры О. Б. Мацюк, старший лаборант кафедры М. Я. Кравец. Зоологи сосредоточили свое внимание над выполнением коллективной темы «Исследования фауны Западной Подолии: биология, экология, генетика, эволюция, охрана, методические аспекты теории и практики обучения зоологии», № государственной регистрации 0116U002132. Руководитель темы — кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники и зоологии Л. Е. Шевчик, исполнители: кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры М. А. Крижановская, кандидат сельскохозяйственных наук, преподаватель кафедры Г. М. Голиней, старший лаборант кафедры М. Р. Чекан.

Кроме того, по результатам исследования флоры и фауны Голицкого государственного заказника подготовлено и опубликовано свыше 40 научных статей в специальных научных изданиях Украины: Украинский ботанический журнал, Научные записки Тернопольского национального педагогического университета имени Владимира Гнатюка. Серия: Биология, материалов и тезисов докладов на всеукраинских научных конференциях с международным участием, съездах научных обществ Украины, региональных научных конференциях, совещаниях, семинарах. В статье много внимания уделено использованию биостационара как научно-материальной базы для проведения разного ранга научных конференций, воспитательных мероприятий в процессе подготовки бакалавров, специалистов, магистров, аспирантов, в частности, проведения дня посвящения первокурсников химико-биологического факультета в студенты и др. мероприятия.

M. M. Barna, L. S. Barna, S. V. Pyda, N. M. Drobyk, V. Z. Kurant, V. V. Hrubinko
Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine

HOLYTSKYI BOTANY AND ENTOMOLOGY PRESERVE OF TERNOPIL NATIONAL
PEDAGOGICAL UNIVERSITY: HISTORICAL OUTLINE AND FUTURE PROSPECTS
(DEDICATED TO 40TH FOUNDATION ANNIVERSARY)

The article highlights the establishment, activities and prospective development of Holytskyi botany and entomology preserve of Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University. Considerable attention is paid to the important role of the preserve for the training of graduates qualifying as bachelors and masters, as well as its vital role as a facility for research studies of undergraduates and thesis works of both graduates and postgraduates.

It is noted that over the 20-year research studies of the geomorphology, flora and fauna of the Holytskyi Botanical Reserve, a collective monograph “Holytskyi Botany and Entomology Preserve of National Status” [M.M. Barna, L.P. Tsaryk, V.M. Cherniak, S.V. Zelinka, B.R. Pyliavskiy, M.V. Pytuliak, S.S. Podobivskiy, N.D. Shanaida, M.I. Adamiv]. — Ternopil: Lileia, 1997. — 164 p.; popular science edition “Historical Outline of Faculty of Chemistry and Biology of Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University (1940-2010) / [Barna M.M., Kurant V.Z., Barna L.S., Hrubinko V.V., Hryshchuk B. D., Kvasha V.I., Stepaniuk A.V.]; Ed. M. M. Barna. - Ternopil: “Textbooks and Manuals” Publishing House, 2010. - 308p. : ill. - P. 42-49) were published. Furthermore, laboratory of Biology and Ecology at “Holytskyi Botanical Reserve of the University” was founded and a thesis entitled “Ecological conditions and protection of vegetation cover of nature preserve lands (Opolsko-Kremenets district)” was defended by Lysova N.O., an assistant lecturer at the department of Ecology of Geographical Subjects and their Methodology, on November 25th, 2008 at the specialized academic council ref. D 26.371.01 in the Institute of Agroecology of the National Academy of Sciences of Ukraine (scientific supervisor: Professor P.D. Klochenko). It is worthy of notice that since its foundation over 20 graduate works were successfully defended featuring the flora and fauna of “Holytskyi Botanical Reserve of the University”.

Throughout 2015-2020 Holytskyi botany and entomology preserve serves as setting for research studies on the topic of “Vegetative Groupings of Western Podillia: morphological-systematic, dendrological, cytoembryological, physiological-biochemical, genetic, phytopathological, ecological and historical aspects” (state registration № 0116U002131) conducted by members of Department of Botany and Zoology. The work is supervised by S. Pyda, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Botany and Zoology and carried out by M.M. Barna, Doctor of Biological Sciences, Honored Worker of Science and Technology of Ukraine, Professor at the Department, A.B. Kononchuk, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor at the Department, M.A. Kryzhanovska, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor at the Department, N.V. Hertz, Candidate of Biological Sciences, assistant lecturer of the Department, O.B. Masiuk, Candidate of Biological Sciences, assistant of the Department, M.Ya. Kravets, senior laboratory assistant.

Zoologists have focused on the research work of “The fauna of Western Podillia: biology, ecology, genetics, evolution, preservation, methodical aspects of the theory and skills of teaching Zoology” (state registration № 0116U002132). The work is supervised by L.E. Shevchyk, Candidate of biological science, Associate Professor at the Department of Botany and Zoology and carried out by M.A. Kryzhanovska, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department, H.M. Holinei, candidate of Agricultural sciences, lecturer, M.R. Chekan, senior laboratory assistant of the department.

In addition, the results of the research of the flora and fauna of Holytskyi botany and entomology preserve were presented in numerous scientific publications of Ukraine: Ukrainian Botanical Journal, Scientific Notes of Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Series: Biology, materials and abstracts at all-Ukrainian scientific conferences, congresses of scientific societies of Ukraine, regional scientific conferences, meetings, seminars.

The article underlines a significant role of reserve as a venue for a variety of scientific conferences, educational events for the training of bachelors, masters and postgraduates, in particular, opening ceremonies for freshers at the Faculty of Chemistry and biology.

УДК 378.4.014.24:61(477.84)(485)

¹Л. Я. ФЕДОНЮК, ¹М. М. КОРДА, ²Л. Д. БАБАК, ¹С. С. НАКОНЕЧНА

¹ДВНЗ «Тернопільський державний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України»
(Тернопіль, Україна)

²Університет Упсали (Упсала, Швеція)

СТРАТЕГІЯ РОЗВИТКУ БАЛТІЙСЬКОЇ УНІВЕРСИТЕТСЬКОЇ ПРОГРАМИ В РАМКАХ КОНЦЕПЦІЇ СТАЛОГО РОЗВИТКУ В СПІВПРАЦІ З ТДМУ

На сучасному етапі розвитку світ переживає соціально-культурну катастрофу, пов'язану зі втратою єдиної загальної перспективи внаслідок загострення економічних, соціальних та екологічних проблем в глобальному масштабі. За умов глобалізації діяльність людей у тих життєво важливих аспектах, які визначені рівнем розвитку науки і техніки, повинна бути системно організованою, єдиною в масштабах усього людства. Тому сутність концепції сталого розвитку, що є основою становлення загальнонаукової парадигми економічного та матеріального зростання, становить інтерес для великого кола фахівців і сприяє їх співпраці для вивчення різних аспектів їх всесвітньої економічної, політичної та культурної інтеграції.

У публікації розкрито суть співпраці між Тернопільським державним медичним університетом (Україна) та Упсальським університетом (Швеція) в рамках розвитку балтійської університетської програми, яка фокусується на питаннях сталого розвитку, охорони навколишнього середовища, природних ресурсів, демократії та освіти для забезпечення сталого розвитку в регіоні Балтійського моря, та визначені можливі шляхи реалізації концепції проекту «Актуальні екогенетичні аспекти патології людини та тварин в умовах глобальної екологічної кризи».

Оскільки БУП позиціонує себе як осередок природничих наук, пріоритет тематичного напрямку ТДМУ спрямований на проведення фундаментальних і прикладних наукових досліджень, а також та виконання науково-експериментальних розробок у вивченні екогенетичних аспектів патології людини та тварин в умовах глобальної екологічної кризи. Реалізація проекту ТДМУ направлена на пошук шляхів вирішення проблем, що стосуються можливостей експериментальної біотехнології, генетичних і генно-інженерних методів із точки зору екології людини, а також на всебічне розкриття ролі рослинного та тваринного світів у житті сучасної людини в умовах загрози глобальних екологічних змін.

Змістом проекту передбачено три рівні його реалізації. Прямими цільовими групами програми є викладачі університетів, студенти та дослідники, в чому є значна стратегічна цінність у розвитку/розширенні співпраці з іншими зацікавленими сторонами - непрямими цільовими групами учасників, які включають фінансистів, місцеві органи влади, центральні державні установи, неурядові організації.

Реалізація проекту створить нову сильну міжнародну співпрацю між досвідченими дослідницькими групами з країн Балтійського регіону та України; інтеграція та інтердисциплінарність наукової співпраці забезпечить якнайкращий результат, що спрямований передусім на підвищення якості екологічної освіти країн Балтійського регіону, а також на зміцнення і розширення меж академічної співпраці та розвиток міжнародного науково-технічного співробітництва.

Ключові слова: Балтійська Університетська Програма, сталий розвиток, співпраця, Україна, Тернопільський державний медичний університет, Швеція, університет Упсали

Вступ. Розвиток багатьох країн все складніше уявити поза міжнародним контекстом. У XXI столітті глобалізація створила нові економічні, політичні, соціальні, інформаційні, технічні та екологічні реалії, які іншим чином трансформують буття людини [1, с. 25-27]. На сучасному етапі розвитку світ переживає соціально-культурну катастрофу, пов'язану зі втратою єдиної загальної перспективи внаслідок загострення економічних, соціальних та екологічних проблем в глобальному масштабі [2, с. 207]. За умов глобалізації діяльність людей у тих життєво важливих аспектах, які визначені рівнем розвитку науки і техніки, повинна бути системно організованою, єдиною в масштабах усього людства. Тому сутність концепції сталого розвитку, що є основою становлення загальнонаукової парадигми економічного та матеріального зростання, становить інтерес для великого кола фахівців і сприяє їх співпраці для вивчення різних аспектів їх всесвітньої економічної, політичної та культурної інтеграції [3, с. 14-15].

Головними завданнями та основними вимогами сталого розвитку, як було відзначено на Йоганнесбурзькому Саміті у 2002 році, є: викорінення бідності, зубожіння, зміна нестійких моделей виробництва та споживання, охорона та раціональне використання природо-ресурсної бази економічного та соціального розвитку [4, с. 9]. Суттєво важливе значення для сталого розвитку, зазначається в даному документі, має блага управління в межах кожної країни та на міжнародному рівні, а основу сталого розвитку на національному рівні складають екологічна, економічна та соціальна політика, демократичні інститути, що відповідають людським потребам, правопорядок, засоби по боротьбі з корупцією, забезпечення рівності між чоловіками та жінками та створення сприятливих умов для інвестицій [4, с. 10]. Для вирішення проблеми поєднання інтересів суспільства та природи у 1999 році за ініціативи Програми розвитку ООН та Агенції США започатковано Міжнародний проект «Програма сприяння сталому розвитку в Україні» [5].

Мета дослідження. Розкрити суть співпраці між Тернопільським державним медичним університетом (Україна) та Упсальським університетом (Швеція) в рамках розвитку балтійської університетської програми та визначити можливі шляхи реалізації концепції проекту «Актуальні екогенетичні аспекти патології людини та тварин в умовах глобальної екологічної кризи».

Результати досліджень та їх обговорення

Щодо концепції сталого розвитку, то її можна вважати однією з найбільш важливих парадигм кінця XX – початку XXI століття, яка орієнтована на стратегію розвитку людства, в основу якої покладений принцип sustainable development [3, с. 14]. Сталий розвиток - такий розвиток країн і регіонів, коли економічне зростання, матеріальне виробництво і споживання, а також інші види діяльності суспільства відбуваються в межах, які визначаються здатністю екосистем відновлюватися, поглинати забруднення і підтримувати життєдіяльність теперішніх та майбутніх поколінь [2, с. 208-209]. Сталий розвиток країни означає таке функціонування її народногосподарського комплексу, коли одночасно забезпечуються задоволення зростаючих матеріальних і духовних потреб населення, раціональне та екологічнобезпечне господарювання й високоефективне використання природних ресурсів, підтримання сприятливих для здоров'я людини природно-екологічних умов життєдіяльності, збереження, відтворення і примноження якості довкілля та природно-ресурсного потенціалу суспільного виробництва [6, с. 185].

Балтійська університетська Програма (БУП) якраз у своїй діяльності і фокусується на питаннях сталого розвитку, охорони навколишнього середовища, природних ресурсів, демократії та освіти для забезпечення сталого розвитку в регіоні Балтійського моря. БУП, заснована у 1992 році, включає 77 університетів-членів програми, налічує понад 230 навчальних закладів із 14 країн світу, включає відповідних транснаціональних, національних та регіональних представників із країн регіонів Балтійського моря.

Ідея стратегічного плану БУП на період 2017-2020 років полягає в тому, що 17 цілей сталого розвитку будуть стимулювати дії в межах країн, людей, їх партнерства, процвітання та миру. Цілі стосуються наступних тем: Бідність, Голод, Охорона здоров'я, Освіта,

Гендер/рівність, Вода/санітарія, Енергія, Робота, Зниження нерівності, Промисловість/інновації/інфраструктура, Міста/громади, Споживання/виробництво, Клімат, Життя в воді, Життя на Землі, Мир/Правосуддя, Партнерство. В Україні теж прийнято низку правових актів і стратегій інноваційного розвитку держави, спрямованих на перехід України до сталого розвитку [7, с. 36-38].

Учасником БУПу ДВНЗ «Тернопільський державний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України» (ТДМУ) є з 2016 року. Проект «Актуальні екогенетичні аспекти патології людини та тварин в умовах глобальної екологічної кризи», представлений ТДМУ, спрямований, передусім, на підвищення якості освіти та наукових досліджень у межах співпраці з партнерами в регіоні Балтійського моря.

Оскільки БУП позиціонує себе як осередок природничих наук, пріоритет тематичного напрямку ТДМУ спрямований на проведення фундаментальних і прикладних наукових досліджень, а також та виконання науково-експериментальних розробок у вивченні екогенетичних аспектів патології людини та тварин в умовах глобальної екологічної кризи. Реалізація проекту ТДМУ направлена на пошук шляхів вирішення проблем, що стосуються можливостей експериментальної біотехнології, генетичних і генно-інженерних методів із точки зору екології людини, а також на всебічне розкриття ролі рослинного та тваринного світів у житті сучасної людини в умовах загрози глобальних екологічних змін.

Змістом проекту передбачено три рівні його реалізації протягом 4-ох років. Метою 1-го року проекту «Експериментальна еволюція живих організмів як фактор екології людини» є проведення досліджень експериментальної біотехнології та генетичної інженерії з точки зору екології людини, оцінка можливостей використання генно-інженерних методів у галузі генетики людини. Метою 2-го року проекту «Рослинний світ і людина» є всебічне розкриття ролі рослин у житті сучасної людини. Метою 3-го року проекту «Людина як частина природи. Взаємозв'язок природи і людини» є пошук можливих шляхів вирішення проблем, що стосуються змін життєдіяльності організму під впливом факторів навколишнього середовища. Метою 4-го року проекту «Актуальні проблеми природозаповідних територій в умовах глобальних екологічних та соціальних змін у Європі і в Україні» є визначення головних способів збереження рослинного і тваринного світу в умовах загрози глобальних екологічних змін та визначення можливих шляхів вирішення цих проблем за допомогою розширення природозаповідних територій в Європі.

I рівень реалізації проекту на базі ТДМУ передбачає проведення інтернет-конференцій «Біогенетичні ресурси рослин України та країн Європи», «Трансгенні організми – загроза чи панацея», «Екологічні наслідки діяльності людини та сучасні можливості захисту біосфери», «Наукові пошуки раціонального природокористування у третьому тисячолітті».

II рівень реалізації проекту має на меті організацію наукових симпозіумів «Сучасні підходи до створення нових сортів і гібридів культурних рослин», «Вектори екології», «Антропогенний вплив на біосферу», «Природні екосистеми і виклики XXI століття», в рамках яких проведення тематичних семінарів: «Біотехнологія в рослинництві», «Гігієнічна оцінка ризику для здоров'я населення результату антропогенного впливу на довкілля», «Вплив екологічного стану довкілля на розвиток онкологічних захворювань», «Глобальне потепління і природні sukcesії екосистем» і круглих столів: «Україна і світ: актуальні проблеми життєдіяльності суспільства», «Рослинний світ як об'єкт охорони», «Екологічні наслідки Чорнобильської трагедії», «Збереження рослинного світу в умовах загрози глобальних екологічних змін».

III рівень реалізації проекту передбачає проведення наукових форумів для молодих науковців «Екологія мегаполіса», «Здорова молодь – здорова нація», «Розвиток сільського господарства: природозаповідні та природні екосистеми», «Радіаційне забруднення: тваринний та рослинний світ», а також проведення для студентів природничих лекторіїв: «Ризики вживання генетично модифікованих організмів», «Сучасні можливості захисту біосфери в контексті здоров'я людей», «Наслідки глобального потепління в розвитку природних екосистем», «Вирубування лісів і клімат».

Крім того, на всіх рівнях реалізації проекту передбачено проведення інтерактивних мастер-класів на кафедрах-учасниках проекту: «Зелені технології», «Засоби особистої профілактики при підвищеній радіаційній дії», «Гігієнічна оцінка ризику для здоров'я населення впливу довкілля», «Екологія життя. ГМО: шкода чи користь», щорічного еко-квесту «В гармонії з природою: довкілля та здоров'я», щорічного педагогічного тренінгу «Екологічне виховання молоді», щорічних наукових пікніків «Фундаментальні та прикладні дослідження в біології та екології» та екскурсій в природний заповідник «Медобори», Національний природний парк «Кременецькі гори», Дністровський каньйон, Ботанічний парк с. Касперівці, Кременецький ботанічний сад, Урочище «Глоди», Вишнівецький парк (пам'ятка садово-паркового мистецтва), Чорнобильська зона.

Прямими цільовими групами програми є викладачі університетів, студенти та дослідники, в чому є значна майбутня стратегічна цінність у розвитку/розширенні співпраці з іншими зацікавленими сторонами - непрямими цільовими групами учасників, які включають фінансистів, місцеві органи влади, центральні державні установи, неурядові організації.

Спільними цілями та заходами, спрямованими на викладачів є: організація наукових форумів на регулярній основі; організація спільних заходів із участю викладачів і студентів університетів, що сприяють міждисциплінарній роботі; читання лекцій/дистанційних лекцій, регулярно запрошуючи колег Балтійської Університетської програми до курсів, які пропонуються учасникам університетів у Програмі; розробка нових шляхів доступу до останніх нових розробок у дослідженнях з метою поєднання освіти та досліджень.

Цілями та заходами, спрямованими на студентів, є: включення студентів у підготовку та проведення наукових форумів і навчальних програм; підтримка діяльності студентів, таких як літні школи, програми для проектів Erasmus та інші. Цілями та заходами, спрямованими на дослідників, є: створення потужних дослідницьких кооперативів / груп / консорціумів; розробка заходів, які підтримують дослідників у міждисциплінарних дослідженнях країн регіону Балтійського моря, а також розповсюдження інформації про наявні національні програми в цих країнах; підтримка дослідників з наданням грантів та партнерських проектів; розробка бази даних експертів / дослідників / дослідницьких проектів у межах Програми для підтримки дослідників у пошуку нових партнерських зв'язків, партнерів, а також створення галузевих осередків для тематичних областей.

Цілі та заходи спрямовані на зацікавлених сторін у суспільстві – це співпраця з державними органами та неурядовими організаціями щодо реалізації цілей сталого розвитку в регіоні країн Балтійського моря.

Балтійська Університетська Програма діє через освіту, дослідження та співпрацю з іншими учасниками, а також через заохочення інформацією широкого загалу суспільства.

Втіленням проекту «Актуальні екогенетичні аспекти патології людини та тварин в умовах глобальної екологічної кризи» є проведення на базі ДВНЗ «Тернопільський державний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України» всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю «Актуальні проблеми довкілля та здоров'я людини в умовах екологічних і соціальних змін у Європі та в Україні», яка присвячена 115 –й річниці з дня народження першого завідувача кафедри медичної біології І. І. Яременка.

Висновки

Демократичний, мирний та стабільний розвиток країн балтійського регіону досягається шляхом розробки наукових і навчальних проектів у співпраці з органами влади, муніципалітетами та іншими навчально-науковими установами. Реалізація БУП-проекту створить нову сильну міжнародну співпрацю між досвідченими дослідницькими групами з країн Балтійського регіону та України; інтеграція та інтердисциплінарність наукової співпраці забезпечить якнайкращий результат, що спрямований передусім на підвищення якості екологічної освіти країн Балтійського регіону, а також на зміцнення і розширення меж академічної співпраці та розвиток міжнародного науково-технічного співробітництва.

1. *Экономическая* глобализация и кризис мирового хозяйственного порядка Грани глобализации: Трудные вопросы современного развития / О. Богомолов, А. Некипелов, М. С. Горбачев и др. — М.: Альпина Паблишер, 2003. — 592 с.
2. *Вергун А. М.* Концепція сталого розвитку в умовах глобалізації / А. М. Вергун, І. О. Тарасенко // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. — 2014. — № 2. — С. 207—218.
3. *Демченко Н. В.* Концепція сталого розвитку в дзеркалі глобалізації / Н. В. Демченко // Економічний аналіз. — 2012. — Вип. 11, частина 1. — С. 14—16.
4. *Йоханнесбургский* саммит 2002 г. Резолюция 2. План выполнения решений всемирной встречи на высшем уровне по устойчивому развитию [Электронный ресурс] // Режим доступа: http://www.un.org/russian/conferen/wssd/docs/plan_wssg.pdf.
5. *Сприяння* сталому розвитку в Україні / Міжнародний проект за ініціативи Програми розвитку Організації Об'єднаних Націй та Агенції США з міжнародного розвитку // [Електронний ресурс] / Режим доступа: <http://www.undpsust.kiev.ua/>.
6. *Деркач М. І.* Концепт сталого розвитку як домінуюча ідеологія людської цивілізації у ХХІ ст. // Вісник Дніпропетровського університету. Серія: Економіка. — 2009, Вип. 3. — № 1. — С. 185—191.
7. *Трегобчук В. В.* Концепція сталого розвитку для України: (формування екологічнобезпечної економіки, ресурсо-екологічних і природоохоронних проблем) // Вісник Національної академії наук України. — 2002. — № 2. — С. 31—40.

Л. Я. Федонюк, М. М. Корда, Л. Д. Бабак, С. С. Наконечна

Тернопольский государственный медицинский университет имени И. Я. Горбачевского МОЗ Украины
Университет Упсали, Упсала, Швеция

СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ БАЛТИЙСКОЙ УНИВЕРСИТЕТСКОЙ ПРОГРАММЫ В РАМКАХ КОНЦЕПЦИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ В СОТРУДНИЧЕСТВЕ С ТГМУ

На современном этапе развития мир переживает социально-культурную катастрофу, связанную с потерей единой общей перспективы вследствие обострения экономических, социальных и экологических проблем в глобальном масштабе. В условиях глобализации деятельность людей в тех жизненно важных аспектах, которые определены уровнем развития науки и техники, должна быть системно организованной, единственной в масштабах всего человечества. Поэтому сущность концепции устойчивого развития является основой становления общенаучной парадигмы экономического и материального роста, представляет интерес для большого круга специалистов и способствует их сотрудничеству для изучения различных аспектов их всемирной экономической, политической и культурной интеграции.

В публикации раскрыта суть сотрудничества между Тернопольским государственным медицинским университетом (Украина) и Упсальским университетом (Швеция) в рамках развития Балтийской Университетской Программы, которая фокусируется на вопросах устойчивого развития, охраны окружающей среды, природных ресурсов, демократии и образования для обеспечения устойчивого развития в регионе Балтийского моря, и определены возможные пути реализации концепции проекта «Актуальные экогенетические аспекты патологии человека и животных в условиях глобального экологического кризиса».

Поскольку БУП позиционирует себя как центр естественных наук, приоритет тематического направления ТГМУ направлен на проведение фундаментальных и прикладных научных исследований, а также на выполнение научно-экспериментальных разработок в изучении экогенетических аспектов патологии человека и животных в условиях глобального экологического кризиса. Реализация проекта на базе ТГМУ направлена на поиск путей решения проблем, касающихся возможностей экспериментальной биотехнологии, генетических и генно-инженерных методов с точки зрения экологии человека, а также на всестороннее раскрытие роли растительного и животного миров в жизни современного человека в условиях угрозы глобальных экологических изменений.

Содержанием проекта предусмотрено три уровня его реализации. Прямыми целевыми группами программы являются преподаватели университетов, студенты и исследователи, в чем и заключается значительная будущая стратегическая ценность в развитии / расширении сотрудничества с другими заинтересованными сторонами - косвенными целевыми группами участников, которые включают финансистов, местные органы власти, центральные государственные учреждения, неправительственные организации.

Реализация проекта создаст новое сильное международное сотрудничество между опытными исследовательскими группами из стран Балтийского региона и Украины; интеграция и интердисциплинарность научного сотрудничества обеспечит наилучший результат, направленный прежде всего на повышение качества экологического образования стран Балтийского региона, а также на укрепление и расширение границ академического сотрудничества и развитие международного научно-технического сотрудничества.

Ключевые слова: Балтийская Университетская Программа, устойчивое развитие, сотрудничество, Украина, Тернопольский государственный медицинский университет, Швеция, университет Упсалы

L. Y. Fedonyuk, M. M. Korda, L. D. Babak, S. S. Nakonechna

I. Horbachevsky Ternopil State Medical University, Ukraine

Uppsala Universitet, Uppsala, Sweden

STRATEGY FOR THE DEVELOPMENT OF THE BALTIC UNIVERSITY PROGRAM IN THE CONTEXT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN COOPERATION WITH TSMU

At the modern stage of development, the world experiences a socio-cultural catastrophe that is connected with a loss of the only general perspective as a result of aggravation of economic, social and environmental problems in a global scale. Due to the conditions of globalization, the activities of people in those vitally important aspects, which are determined by the level of development of science and technology, should to be systematically organized and the only one on the scale of all humanity. That is why the essence of the concept of sustainable development that is the basis for the formation of a general scientific paradigm of economical and material growing, it has an interest to a large range of professionals and promotes their collaboration to study the various aspects of their worldwide economical, political and cultural integration.

The publication reveals the essence of cooperation between the Ternopil State Medical University (Ukraine) and Uppsala University (Sweden) within the framework of the development of the Baltic University Program, which is focused on the questions of sustainable development, environmental protection, natural resources, democracy and education to ensure sustainable development in the Baltic Sea region, and possible ways of realization of the project concept «Actual ecogenetic aspects of human and animal pathology in conditions of the global environmental crisis» are determined.

Such as BUP positions itself as the center of natural sciences, the priority of the thematic direction of TSMU is directed on the conducting of fundamental and applied scientific researches, and also on the implementation of scientific and experimental developments in study of ecogenetic aspects of human and animal pathology in conditions of the global environmental crisis. The realization of TSMU project is directed on searching of ways of choosing problems that are related with the possibilities of experimental biotechnology, genetic and genetic engineering methods from the point of view of human ecology, and also on a comprehensive disclosure of the role of plant and animal worlds for modern human life in the faces of a threat of global ecological changes.

The content of the project envisages three levels of its implementation during 4 years. The direct target groups of the program are university teachers, students and researchers, that is significant strategic value in the development / expansion of cooperation with other interested parties – indirect target groups of participants, which include financiers, local authorities, central government institutions, non-governmental organizations.

The realization of project will create a new strong international cooperation between experienced research groups from the Baltic region and Ukraine; the integration and interdisciplinary of scientific collaboration will provide the best possible result that is directed first of all on improving the quality of environmental education in the Baltic region, and also on strengthening and expanding the boundaries of academic cooperation and the development of international scientific and technical cooperation.

Key words: Baltic University Programme, sustainable development, cooperation, Ukraine, Ternopil State Medical University, Sweden, Uppsala University

ІСТОРІЯ НАУКИ. ПЕРСОНАЛІЇ

УДК: 58(092) (477) Попович

¹Б. Є. ЯКУБЕНКО, ¹І. П. ГРИГОРЮК, ¹П. І. ЛАКИДА,

²П. М. УСТИМЕНКО, ³М. М. БАРНА

¹Національний університет біоресурсів і природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15, Київ, 03041

²Інститут ботаніки імені М. Г. Холодного НАН України
вул. Терещинківська, 2, Київ, 01601

³Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка
вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027

ПОПОВИЧ СЕРГІЙ ЮРІЙОВИЧ — ВІДОМИЙ УКРАЇНСЬКИЙ ВЧЕНИЙ–БОТАНІК, ДЕНДРОЛОГ, ГЕОСОЗОЛОГ І ПЕДАГОГ (до 60 – річчя з нагоди дня народження)



ПРОФЕСОР СЕРГІЙ ЮРІЙОВИЧ ПОПОВИЧ

**Людину можна розпізнати за
оточенням, у якому вона
обертається.**

Джонатан Свіфт

28 лютого 2018 року виповнилося 60 років від дня народження і 35 років виробничої, науково-дослідної, навчально-педагогічної, суспільно-корисної і громадської діяльності відомого українського вченого-ботаніка, дендролога, геозолога і педагога, доктора біологічних наук, професора, завідувача кафедри декоративного садівництва та фітодизайну Національного університету біоресурсів і природокористування України Сергія Юрійовича Поповича.

Основні напрямки наукових досліджень С. Ю. Поповича — ботаніка, декоративне садівництво, фітодизайн, екологія рослин, геосозологія, педагогіка вищої школи, історія освіти і науки.

Наукові і педагогічні досягнення професора С. Ю. Поповича — 205 наукових праць, з яких 20 монографій, один підручник, п'ять навчальних посібників, 15 брошур, 22 навчально-методичні розробки, з них, 16 статей у географічній та екологічній енциклопедіях України, 63 науково-популярні праці, у тому числі книжка «Озер вода жива». У 22 публікаціях мова йде про його добре ім'я. Разом з колегою Г. В. Парчуком і відомим режисером Вадимом Каstellі знято науково-популярний фільм «Полісся – екологія краси».

Особливо широкою популярністю серед студентів, аспірантів і викладачів користаються навчальні праці ювіляра зі співавторами: підручник «Геоботаніка», навчальні посібники: «Геоботаніка: тлумачний словник», «Геоботаніка: методичні аспекти досліджень», «Заповідне лісознавство», «Заповідне паркознавство», конспект лекцій й лабораторний практикум з основ екології та охорони природи.

Ключові слова: ботаніка, декоративне садівництво, фітодизайн, екологія рослин, геосозологія, педагогіка вищої школи, історія науки та освіти

Сергій Юрійович Попович народився 28 лютого 1958 року в мальовничому селі Негровець Міжгірського району Закарпатської області в сільській працьовитій родині Поповичів. Після закінчення середньої школи у 1975 р. він вступив на біологічний факультет Ужгородського державного університету, де спеціалізувався на кафедрі ботаніки. За роки навчання в університеті очолював факультетський кореспондентський пункт, студентське наукове товариство і відвідував факультатив журналістики. С. Ю. Попович закінчив університет у 1980 р. за спеціальністю «біологія» з присвоєнням кваліфікації біолог-викладач біології та хімії. З серпня цього ж року розпочався його виробничий стаж на посаді вчителя біології Новоселицької середньої школи Міжгірського району Закарпатської області.

У 1980 році Сергій Юрійович Попович вступає до аспірантури відділу геоботаніки та палеоботаніки Інституту ботаніки імені М. Г. Холодного АН УРСР. Роки навчання в аспірантурі це наполегливі й активні дослідження за темою кандидатської дисертації «Екзогенні зміни рослинного покриву Поліського державного заповідника і шляхи його оптимізації».

У 1983 р. успішно закінчив аспірантуру і одночасно захистив дисертаційну роботу на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук за спеціальністю «ботаніка» на засіданні спеціалізованої вченої ради в Центральному республіканському ботанічному саду АН УРСР (м. Київ). З 1983 по 1994 рр. працював на посадах молодшого, наукового та старшого наукового співробітника Інституту ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України.

З 1994 р. С. Ю. Поповича запрошено на роботу в систему Міністерства охорони навколишнього природного середовища України, де він працював у Державній екологічній інспекції, Головному управлінні національних природних парків і заповідної справи, Державній службі заповідної справи, очолював відділ з питань науки та екологічної освіти.

У 1998 р. Сергій Юрійович захистив першу на тоді в новітньому контексті дисертаційну роботу на тему «Созологічний аналіз лісової рослинності України (теоретичні засади, методологія, прикладні аспекти)» на здобуття наукового ступеня доктора біологічних наук за спеціальністю «ботаніка» на засіданні спеціалізованої вченої ради в Нікітському ботанічному саду УААН (м. Ялта). Його науковим консультантом був знаний у світі геоботанік, доктор біологічних наук, професор, академік НАН України, завідувач відділу геоботаніки та палеоботаніки Інституту ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України Ю. Р. Шеляг-Сосонко, який і визначив його науковий шлях та сприяв становленню як ученого.

З 2001 р. за сумісництвом, а через рік його запрошено працювати в Національний аграрний університет Кабінету Міністрів України, де він обіймав посади професора кафедри дендрології та лісової селекції (2001–2003 рр.) та її завідувача (2003–2005 рр.), завідувача кафедри декоративного садівництва та фітодизайну (з 2005 р. і донині), за сумісництвом директора навчально-наукового центру декоративного садівництва та ландшафтної архітектури (2003–2005 рр.).

У 2007 р. С. Ю. Поповичу присвоєно вчене звання професора, тоді ж він опублікував перший навчальний посібник «Природно-заповідна справа», який нині лідирує у рейтингу його праць. У Національному університеті біоресурсів і природокористування України Сергій Юрійович у різний час професійно викладав такі навчальні дисципліни: основи еко-логії та охорони природи, рекультивация порушених ландшафтів, дендрологія, природно-заповідна справа, фітоценологія, заповідне лісознавство, заповідне паркознавство студентам освітніх ступенів «бакалавр», «спеціаліст» і «магістр», аспірантам, а також слухачам Інституту підвищення кваліфікації.

Професор С. Ю. Попович розробив дві магістерські програми: «Природно-заповідна справа» в обсязі навчальної спеціальності «Лісове господарство» та «Природоохоронне паркознавство» в обсязі навчальної спеціальності «Садово-паркове господарство», став ініціатором започаткування магістерської програми дослідницького спрямування «Фітодизайнологія». Він проявив ініціативу й обґрунтував необхідність поновлення навчальної і відкриття наукової спеціальності «Природно-заповідна справа». Отже, за свій пройдений з честю життєвий шлях він оволодів професійною науковою, управлінською та викладацькою справами, що засвідчує про високий рівень підготовки його учнів.

С. Ю. Попович призначався експертом Міністерства освіти і науки України з ліцензування й акредитації спеціальностей «Екологія» та «Садово-паркове господарство» у вищих навчальних закладах. Останні два роки виконує обов'язки голови екзаменаційної комісії в Сумському національному аграрному університеті, а в НУБіП України упродовж багатьох років є членом екзаменаційної комісії зі спеціальності «Садово-паркове господарство».

Ювіляр відомий у науці як експерт, на рахунок якого близько десяти проектів від органів державної влади, який опонував 21 кандидатську і 5 докторських дисертацій, прорецензував 51 книжку та брошуру.

Сергій Юрійович талановитий організатор науки й обдарований педагог, лекції якого відзначаються змістовністю, насичені новітніми досягненнями науки і живим викладом матеріалу. Під його науковим керівництвом підготовлено ціле сузір'я висококваліфікованих фахівців нової генерації для потреб лісового і садово-паркового господарства України, 41 бакалавра, 11 спеціалістів, 33 магістрів та 5 кандидатів біологічних наук.

С. Ю. Попович – автор і співавтор 205 наукових праць, з яких 20 монографій і 15 брошур, 22 навчально-методичні розробки, з них один підручник, п'ять навчальних посібників, 16 статей у географічній та екологічній енциклопедіях України, 63 науково-популярні праці, у тому числі книжка «Озер вода жива». У 22 публікаціях мова йде про його добре ім'я. Разом з колегою Г. В. Парчуком і відомим режисером Вадимом Каstellі знято науково-популярний фільм «Полісся – екологія краси». Особливо широкою популярністю серед студентів, аспірантів і викладачів користуються навчальні праці ювіляра зі співавторами: підручник «Геоботаніка», навчальні посібники – «Геоботаніка: тлумачний словник», «Геоботаніка: методичні аспекти досліджень», «Заповідне лісознавство», «Заповідне паркознавство», конспект лекцій й лабораторний практикум з основ екології та охорони природи.

Професор С. Ю. Попович постійно піклується щодо актуальності і престижності наукових й освітніх напрямів з ботаніки, екології та охорони природи. Ми знаємо його як наполегливого, працелюбного і знаного вченого з притаманними йому постійним прагненням діяльності, невичерпним запасом енергії та творчих задумів. Знання і набутий науковий досвід він по крупинці передає молоді, підтримує її творчу ініціативу. Заслужують на повагу прекрасні людські і професійні якості Сергія Юрійовича як високий професіоналізм, ерудиція, сприйняття нового, принциповість, вимогливість, скромність й доброзичливість, вірність служіння Україні, науці та освіті. Ювіляр закоханий у природу, надзвичайно любить чарівні

українські пісні і вишиті рушники, мандрувати по заповідних місцям України, який сповнений творчих сил і задумів, новаторських ідей та планів.

За значні особисті досягнення в галузі науки і освіти Сергія Юрійовича Поповича нагороджено Почесними грамотами Верховної Ради України, Кабінету Міністрів України, Міністерства екології і природних ресурсів України.

Ось такий він – професор Сергій Юрійович Попович – ботанік, дендролог, фітосозолог серцем і розумом, педагог талантом і глибиною душі. Господь Бог подарував йому безцінний дар – талант, який він упродовж свого життя зумів яскраво розкрити і щедро дарувати його плоди оточуючим. Ми безмежно вдячні долі за те, що на нашому життєвому шляху вона звела нас з Сергієм Юрійовичем Поповичом – Людиною з великої літери, якого ми вважаємо своїм науковим колегою не лише в аспекті наукового пошуку, але і в плані людяності, доброзичливості, професійності та порядності. Сповнений життєвої енергії, завзятості до кожної справи, що випадала на його життєвій дорозі, Сергій Юрійович повсякденно ділиться своїми науковими надбаннями із колегами, молодими науковцями, студентами.

Сердечно вітаємо Сергія Юрійовича зі славним Ювілеєм, бажаємо йому міцного здоров'я, нескінченної життєвої енергії, довголіття, щастя родині, здійснення творчих задумів на благо народу України.

І на завершення зазначимо: Допоки в науці будуть такі самовіддані їй вчені та патріоти свого народу, яким є і назавжди залишаться в пам'яті своїх колег, друзів і учнів Сергій Юрійович Попович, українська наука розвиватиметься успішно.

Нехай зерна праці і таланту надають Вам сили, злету, збагачують духовно та зміцнюють фізично на многії й благії літа!

Б. Е. Якубенко, И. А. Григорюк, П. И. Лакида, П. М. Устименко, Н. Н. Барна

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины

Институт ботаники имени Н. Г. Холодного НАН Украины

Тернопольский национальный педагогический университет имени Владимира Гнатюка

**ПОПОВИЧ СЕРГЕЙ ЮРЬЕВИЧ — ИЗВЕСТНЫЙ УКРАИНСКИЙ УЧЕНЫЙ–БОТАНИК,
ДЕНДРОЛОГ, ГЕОСОЗОЛОГ И ПЕДАГОГ (к 60–летию со дня рождения)**

28 февраля 2018 года исполнилось 60 лет со дня рождения и 35 лет производственной, научно-исследовательской, учебно-педагогической и общественной деятельности известного украинского ученого-ботаника, дендролога, геозолога и педагога, доктора биологических наук, профессора, заведующего кафедры декоративного садоводства и фитодизайна Национального университета биоресурсов и природопользования Украины Сергея Юрьевича Поповича.

Основные направления научных исследований С. Ю. Поповича — ботаника, декоративное садоводство, фитодизайн, экология растений, геосозология, педагогика высшего образования, история просвещения и науки.

Научные и педагогические достижения профессора С. Ю. Поповича — 205 научных работ, из них 20 монографий, один учебник, пять учебных пособий, 15 брошюр, 22 учебно-методические разработки, из них, 16 статей в географической и экологической энциклопедиях Украины, 63 научно-популярные работы, в том числе книга «Озер вода жива». У 22 публикациях речь идет о его добром имени. Вместе с коллегой Г. В. Парчуком и известным режиссёром Вадимом Каstellи снято научно-популярный фильм «Полесье – экология красы».

Особенно широкой известностью среди студентов, аспирантов и преподавателей пользуются учебные работы юбиляра в соавторстве: учебник «Геоботаника», учебные пособия «Геоботаника: толковый словарь», «Геоботаника: методические аспекты исследований» «Заповедное лесоведение», «Заповедное парковедение», конспект лекций и лабораторный практикум с основ экологии и охраны природы.

Профессор С. Ю. Попович постоянно повышает научные направления с ботаники, экологии и охраны природы. За значительные достижения в области науки и образования Сергея Юрьевича Поповича награждено Почетными грамотами Верховной Рады Украины, Кабинета Министров Украины, Министерства экологии и естественных ресурсов Украины.

Искренне поздравляем Сергея Юрьевича со славным Юилеем, желаем ему крепкого здоровья, жизненной энергии, долголетия, счастья, осуществления творческих планов на благо развития ботанической науки и народа Украины.

B. Ye. Yakubenko, I. A. Hryhoriuk, P. I. Lakyda, P. M. Ustylenko, M. M. Barna

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

M.G. Kholodny Institute of Botany of NAS of Ukraine

Ternopil Volodymyr Hnatiuk Natinal Pedagogical University, Ukraine

**SERHII YURIIOVYCH POPOVYCH, A RENOWNED UKRAINIAN BOTANIST,
DENDROLOGIST, GEOSOOLOGIST AND EDUCATIONALIST (ON THE OCCASION
OF HIS 60TH BIRTHDAY)**

February 28th, 2018 marks the 60th birthday and 35 years of scientific, research, educational and public activities of S.Yu. Popovych, famous Ukrainian botanist, dendrologist, geosozologist and teacher, doctor of biological sciences, professor, head of the Department of Decorative Horticulture and Phytodesign of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine.

The main areas of research of S. Popovych cover botany, decorative gardening, phytodesign, plant ecology, geosozology, higher education pedagogy, the history of education and science.

The scientific and pedagogical achievements of Professor S. Yu. Popovych comprise 205 research papers, including 20 monographs, 1 coursebook, 5 teaching aids, 15 brochures, 22 teaching resources, 16 articles in Ukrainian encyclopedias of ecology and environment, 63 popular science works, including the book “Aqua Vitae of Lakes”. In collaboration with his colleague H. V. Parchuk and famous film director Vadym Kastelli he released a documentary “Polissia: Ecology of Beauty”.

S. Yu. Popovych is particularly known for his coursebook “Geobotany”, a set of textbooks “Geobotany: Glossary”, “Geobotany: research tools and methods”, “Reserve Forest Studies”, “reserve Park Studies”, lecture notes and laboratory works on ecology and nature protection.

Professor S. Yu. Popovych continues to contribute to domains of botany, ecology and nature protection. For significant achievements in the field of science and education, he was awarded Honorary Diplomas of the Verkhovna Rada of Ukraine, the Cabinet of Ministers of Ukraine, the Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine.

We extend our sincere congratulations to Serhii Yuriiovych on his 60th Birthday and wish him to stay healthy, strong and zealous to implement all his ideas for the benefit of science and Ukrainian people.

УДК 579(477) (092) Ситник

С. І. КЛИМНЮК, Н. Я. КРАВЕЦЬ, Л. Б. РОМАНЮК, В. П. БОРАК

ДВНЗ «Тернопільський державний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України»
вул. Ю. Словацького, 2, Тернопіль, 46001

ІВАН ОЛЕКСАНДРОВИЧ СИТНИК - ВЧЕНИЙ-МІКРОБІОЛОГ, ПЕДАГОГ



ПРОФЕСОР ІВАН ОЛЕКСАНДРОВИЧ СИТНИК

В вересні 2017р. виповнилося 90 років від дня народження – вченого-мікробіолога, доктора медичних наук, професора Івана Олександровича Ситника. Завдяки дослідження якого в галузі медичної мікробіології було встановлено роль лейкоцидинів у механізмі розвитку багатьох інфекційних захворювань, спосіб виготовлення протигангренозних сироваток, досліджено мікрофлору людини в нормі та патології, запропоновано спосіб діагностики інфекцій жовчно видільних шляхів, досліджено особливості стафілококових інфекцій.

За роки праці проф. І.О. Ситника написано понад 200 наукових робіт, у тому числі монографії, отримав 6 патентів, два з них впроваджено у виробництво. Завдяки науковим розробкам Івана Олександровича з проблем екології в Україні виникла ціла школа мікробіологів, яка вивчала формування і роль мікрофлори шкіри людини. Впродовж п'яти років І.О. Ситник з колективом кафедри вивчав особливості дії високовольтних електричних розрядів на різні види бактерій та грибів, це послужило основою для написання монографії. Значна кількість праць Івана Олександровича та його учнів присвячена утворенню та впливу різних типів токсинів та ферментів стафілококів різного походження на клітини макроорганізму, також дію антибіотиків, жовчі та жовчних кислот на стафілококи.

Ключові слова: мікробіологія, мікрофлора шкіри людини, Ситник І.О., стафілококові інфекції

У вересні 2017р. виповнилося 90 років від дня народження – вченого-мікробіолога, доктора медичних наук, професора, члена редакційних колегій журналів, члена Європейського товариства з хіміотерапії інфекційних хвороб Івана Олександровича Ситника. Завдяки дослідженням якого в галузі медичної мікробіології було встановлено роль лейкоцидинів у механізмі розвитку багатьох інфекційних захворювань, розроблено спосіб виготовлення протигангренозних сироваток, досліджено мікрофлору людини в нормі та патології, запропоновано спосіб діагностики інфекцій жовчовивідних шляхів, досліджено особливості стафілококових інфекцій людини.

Народився Іван Олександрович Ситник 7 вересня 1927 року у с. Росішки Петропавлівського району, нині Дніпропетровської області в селянській родині.

Раннє дитинство позначене голодомором 1932-1933рр., але завдяки батькові, котрий був мисливцем, сім'я врятувалася: в степу водилися зайці і за здані в «Союзпушнину» заячі шкірки батькові давали манку, цукор [1]. Початкову школу відвідував у своєму селі, а неповну середню – за сім кілометрів, у сусідньому селі Лозове. З початком війни 1941-1945рр. в школі занять не було. Середню школу закінчував (із золотою медаллю) у райцентрі Петропавлівка. Жив у родичів, а в суботу долав уже 22 кілометри, щоб відвідати рідних. Найулюбленишим шкільним предметом була література, особливо поезія. Дуже любив поеми Тараса Шевченка «Катерина», «Гайдамаки», «Сон». Ці твори, і багато інших, знав напам'ять. У нього була своя методика як вивчення поезій, так і засвоєння цікавих висловів, цитат, афоризмів. Випишував вірші у зошит, а в суботу йшов пішки додому навпростець через поля, луки, вздовж річки Самара, вивчав напам'ять весь тижневий доробок. Учителі радили вступати на філологічний, але в 9 класі прочитав книгу «Цитадель» Олександра Кроніна він заявив: буду лікарем. Вибрав Одеський медичний інститут.

Перші півроку навчання у виші далися нелегко, адже предмети викладали не українською – на лекціях звучала незвична для вуха російська термінологія. Записався також на вечірні курси англійської мови (у школі вивчав німецьку, яку не любив). Медичні дисципліни давалися йому легко. З великим інтересом слухав юнак лекції академіків В.П. Філатова, Г.І. Маркелова, М.О. Ясиновського та багатьох відомих професорів. Було в кого навчитися лекторської майстерності.. Під впливом праць професора М.І. Райського керівництвом на останньому курсі обрав спеціалізацію «судова медицина». Одеський медичний інститут закінчив з відзнакою у 1954 році.

Серед 32 випускників-відмінників Вчена рада інституту рекомендувала його для навчання в аспірантурі. Із переліку запропонованих дисциплін обрав мікробіологію й упродовж трьох років вивчав основи бактеріології, вірусології, під керівництвом професора С.М. Мінервіна підготував кандидатську дисертацію на тему: «Дія токсинів основних збудників газової гангрені на фагоцитарну активність лейкоцитів і гістіоцитів», яку успішно захистив у 1958 р.

17 липня 1957 року І.О. Ситник був скерований МОЗ УРСР на посаду асистента кафедри мікробіології Тернопільського медичного інституту. Відтак Іван Олександрович працює в інституті асистентом (1957-1962 рр.), доцентом (1962-1963 рр.), завідувачем кафедри мікробіології, вірусології та імунології (1963-1994 рр.), проректором з наукової роботи (1965-1995 рр.), професором кафедри мікробіології, вірусології та імунології (1995 – 2011 рр.).

Після успішного захисту кандидатської він продовжує вивчати особливості дії токсинів аеробних та анаеробних мікроорганізмів, розробляє експрес-метод лабораторної діагностики анаеробної інфекції і спосіб виготовлення протигангренозних сироваток, пише докторську дисертацію «Бактерійні лейкотоксини» (1968), яка стала помітним явищем у науковому світі. Рекомендації цих розробок впроваджені в Інституті мікробіології ім. М.Ф. Гамалії при виробництві антигангренозних сироваток. І.О. Ситник цікавиться проблемою стафілококових інфекцій, яка і досі викликає інтерес у науковому світі. Більшість праць Івана Олександровича та його учнів присвячені утворенню та впливу різних типів токсинів та ферментів стафілококів різного походження на клітини людського організму, також дію антибіотиків, жовчі та жовчних кислот на стафілококи. Завдяки успішній розробці цього наукового напрямку

виконано 2 докторських і 8 кандидатських дисертацій, запропоновано, захищений авторським свідоцтвом, спосіб діагностики інфікування жовчовивідних шляхів.

Впродовж п'яти років І.О. Ситник з колективом кафедри вивчав особливості дії високовольтних електричних розрядів на різні види бактерій та грибів. Завдяки результатам дослідження, було встановлено оптимальні параметри дії електрогідролітичної установки на кормові дріжджі, що призводило до їх руйнування та смерті. Власне ці дослідження послужили основою для написання монографії «Дія електрогідролітичного ефекту на мікроорганізми» (1982р.).

Завдяки науковим розробкам Івана Олександровича з проблем екології в Україні виникла ціла школа мікробіологів, котрі вивчали формування і роль мікрофлори шкіри людини. Результати представлено у 2 докторських («Мікроценоз шкіри молочних залоз і його біологічна корекція», «Мікробна екологія шкіри в різні вікові періоди») і 10 кандидатських дисертацій, підготовлено 4 патенти, 3 методичних рекомендації, запропоновані еубіотики для корекції змінених мікробіоценозів. Впродовж останніх 20 років роботи у цьому напрямку описані оптимальні біоценотичні особливості мікрофлори шкіри, представленої – *S. epidermidis*, *C. afermentans* і *M. luteus*, *P. acne*. Створено алгоритм для оцінки стану мікробіоценозу шкіри.

Всього за роки роботи проф. І.О. Ситником написано понад 200 наукових праць (як одноосібно, так і у співавторстві), у тому числі монографії, отримав 6 патентів, два з яких впроваджено у виробництво.

Особливого інтересу заслуговує його педагогічна праця. Іван Олександрович понад усе любив читати лекції з мікробіології, вірусології та імунології. Педагог глибоко переконаний, що лекція має бути своєрідним мірилом, вершиною, найважчою і разом з тим найважливішою частиною педагогічної діяльності викладача вищої школи. Він досі зберігає рукописні тексти лекцій, які щорічно редагував, доповнював новими морфологічними даними щодо будови бактерій та вірусів, особливостей викликаних ними захворювань і новітні методи їх лабораторної діагностики.

Залюбки, творчо й натхненно проводив і практичні заняття. За всі роки йому випало навчати тисячі й тисячі студентів. Багато нинішніх професорів, доцентів, викладачів ТДМУ – це його колишні учні. Разом із ними написав підручник «Мікробіологія, вірусологія, імунологія» (1998р.) котрий без змін був перевиданий у 2009 р. та навчальний посібник «Практична мікробіологія» (2004р.). Вперше в Україні І.О.Ситник і колектив кафедри підготували мультимедійний компакт-диск «Мікробіологія, вірусологія, імунологія». Це була спроба авторів заповнити інформаційний вакуум з відповідних дисциплін.

Професор Ситник І.О. є енергійною та багатогранною людиною. Він брав активну участь у громадському і науковому житті був заступником головного редактора журналу «Інфекційні хвороби», працював членом редакційної ради «Мікробіологічного журналу» (1967-2003 рр.), неодноразово обирався членом правління наукової спілки епідеміологів, мікробіологів і паразитологів ім. Д. К. Заболотного, головою Тернопільського філіалу Українського наукового товариства мікробіологів. Працював головою методичної комісії по створенню англomовних методичних матеріалів для студентів.

За сумлінну наукову й педагогічну діяльність І.О. Ситника було нагороджено медаллю «За трудову доблесть» (1970), Почесною грамотою Президії Верховної ради УРСР (1979) та Почесною грамотою Кабінету міністрів України (2007).

Колектив кафедри та співробітники університету бажають ювіляру міцного здоров'я, щастя, довголіття. Нехай завжди, Вас супроводжує щаслива зоря удачі, Боже благословення, а у Вашому домі панують любов, злагода та добробут на многая і благая літ!

С. І. Климнюк, Н. Я. Кравець, Л. Б. Романюк, В. П. Борак

ДВНЗ «Тернопольский государственный медицинский университет имени И. Я. Горбачевского
МОЗ Украины»

ИВАН АЛЕКСАНДРОВИЧ СИТНИК - УЧЕНЫЙ-МИКРОБИОЛОГ, ПЕДАГОГ

В сентябре 2017г. исполнилось 90 лет со дня рождения - ученого-микробиолога, доктора медицинских наук, профессора Ивана Александровича Сытника. Благодаря исследованиям, которого в области медицинской микробиологии была установлено роль лейкоцидинов в механизме развития многих инфекционных заболеваний, способ изготовления противогангренозных сывороток, исследовано микрофлору человека в норме и патологии, предложен способ диагностики инфекций желчно выделительных путей, исследованы особенности стафилококковых инфекций.

За годы работы проф. И.А. Ситника написано более 200 научных работ, в том числе монография, получил 6 патентов, два из них внедрены в производство. Благодаря научным разработкам Ивана Александровича по проблемам экологии в Украине возникла целая школа микробиологов, которая изучала формирования и роль микрофлоры кожи человека. В течение пяти лет И.А. Сытник с коллективом кафедры изучал особенности действия высоковольтных электрических разрядов на различные виды бактерий и грибов, это послужило основой для написания монографии. Значительное количество работ Ивана Александровича и его учеников посвящена образованию и влияния различных типов токсинов и ферментов стафилококков различного происхождения на клетки макроорганизма, также действие антибиотиков, желчи и желчных кислот на стафилококки.

Ключевые слова: микробиология, микрофлора кожи человека, Сытник И.А., стафилококковые инфекции

S. I. Klymnyuk, N. Ya. Kravets, L. B. Romanyuk, V. P. Borak

HorbachevskyTernopil State Medical University, Ukraine

IVAN ALEKSANDROVICH SITNIK - MICROBIOLOGICAL SCIENTIST, EDUCATIONALIST

September 7, 2017 g. marks the 90th birth anniversary of a scientist-microbiologist, doctor of medical sciences, professor Ivan Aleksandrovich Sytnik. Thanks to research in the field of medical microbiology, the role of leucocidin in the mechanism of the development of many infectious diseases was established, the method of producing anti-gangrenous sera, the human microflora was normal and pathology, a method for diagnosing infections of biliary tract was suggested, and the features of staphylococcal infections were investigated.

Over the years, Prof.. I.A. Sitnik wrote more than 200 scientific works, a monograph, received six patents, two of them were introduced into production. Thanks to the scientific developments of Ivan Aleksandrovich, a whole school of microbiologists has emerged in Ukraine, which studied the formation and role of the microflora of human skin. Within five years, IA Sytnik with the staff of the department studied the features of the action of high-voltage electric discharges on various types of bacteria and fungi, this served as the basis for writing a monograph. A significant number of works by Ivan Aleksandrovich and his students are devoted to the formation and influence of various types of toxins and enzymes of staphylococci of various origin on macroorganism cells, as well as the action of antibiotics, bile and bile acids on staphylococci.

Key words: microbiology, human skin microflora, Sytnik IA, staphylococcal infections

УДК 58(092) Чопик

О. К. ГАЛАГАН, І. М. МИХАЛЮК, О. І. ДУХ

Кременецька обласна гуманітарно-педагогічна академія імені Тараса Шевченка
вул. Лицейна, 1, Кременець, Тернопільська обл., Україна, 47003

КРЕМЕНЕЦЬКИЙ ПЕРІОД У ЖИТТІ В.І. ЧОПИКА

Висвітлено життєвий шлях і наукову спадщину Володимира Івановича Чопика – українського ботаніка, фітогеографа, еколога, фітосозолога, професора Київського національного університету ім. Тараса Шевченка, доктора біологічних наук, академіка Академії наук вищої школи України.

Особлива увага звернута на останні роки його життя і діяльності в Кременці, на посаді завідувача кафедри екології та фізіології рослин Кременецького обласного гуманітарно-педагогічного інституту ім. Тараса Шевченка (сьогодні академії). Представлено світлини експозиції у його іменній аудиторії.

Ключові слова: В.І. Чопик, вчений, Кременець, спадщина

"У нас абсолютно нема правильного проектування себе в оточенні дійсності і в історії. У нас нема справжнього почуття гідності, і поняття особистої свободи існує у нас, як щось індивідуально-анархістичне...
Ми — вічні парубки. А Україна — наша вічна вдова".
Улюблений уривок Володимира Івановича із «Щоденника Довженка».

Чопик Володимир Іванович був видатним українським ботаніком, екологом, фітогеографом, фітосозологом, професором Київського національного університету, доктором біологічних наук, академіком Академії наук вищої школи України (див. фото 1).

Умовно його життя ми розділили на три періоди: Закарпатський (1929 - 1954), Київський період (1955 - 2007) і Кременецький (2007 - 2015).

Народився 4 червня 1929 року в с. Теремля Тячівського району Закарпатської області. Закінчивши середню школу, вступив на біологічний факультет Ужгородського університету, спеціалізуючись на кафедрі ботаніки. Навчався в аспірантурі при Інституті ботаніки АН УРСР, після закінчення якої захистив кандидатську (1958), а згодом у 1973 р. – докторську дисертацію [3].

Працював старшим науковим співробітником Центрального ботанічного саду АН України, з 1969 р. – старшим науковим співробітником, завідувачем відділу вищих рослин, заступником директора з науки Інституту ботаніки Академії наук України. З 1975 р. виконував обов'язки завідувача кафедри вищих рослин, декана біологічного факультету, професора кафедри ботаніки у Київському національному університеті ім. Тараса Шевченка.

Кременецький період (2007 - 2015)

У 2007 році Кременецький обласний гуманітарно-педагогічний інститут імені Тараса Шевченка проводив «Бессерівські читання» на яких виступав з доповіддю Володимир Іванович Чопик. Після конференції ректор вузу, Афанасій Миколайович Ломакович, запросив його очолити кафедру екології та фізіології рослин біологічного факультету.

Останні дев'ять років, з 2007 року Володимир Іванович працював завідувачем кафедри екології та фізіології рослин Кременецького гуманітарно-педагогічного інституту ім. Тараса Шевченка (сьогодні академії).

За цей час він зробив значний внесок у цей заклад. Під його керівництвом була відкрита магістратура із спеціальності Біологія, захищено дві кандидатські дисертації (Галаган О.К., Михалюк І.М.), проведена Всеукраїнська конференція з міжнародною участю «Бессерівські студії» у 2014 році. Він заснував науково-дослідну лабораторію «Екологічний моніторинг та експериментальна біологія» і започаткував Гербарій рослин Західного Поділля.

Зі слів дочки, знаємо, що він дуже любив бувати у Кременці. Тут він відпочивав після метушливої столиці, часто порівнював його із маленькими європейськими містечками – тихими, гарними, із багатою історією. В Кременці любив гуляти по вечірньому місту, часто відвідував ринок, де купував їжу для бездомних собак. Любив спокій і тишу.

Для нього було знаковим, що він працював в Києві і Кременці на посаді завідувача кафедрою ботаніки, як і Віллібальд Бессер свого часу.

У 2015 році Володимир Івановичу вдалося завершити і видати фундаментальну працю "Флора Українських Карпат" у співавторстві із Миколою Федорончуком, д.б.н. Інституту ботаніки ім. М.Г.Холодного НАН України, у тернопільському видавництві „Терно-граф”.

Це праця всього його життя, адже карпатську флору він вивчав впродовж усього свого життя. Саме він запропонував змінити назву «Радянські Карпати» на «Українські Карпати» ще у 1957 році. Його кандидатська і докторська дисертації присвячені вивченню флори Українських Карпат. В.І. Чопик видав монографію «Високогірська флора Українських Карпат» та "Визначник рослин Українських Карпат". У Ботанічному саду Академії наук він завершував будівництво ботаніко-географічної ділянки "Карпати". Усі згадані праці й лягли в основу його останньої фундаментальної роботи [1].

Щодо результатів досліджень флори Поділля, вони висвітлені у наукових працях у співавторстві із його аспірантами, а саме: Мшанецькою Наталією Володимирівною – флора Малого Полісся, Галаган Оксаною Костянтинівною – антропогенна трансформація м. Кременця та його околиць, Михалюк Ілоною Михайлівною – вища водна флора Північного Поділля.

В.І. Чопик був автором понад 200 наукових праць, серед яких 16 монографій, навчальних посібників, наукових довідників, опублікованих в Москві, Ленінграді, Англії, Фінляндії, Болгарії, Словаччині.

Ним підготовлено 3 доктори наук і 19 кандидатів наук, а загальний стаж науково-педагогічної роботи становить 60 років.

Володимир Іванович нагороджений численними нагородами і відзнаками за особисті досягнення у розвитку науки і освіти в Україні.

Він був відомий не лише на теренах нашого краю, цілої України, але й за її межами. З 1972 року В.І. Чопик був включений до складу авторського колективу фітохорологів СРСР, який разом з науковцями 36 європейських країн, розпочав реалізацію багатотомного пан'європейського видання „Атласу флори Європи”. І до останку представляв Україну в якості члена Головної редколегії цього видання та був співавтором всіх 16-ти томів. Зараз всі томи знаходяться в Кременці в іменній аудиторії імені проф. В.І. Чопика.

Лекції Володимира Івановича відзначалися змістовністю, живим і дотепним викладом матеріалу. В фундаментальну класичну основу курсу систематики рослин на лекції вміло включав найсвіжіші наукові дані і чисто систематичні чи фітосозологічні дисципліни сприймалися життєвими, функціональними й актуальними структурами.

На державних іспитах завжди приймав сторону студента, якщо комісія вагалася між оцінками, він ставив вищу оцінку – на користь студента.

Він був взірцем справжнього професора: розумний, виважений, толерантний, вихований, спокійний, акуратний, інтелігентний, привітний.

Немов, щось передчуваючи, у жовтні, під час святкування Урочистої Академії, з нагоди 210-ліття заснування Волинської гімназії, він, несподівано для всіх, захотів зробити фотосесію зі своїми колегами. Раніше він завжди уникав лишньої уваги до своєї персони (див. фото 1).

Останній рік Володимир Іванович погано себе почував. Він переніс операцію на очах, у нього погіршилася пам'ять, кілька разів лежав у лікарні після інсульту.

Помер Володимир Іванович 4 грудня 2015 року у Києві, ймовірно від хронічної ішемічної хвороби серця, на 87-році життя.

Після смерті В.І. Чопика, його дочка подарувала нашому навчальному закладу батькову бібліотеку, дипломи, медалі та нагороди. Відзначаючи роковини в академії відкрили іменну аудиторію імені професора В.І. Чопика на базі кабінету ботаніки, де зберігається частина книг та особисті речі вченого (див. фото 2).

Дарча література нараховує 325 примірників, серед яких багато праць українських вчених, зокрема присвячених охороні природи, авторефератів, журналів. Збереглася дипломна робота В.І. Чопика присвячена грибковим хворобам хлібних злаків Закарпатської області (1953).

Цінними є праці чеських авторів (Dostal, 1982, Hejny, 1988), польських (Pawlowski, 1956, Madalski, 1968), угорських (Rezso 1964-1970), німецьких ботаніків (Rothmaler, 1976, Militzer, 1956, Weymar, 1959-1961), видання «Atlas Florae Europaeae» (2004, 2010) тощо.

В експозиції представлені медалі ветерана війни, лауреата премії імені Тараса Шевченка Київського університету імені Тараса Шевченка, відзнака 1986 року «Відмінник народної освіти України», нагорода Ярослава Мудрого та Святого Володимира (див. фото 3).

Серед документів є диплом біолога-ботаніка Ужгородського університету (1953), диплом кандидата наук (1958), атестат старшого наукового співробітника (1963), диплом доктора наук (1975), атестат професора (1980) та диплом академіка АН ВШ України (1993).

У музеї є його улюблена вишиванка. Він мав кілька вишитих сорочок, але носив лише одну. Він почував себе справжнім патріотом України, якому була не байдужа її доля. Він пильно стежив за політичними подіями в нашій країні, читав газету «Україна молода», брав участь в «Помаранчевій революції» та «Революції гідності». Його улюбленим твором був уривок із щоденника Олександра Довженка, який є епіграфом до цієї статті. Із захопленням і трепетом слухав українські пісні.

У студентських масах боровся за чистоту української мови. Його багатобарвна вишукана українська мова завжди викликала захоплення в студентів та аспірантів, які відвідували його лекції. Його обізнаність в різних сферах української культури завжди викликала повагу і підвищувала його авторитет серед студентів як викладача вищої школи. В.І. Чопик став взірцем педагога для всіх його студентів та аспірантів.

На його робочому столі в рамці стояв гербарій едельвейсу, який він привіз із Карпат. Це була його улюблена квітка і візитівка його праць. Він був чимось схожим на цю рослину, яка зростає високо в горах, де дмуть сильні вітри і має унікальне зірчасте суцвіття. Він також народився в горах, був фізично витривалий, мав гострий розум та далекоглядні погляди.

Настільною книгою професора була праця Плутарха «Життя славетних людей». Найбільшим здобутком у власному житті вважав збереження людської гідності. Він говорив: «Життя – це не ті дні, що минули, а ті, що запам'яталися» [2].

Земний шлях В.І. Чопика завершився, але його думки, погляди залишилися у книгах, статтях, монографіях. Його ідеї будуть розвивати учні, послідовники. Як кажуть: «Бібліотека – це те місце, де мертві відкривають очі живим», так надіємося, що його праці будуть затребувані у книгозбірнях і займуть достойне місце серед інших наукових праць, а його ідеї надихатимуть тих науковців, які ще й не з'явилися на світ.

На обличчі Володимира Івановича завжди була скромна посмішка... Таким він нам запам'ятався і такого його ми будемо згадувати.

1. *Внесок відомого закарпатця В.І. Чопика у вивчення флори Українських Карпат* / [Галаган О.К., Галаган І.М., Михалюк І.М., Антончук О.В.] // Актуальні питання досліджень рослинного світу Карпат: ретроспектива та сучасність. Збірник тез Міжнародної наукової конференції (Ужгород, 8-9 грудня 2016 р. — Ужгород: Вид-во УжНУ «Говерла», 2016. — С. 19—20.
2. *Галаган О. К.* Володимир Іванович Чопик (з нагоди 80-річчя) / Галаган О. К. — Кременець, 2010. — 40 с.
3. *Григорюк І.П.* Професор Володимир Іванович Чопик – знаковий український вчений-ботанік, педагог / І.П. Григорюк, Б.Є. Якубенко, М.Д. Мельничук // Біоресурси і природокористування. — Т. 2, № 1-2. — 2010. — С. 185—188.



Фото 1. В.І. Чопик (2015 рік)



Фото 2. Частина бібліотеки та особисті речі В.І. Чопика в його іменній аудиторії.



Фото 3. Вишиванка, дипломи, грамоти, медалі та світлини В.І. Чопика.

О. К. Галаган, І. М. Михалюк, О. І. Дух

Кременецкая областная гуманитарно-педагогическая академия имени Тараса Шевченко

КРЕМЕНЕЦКИЙ ПЕРИОД В ЖИЗНИ В.И. ЧОПИКА

Описаны жизненный путь и научное наследие Владимира Ивановича Чопика – украинского ботаника, фитогеографа, эколога, фитосозолога, профессора Киевского национального университета им. Тараса Шевченко, доктора биологических наук, академика Академии наук высшей школы Украины. Особое внимание обращено на последние годы его жизни и деятельности в Кременце, на должности заведующего кафедрой экологии и физиологии

растений Кременецкого областного гуманитарно-педагогического института им. Тараса Шевченко (сегодня академии). Представлены фотографии экспозиции в его именной аудитории.

Ключевые слова: В.И. Чопик, ученый, Кременец, наследие

O. K. Halahan, I. M. Mykhalyuk, O. I. Dukh

Kremenets Regional Humanitarian and Pedagogical Academy named after Taras Shevchenko, Ukraine

KREMENETS PERIOD IN THE LIFE OF V.I. CHOPYK

The life path and scientific heritage of Volodymyr Ivanovich Chopyk - the Ukrainian botanist, phytogeographer, ecologist, phyto-sosologist, the professor of the Kyiv National University named after Taras Shevchenko, the Doctor of Biological Sciences, the Academician of the Academy of Sciences of the Higher School of Ukraine was described.

Conditionally we have divided his life into three periods: Zakarpattia (1929 - 1954), Kyiv (1955-2007) and Kremenets periods (2007-2015).

Special attention was paid to the last years of his life and activities in Kremenets, as the head of the Department of Ecology and Plant Physiology at the Kremenets Regional Humanitarian and Pedagogical Institute named after Taras Shevchenko (today Academy).

During this time he made a significant contribution to this institution. Under his leadership, the magistracy of the specialty Biology was opened, two Candidate's dissertations were protected (Halahan O.K., Mykhalyuk I.M.), all-Ukrainian conference with international participation "Besser Studies" was held in 2014. He established a research laboratory "Environmental monitoring and experimental biology" and launched the Plant Herbarium of Western Podillia.

It was significant that he worked in Kyiv and Kremets as the head of the Department of Botany, as Willibald Besser on his time.

In 2015 Volodymyr Ivanovych managed to complete and publish the fundamental work "The Flora of Ukrainian Carpathians" - the work of all his life, as he studied the Carpathian flora throughout his life.

It was he who proposed to change the name "Soviet Carpathians" to "Ukrainian Carpathians" in 1957. His candidate's and doctoral dissertations are devoted to the study of the flora of the Ukrainian Carpathians.

Volodymyr Ivanovych died on December 4, 2015 in Kyiv, probably from chronic coronary heart disease, at the age of 87years old.

After the death of V.I. Chopyk, his daughter has presented to our institute a father's library, diplomas, medals and awards. Celebrating the anniversary in the academy the nominee audience named after Professor V.I. Chopyk was opened on the base of the cabinet of botany, where a part of the books and personal things of the scientist are kept.

The presented literature has 325 copies, among them are many works of the Ukrainian scientists, devoted to the protection of nature, Author's abstracts, journals. The graduate work of V.I. Chopyk that was devoted to fungal diseases of cereals of Zakarpattia region has been preserved (1953).

The exhibition demonstrates the medals of the veteran of war, the Laureate of the Taras Shevchenko Prize of the Taras Shevchenko Kyiv University, the award in 1986 "An excellent student of public education of Ukraine", the award of Yaroslav the Wise and St. Volodymyr (see photo 3).

Among the documents there is a diploma of Botanist biologist of the Uzhhorod University (1953), a Candidate of Sciences degree (1958), a senior research associate degree (1963), a Doctor of Sciences degree (1975), a professor's degree (1980) and a diploma of academician of the Academy of Sciences of the Ukrainian Academy of Sciences (1993).

His favorite embroidery and heraldry edelweiss, that was his favorite flower and a visiting card of his works, are kept in the museum.

The article presents the photographs of the exposition from his nominee audience.

Key words: V.I. Chopyk, scientist, Kremenets, heritage

УДК 50(091)+378.124:631(477) Синільник

О. Б. КОНОНЧУК

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка
вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027

СИНІЛЬНИК АНДРІЙ ДМИТРОВИЧ – ВІДОМИЙ ВЧЕНИЙ І ПЕДАГОГ

(до 90-річчя з дня народження)



Охарактеризовані основні напрямки діяльності Андрія Дмитровича Синільника: викладацький, науковий, виховний та суспільний. Описані його особистісні якості як викладача, агронома-науковця, популяризатора сільськогосподарської науки, наставника який прищеплює любов до навчання і праці на землі.

Андрій Дмитрович Синільник (11.12.1927) — кандидат сільськогосподарських наук, доцент, відомий вчений-агроном, який стоїть біля витоків становлення інтенсивних технологій вирощування гороху посівного, цукрових буряків і редьки олійної та ролі сірки у формуванні урожаю рослин в умовах достатнього зволоження. За 62-річну трудову діяльність, 32 роки Андрій Дмитрович присвятив викладацькій роботі у Тернопільському національному педагогічному університеті імені Володимира Гнатюка.

Ключові слова: Андрій Дмитрович Синільник, наука, навчання, агрономія, популяризатор агрономічних знань

Андрій Дмитрович Синільник народився 11 грудня 1927 року в с. Згурівка Яготинського району Київської області. Батько Синільник Дмитро Петрович, 1905 р. н., працював у колгоспі і на цукровому заводі. Мати Синільник (Жук) Анастасія Трохимівна, 1906 р. н., все життя працювала у колгоспі.

Батьки з дитинства прищепили любов до сільськогосподарської праці. Під час голодомору, в неповні 6 років, Андрій пас свою і сусідів корови за що отримував харчі. Це дозволило вижити всій сім'ї. У ці важкі часи батько із рідними розпочав будівництво хати, яке вимагало важкої фізичної праці, адже доводилося здалека підвозити візком глину для виготовлення цегли. З 1939 р. 11-річний Андрій пішов на роботу до колгоспу, тому що батьки не могли прогодувати сім'ю на зароблені трудовні. У колгоспі старався потрапити до роботи з кіньми, адже вмів віртуозно керувати ними і навіть їздив галопом на них стоячи в повний зріст. У ці важкі часи Андрій ходив до школи, навчання в якій було перервано Другою світовою війною.

У 1947 р. А. Д. Синільник закінчив середню школу і за власним вибором вступив на перший курс агрономічного факультету Київського сільськогосподарського інституту (нині Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ), який закінчив у 1952 р. отримавши диплом вченого-агронома. Навчання давалось легко, адже з дитинства любив належно працювати. Під час навчання великий вплив на становлення світогляду студента А. Д. Синільника мали колеги студенти-фронтвики.

Після закінчення інституту, Андрій Дмитрович з травня до листопада 1952 р. працював агрономом-ентомологом Заболотівської машинно-тракторної станції (МТС) Станіславської (тепер Івано-Франківської) області.

У грудні 1952 р. був переведений на посаду головного агронома Чернелицької МТС у с. Семаківці Чернелицького (тепер Городенківського) району Івано-Франківської області.

У листопаді 1954 р. переїжджає у м. Тальне Черкаської області, де стає викладачем рослинництва Тальнівського сільськогосподарського технікуму. У ньому навчає учнів до серпня 1959 р., до часу перепрофілювання закладу на зоотехнічний напрям.

Андрій Дмитрович має військове звання лейтенанта військово-повітряних сил, яке йому було присвоєно після завершення передпідготовчих курсів штурманів військової авіації.

Працюючи на Черкащині, одружився із Синільник (Гнатій) Марією Герасимівною уродженкою Драбівського району Черкаської області. Марія Герасимівна все життя працювала вчителем. За довгі роки подружнього життя Синільники виростили і виховали дочку Людмилу і сина Анатолія.

З вересня 1959 р. А. Д. Синільник стає викладачем «Землеробства і кормовиробництва» Млинівського зооветтехнікуму Рівненської області. Керівництво навчального закладу характеризує Андрія Дмитровича, як старанного, працюючого викладача, що сумлінно ставиться до роботи, бере активну участь у громадському житті технікуму. Як педагог, користується великим авторитетом серед викладачів та учнів. Навчальний предмет знає, систематично працює над підвищенням своєї кваліфікації. Своїм викладанням зацікавив учнів, читаючи уроки на високому педагогічному, науковому і методичному рівні й очолюючи агрономічний гурток. Крім того, група, де класним керівником А. Д. Синільник, завжди займає перші місця.

Під час роботи у технікумі все більше захоплювався наукою, зокрема проводив польові і виробничі дослідження з горохом та іншими сільськогосподарськими культурами, що і спонукало в 1962 р. вступити до аспірантури. Навчався заочно на кафедрі рослинництва Української ордену Трудового Червоного прапора сільськогосподарської академії (нині Національний університет біоресурсів і природокористування України), яку достроково завершив у 1965 р.

6 червня 1966 р., будучи викладачем Млинівського технікуму, захистив кандидатську дисертацію «Способи посіву, норми висіву, строки збирання гороху в умовах достатнього зволоження УРСР» під керівництвом проф. Миколи Гавриловича Городнього. Тема дослідження привнесла вагомий вклад у розвиток технології вирощування гороху посівного, як дуже важливої зернобобової культури України. До захисту дисертації мав 4 публікації та подав до друку ще дві статті.

20 березня 1967 р. А. Д. Синільник пройшов за конкурсом і став працювати старшим викладачем кафедри основ сільськогосподарського виробництва Кременецького державного педагогічного інституту.

У той час на кафедрі працювали Пономаренко М. В. (завідувач), Заїчко В. П., Федоренко Г. М., Ювженко О. К. та ін., які позитивно відгукувались про роботу Андрія Дмитровича, що читав лекції, проводив лабораторно-практичні і польові заняття, керував науково-дослідним гуртком, був академприкріпленим — куратором студентської групи. Поза інститутом читав лекції у школах м. Кременця і колгоспах Кременецького району. Не полишав і наукових досліджень, зосередивши свою увагу на «Впливі доз повного мінерального добрива на врожай цукрових буряків». Досліди проводив не тільки на полях інституту, а й землях, після перебазування навчального закладу в Тернопіль, учнівської виробничої бригади Великоглибочецької середньої школи, колгоспах Тернопільського району.

Після дворічного виконання обов'язків доцента із 1 вересня 1968 р., Андрій Дмитрович, отримав звання доцента кафедри основ сільськогосподарського виробництва (рослинництво) з відповідним дипломом від 6 травня 1970 р. 10 вересня того ж року був затверджений доцентом кафедри основ сільськогосподарського виробництва Тернопільського державного педагогічного інституту на якій пропрацював до 6 липня 1976 р.

З липня 1976 р. до 25 червня 1982 р., у зв'язку з реорганізацією підрозділів інституту, стає доцентом кафедри ботаніки. У червні 1982 р. був переведений на посаду доцента створеної кафедри основ сільськогосподарського виробництва і методики викладання природничих дисциплін, яка проіснувала до 1 жовтня 1987 р., після чого її працівників було переведено до інших підрозділів.

Андрій Дмитрович із жовтня 1987 р. знову обіймає посаду доцента кафедри ботаніки на якій пропрацював до 5 липня 1999 р.

Пізніше А. Д. Синільник продовжив викладацьку роботу до 2008 р. у Бережанському агротехнічному інституті (м. Бережани).

Під час роботи у м. Кременці і м. Тернополі Андрій Дмитрович Синільник читав лекції і проводив лабораторно-практичні заняття та навчальну практику для студентів денної і заочної форм навчання з курсів «Рослинництво», «Основи сільськогосподарського виробництва», а пізніше «Основи сільського господарства». Читав курс «Економіка сільськогосподарського виробництва» на факультеті загальнотехнічних дисциплін (тепер інженерно-педагогічний факультет ТНПУ).

Навчальний матеріал у всі роки викладання доповнював новими даними вітчизняної і зарубіжної сільськогосподарської науки, місцевими матеріалами — даними обласного управління сільського господарства і продовольства, наукових установ області, передових господарств тощо. Майже до всіх лекційних і лабораторних занять було складено методичні розробки. З 1979 р. для оцінювання знань студентів склав і використовував тести із тем «Зернові і зернобобові культури», «Коренебульбоплоди», «Олійні, прядивні і багаторічні трави». Було виготовлено стенди, зокрема «Рослинництво», «Овочівництво», «Плодівництво», «Насіння сільськогосподарських культур» та ін.

У період 1976-1980 рр. Андрій Дмитрович працював над науковою темою «Вплив рівня сірчаного живлення на врожай цукрових буряків». У дослідях вивчав 5 різних норм внесення сірки на фоні повного мінерального добрива на продуктивність культури в ґрунтово-кліматичних умовах агробіостанції інституту (тепер агробіологічна лабораторія ТНПУ). За результатами дослідів опублікував 10 статей. Щорічно доповідав дані експериментів на наукових конференціях. Крім власних досліджень, Андрій Дмитрович керував роботою студентської науково-дослідної групи, яка у середньому включала 7-12 учасників, які щорічно виступали на наукових зібраннях.

У 1982-1985 рр. вивчав «Вплив повного мінерального добрива і сірки на врожай і якість зеленої маси редьки олійної». Досліди проводили на території агробіостанції інституту, колгоспах Тернопільського району. Було встановлено, що на фоні повного мінерального добрива N120 P90 K90, найефективнішою дозою внесення сірки під редьку олійну в місцевих ґрунтових умовах є 60 кг/га, яка дозволяє підвищити не тільки врожайність культури, а й

кормову цінність зеленої маси, зокрема відмічено значне зростання протеїнів. Таким чином, було доведено, що сірка, поряд із такими макроелементами, як азот, фосфор і калій, є необхідним і незамінним елементом живлення рослин у зоні достатнього зволоження західної частини України.

З 1986 р. започаткував наукові дослідження із «Вивчення густоти рослин цукрових буряків при різних строках формування на урожай».

Крім виконання викладацьких обов'язків та проведення наукових досліджень, Андрій Дмитрович постійно займався суспільною роботою. Так, у 1970 р. виконував обов'язки голови профбюро природничого факультету, із 1971 р. очолював і був заступником бюро первинної організації товариства «Знання» в інституті, у 1972 р. — головою Державної екзаменаційної комісії. Як член бюро науково-методичної ради із сільськогосподарської пропаганди обласної організації товариства «Знання», постійно виступав із лекціями і доповідями перед населенням міста й області, слухачами Інституту вдосконалення вчителів, учнями шкіл, училищ і технікумів регіону, працівниками сільськогосподарських підприємств, спеціалістами районних управлінь сільського господарства. Завжди надавав допомогу вчителям шкіл з організації польових і овочевих сівозмін, ведення науково-дослідної роботи, підбору культур і насіння для пришкольніх ділянок, обладнання кабінетів біології тощо. Наприклад, зазначена допомога була надана Баурівській школі Тернопільського району, Дедеркальській і Соснівській школам Шумського району, Колодненській школі Збараського району, Хоростківській школі № 2 Гусятинського району та ін.

Андрій Дмитрович протягом багатьох років восени виїжджав у колгоспи України із студентськими сільськогосподарськими загонами на збирання урожаю. За результатами роботи, серед подібних загонів, завжди займав провідні місця, завдяки вмілій організації роботи та належній дисципліні.

А. Д. Синільник і сьогодні активний пропагандист агрономічних знань, зокрема екологічних методів ведення землеробства, про що і розповідає із екранів місцевого телебачення, гучномовців радіо та зі сторінок преси.

За багаторічну сумлінну працю Андрій Дмитрович Синільник у 1986 р. був нагороджений медаллю «Ветеран праці».

Андрій Дмитрович досяг значних результатів у науковому пошуку та зробив вагомий внесок у розвиток сільськогосподарської науки і біологічної освіти, адже є автором понад 50 наукових і просвітницьких праць.

ОСНОВНІ ПРАЦІ ДОЦЕНТА А. Д. СИНІЛЬНИКА

1. Синільник А. Д. Вплив на врожайність способів посіву і норм висіву гороху // Зоря. — Млинів, 1965. — 30 січ.
2. Синільник А. Д. Що показали досліди // Червоний прапор. — Рівне, 1965. — 18 квіт.
3. Городній М. Г., Синільник А. Д. Горох — добрий білковий корм // Тваринництво України. — К. : Урожай, 1966. — № 2. — С. 27.
4. Синільник А. Д. На зелений корм чи на зерно? // Хлібороб України. — К. : Урожай, 1966. — № 4. — С. 18.
5. Городній М. Г., Синельник А. Д. Способы посева и нормы высева гороха в зоне достаточного увлажнения // Приемы повышения урожайности с.-х. культур. — Киев : Урожай, 1967. — С. 83-87.
6. Городній М. Г., Синельник А. Д. Сроки уборки гороха // Растениеводство. — Харьков : Урожай, 1967. — С. 87-92.
7. Синільник А. Д. Строки збирання гороху // Вісник с.-г. науки. — К. : Урожай, 1969. — № 4. — С. 65-67.
8. Синільник А. Д. Гичка на силос // Тваринництво України. — К. : Урожай, 1973. — № 7. — С. 34.
9. Синільник А. Д. Мінеральні добрива і врожай // С.-г. інформація. — К., 1973. — № 5. — С. 28-30.
10. Синільник А. Д. Нові досягнення в рослинництві // Товариство Знання. — 1974. — С. 12-19.
11. Синельник А. Д. Влияние уровня минерального питания на урожайность сахарной свеклы // Физиология и биохимия растений. — Киев : Наукова думка, 1975. — С. 18.
12. Синільник А. Д. Норми добрив під цукрові буряки // Хлібороб України. — К. : Урожай, 1975. — С. 24.

13. Хоменко А. Д., Одеянко Л. В., Синельник А. Д., Богданова А. М. Влияние перспективных видов минеральных удобрений на содержание несахаристых веществ и продуктивность сахарной свеклы // Опыт производства и применения концентрированных и комплексных минеральных удобрений под с.-х. культуры. — Киев, 1975. — С. 19-21.
14. Синельник А. Д. Эффективность минеральных удобрений Тернопольской области // Сахарная свекла. — М., 1976. — С. 29-30.
15. Синільник А. Д. Гичка цукрових буряків — великий резерв кормів // Тваринництво України. — К. : Урожай, 1976. — № 7. — С. 28-29.
16. Синільник А. Д. Продуктивність цукрових буряків залежно від норм мінеральних добрив і строки збирання // Досягнення ботанічної науки на Україні. — К. : Наукова думка, 1976. — С. 225.
17. Синільник А. Д. Вплив доз добрив і строків збирання на врожай цукрових буряків // Вісник с.-г. науки. — К. : Урожай, 1977. — № 5. — С. 25-26.
18. Синільник А. Д. Вплив строків збирання і цвітущості рослин цукрових буряків на збір цукру // Досягнення ботанічної науки України. — К. : Урожай, 1977. — С. 203-204.
19. Синельник А. Д. Опытническая работа ученической бригады // Школа и производство. — М. : Педагогика, 1978. — № 5. — С. 38-41.
20. Синільник А. Д. Наукові основи рослинництва : методичний матеріал лектору. — Тернопіль, 1978. — 23 с.
21. Хоменко А. Д., Синельник А. Д. Эффективность норм минеральных удобрений и сроков уборки сахарной свеклы // Минеральное питание и продуктивность растений. — Киев : Наукова думка, 1978. — С. 276-282.
22. Синільник А. Д. Строки збирання буряків // Хлібороб України. — К. : Урожай, 1979. — № 2. — С. 23.
23. Синільник А. Д., Власюк М. С. Вплив мінеральних добрив і сірки на врожайність та поживність кормів з цукрових буряків // Корми і кормовиробництво. — К. : Урожай, 1980. — № 10. — С. 17-20.
24. Синельник А. Д. Влияние полного минерального удобрения и серы на урожайность и кормовую ценность сахарной свеклы // Оптимизация питания растений в условиях интенсивных технологий. — Кишинев, 1981. — С.124.
25. Синельник А. Д., Власюк Н. С. Питательность кормов из сахарной свеклы в зависимости от минеральных удобрений и серы // Прогрессивные способы заготовки, консервирования и использования кормов в хозяйствах республики. — Винница, 1981. — С. 15-17.
26. Синільник А. Д., Власюк М. С. Вплив повного мінерального добрива і сірки на врожайність та поживність цукрових буряків // Вісник с.-г. науки. — К. : Урожай, 1981. — № 12. — С. 20-22.
27. Синільник А. Д., Власюк М. С. Сірка — цінне добриво // Хлібороб України. — К. : Урожай, 1981. — № 11. — С. 19.
28. Синільник А. Д., Власюк М. С. Сірка підвищує врожай буряків // Тваринництво України. — К. : Урожай, 1981. — № 9. — С. 27.
29. Хоменко А. Д., Синельник А. Д. Влияние серы на урожай и кормовую ценность сахарной свеклы // Физиология и биохимия культурных растений. — 1982. — Т.14, № 4. — С. 105-106.
30. Синельник А. Д. Влияние серы на продуктивность сахарной свеклы // Серное питание и продуктивность растений. — Киев : Наукова думка, 1983. — С. 123-127.
31. Синільник А. Д., Власюк М. С. Цінна кормова культура. — Тернопіль : Облполіграфвидав, 1983. — 2 с. — Інформаційна листівка.
32. Синільник А. Д., Власюк М. С., Модзолевський В. В. Сірчане добриво і протеїн // Хлібороб України. — 1984. — № 10. — С. 23.
33. Синельник А. Д., Борсук В. А., Власюк М. С. Влияние полного минерального удобрения и серы на урожай и качество зеленой массы редьки масличной // Корма и кормопроизводство. — Киев : Урожай, 1986. — Вып. 21. — С. 28-30.
34. Синільник А. Д., Власюк М. С., Борсук В. А. Роль мінеральних добрив і сірки у підвищенні врожайності і поліпшенні якості редьки олійної в умовах західного лісостепу УРСР // Вісник с.-г. наук. — К. : Урожай, 1987. — № 2. — С. 50-52.
35. Синільник А. Д., Власюк М. С., Коробій Н. В. Редька олійна // Хлібороб України. — 1987. — № 8. — С. 27.
36. Лук'яненко Л. И., Шуль Д. Н., Синельник А. Д., Власюк Н. С. Влияние минеральных удобрений на продуктивность редьки масличной // Химизация с. х. — 1988. — № 6. — С. 52-53.
37. Синельник А. Д. Влияние минеральных удобрений на урожай и качество зеленой массы редьки масличной на западе СССР // Кормовые растительные ресурсы — фактор научно-технического прогресса в кормопроизводстве. — Киев : Белок, 1989. — С. 38-39.

38. Синельник А. Д., Власюк М. С. Влияние серы на фоне полного минерального удобрения на урожай и качество зеленой массы редьки масличной // Физиология и биохимия культурных растений. — Киев : Наукова думка, 1989. — С. 338-341.
39. Синільник А. Д., Герц І. І. Методичні поради до проведення дослідницької роботи на пришкільній ділянці і в учнівській виробничій бригаді // Обласне управління народної освіти, обласна станція юних натуралістів. — Тернопіль, 1989. — С. 3-25.
40. Синельник А. Д. Некоторые особенности агротехники редьки масличной в западных областях УССР // Эколого-популяционный анализ кормовых растений естественной флоры, интродукция и использование. — Сыктывкар, 1990. — С. 174-176.
41. Синільник А. Д. Редька олійна на Тернопільщині // Досвід вирощування та впровадження нетрадиційних кормових рослин на Україні. — Кам.-Подільськ, 1990. — С. 51-52.
42. Синільник А. Д., Снігур А. В. Робота вчителя біології на шкільній навчально-дослідній ділянці : метод. рекомендації. — К., 1992. — 52 с.
43. Синельник А. Д. Влияние тура на озимую пшеницу в условиях Западной Украины // Растениеводство. — 1992. — № 10. — С. 25-26.
44. Синельник А. Д. Влияние ССС на урожайность озимой пшеницы в условиях Западной лесостепи Украины // Физиология и биохимия культурных растений. — 1993. — Т. 25, № 5. — С. 506-508.
45. Синільник А. Д. Вплив туру на врожай озимої пшениці // Матеріали І звітної наук. конф. викл. та студ. географ. ф-ту Тернопільського пед. ін-ту за 1990 рік. — Тернопіль, 1993. — С. 50.
46. Синільник А. Д. Вплив хлорхолінхлориду на товарні якості зерна озимої пшениці // Матеріали звітної-наук. конф. викл. і студ. природн. ф-ту Тернопільського держ. пед. ін-ту за 1991 рік. — Тернопіль, 1993. — С. 48.
47. Синільник А. Д., Ковальчук А. М., Олексюк Є. Є. Вплив туру на врожай озимої пшениці // Матеріали звітної-наук. конф. викл. і студ. природн. ф-ту Тернопільського держ. пед. ін-ту за 1991 рік. — Тернопіль, 1993. — С. 49.
48. Синільник А. Д., Жмінка В. Я. Вплив густоти рослин на врожай цукрових буряків // Матеріали звітної наук. конф. викл. і студ. природн. ф-ту Тернопільського держ. пед. ін-ту за 1992 рік. — Тернопіль, 1993. — С. 36.
49. Синільник А. Д., Чудінович Г. П., Кордуба І. Б. Залежність врожайності цукрового буряка від густоти рослин // Наукові записки Тернопільського держ. пед. ін-ту. Сер. біол., хім., пед. — 1994. — Вип. 1. — С. 96-97.
50. Синільник А. Д. Тур — проти вилягання пшениці // Земля і люди України. — 1995. — № 3. — С. 1.
51. Синільник А. Д. Вплив добрив на врожай і вміст цукру в цукрових буряках // Народне Слово. — Збараж, 2004. — 02 квіт.
52. Синільник А. Д. Цукристість висока і корінь вагомий // Бережанське віче. — Бережани, 2004. — 23 квіт.
53. Синільник А. Д. Підживлення цукрових буряків // Вільне Життя. — Тернопіль, 2009. — 30 жовт.
54. Синільник А. Д. Сидерати — зелене добриво // Вільне Життя. — Тернопіль, 2009. — 06 лист.

Колектив кафедри ботаніки та зоології Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка висловлює слова глибокої вдячності Андрію Дмитровичу Синільнику за довгі роки наполегливої педагогічної, наукової і виховної роботи та бажає ювіляру довгих років життя!

1. *Архів* Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка, м. Тернопіль, спр. 1321С, 43 арк.
2. *Барна М. М.* Хіміко-біологічний факультет: минуле, сьогодення, майбутнє / М. М. Барна, Л. С. Пошила // Наукові записки Тернопільського держ. пед. ун-ту ім. В. Гнатюка. Сер. біол. — 2000. — № 1 (8). — С. 63-71.
3. *Бібліографія* наукових і науково-методичних праць викладачів хіміко-біологічного факультету 1962-2002 рр. / уклад.: М. М. Барна, Л. С. Пошила, В. В. Грубінко та ін.; за ред. М. М. Барни. — Тернопіль : ТДПУ, 2002. — 182 с.
4. *Нариси* історії хіміко-біологічного факультету Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка (1940-2010) / М. М. Барна, В. З. Курант, Л. С. Барна та ін.; за ред. М. М. Барни. — Тернопіль : Підручники і посібники, 2010. — 312 с.
5. *Розвиток* ботанічної науки на Тернопіллі / К. М. Векірчик, М. М. Барна, І. М. Бутницький, В. О. Шиманська // Наукові записки Тернопільського держ. пед. ун-ту ім. В. Гнатюка. Сер. біол. — 1998. — № 2 (4). — С. 101-106.

А. Б. Конончук

Тернопольский национальный педагогический университет имени Владимира Гнатюка

СИНЕЛЬНИК АНДРЕЙ ДМИТРИЕВИЧ – ИЗВЕСТНЫЙ УЧЕНЫЙ И ПЕДАГОГ (к 90-летию со дня рождения)

Андрей Дмитриевич Синельник (11.12.1927) – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ученый-агроном, который стоит у истоков становления интенсивных технологий выращивания гороха посевного, сахарной свеклы, редьки масличной и роли серы в формировании урожая растений в условиях достаточного увлажнения. За 62-летнюю трудовую деятельность, 32 года Андрей Дмитриевич посвятил преподавательской работе в Тернопольском национальном педагогическом университете имени Владимира Гнатюка.

Андрей Дмитриевич Синельник родился 11 декабря 1927 года в с. Долина Яготинского района Киевской области.

В 1947 г., окончив среднюю школу, поступил на первый курс агрономического факультета Киевского сельскохозяйственного института (ныне Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины), который окончил в 1952 получив диплом ученого-агронома.

Андрей Дмитриевич сначала работал агрономом-энтомологом, позже главным агрономом, а с ноября 1954 стал преподавателем Тальновского сельскохозяйственного техникума Черкасской обл. и с сентября 1959 учил земледелию и кормопроизводству в Млиновском зооветеринарном техникуме Ровенской обл.

С 20 марта 1967 жизненный путь Андрея Дмитриевича связан с Тернопольским национальным педагогическим университетом, ведь он пройдя по конкурсу, стал работать старшим преподавателем кафедры основ сельскохозяйственного производства Кременецкого государственного педагогического института. С сентября 1970 был утвержден доцентом указанной кафедры, позже переведен на должность доцента кафедры ботаники, затем – доцента кафедры основ сельскохозяйственного производства и методики преподавания естественных дисциплин и с октября 1987 вновь занял должность доцента кафедры ботаники, на которой проработал до 5 июля 1999 г.

За 32 года преподавательской работы в Тернопольском педуниверситете Андрей Дмитриевич Синельник дал основательные знания и воспитал любовь к сельскохозяйственному труду не одной тысяче студентов. Его содержательные лекции и практически направленные лабораторные работы, занятия и экскурсии во время учебных практик, работа в сельскохозяйственных отрядах и т.д. дали качественную основу аграрных знаний многим учителям биологии, за что они и благодарны.

Андрей Дмитриевич Синельник известный ученый-агроном, который разработал эффективную технологию выращивания гороха посевного, исследовал влияние различных доз минеральных удобрений и роль серы в питании редьки масличной и сахарной свеклы, установил зависимость густоты растений и урожая корнеплодов сахарной свеклы и т.д. в условиях достаточного увлажнения. А. Д. Синельник обогатил аграрную науку Украины разработкой прикладных основ интенсивных технологий выращивания гороха, сахарной свеклы, редьки масличной.

Ключевые слова: Андрей Дмитриевич Синельник, наука, обучение, агрономия, популяризатор агрономических знаний

О. В. Конончук

Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine

SYNILNYK ANDRII DMYTROYCH — AN OUTSTANDING SCIENTIST AND PEDAGOGUE (HONORING HIS 90TH BIRTHDAY)

Andrii Dmytrovych Synilnyk (December 11, 1927) is a candidate of agricultural sciences, associate professor, scientist and agronomist, who was at the source of the development of intensive technologies for cultivation of peas, sugar beets, fodder radish and the role of sulphur in the formation

of crop under the conditions of sufficient moistening. For 32 years of his 62 years' career Andrii Dmytrovych devoted to teaching at Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University.

Andrii Dmytrovych Synilnyk was born on December 11, 1927 in the village of Zghurivka, Yahotynskyi district, Kyiv region.

In 1947 he finished secondary school and became the student of the Agronomical Department at Kyiv Agricultural Institute (today National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine). In 1952 he graduated from the institute with a diploma in agronomy.

Andrii Dmytrovych worked as an agronomist and entomologist, later as a head agronomist, and from November 1954 he became a teacher at Talniv Agricultural College in the Cherkassy Region, and since September 1959 he taught agriculture and fodder production at the Mlyniv Veterinary College in Rivne region.

On March 20, 1967, Andrii Dmytrovych's life course got connected with the Ternopil National Pedagogical University, since he passed the competition and began working as a senior lecturer at the Department of Agricultural Production at the Kremenets State Pedagogical Institute. Since September 1970 he was appointed to the position of the associate professor of this department, later transferred to the post of associate professor of the Department of Botany, later - associate professor of the Department of Fundamentals of Agricultural Production and Methods of Teaching Natural Sciences, and since October 1987 he again assumed the position of Associate Professor of the Department of Botany, where he worked until July 5, 1999.

During 32 years of teaching at the Ternopil Pedagogical University, Andrii Dmytrovych Synilnyk cultivated students' love to agricultural work and formed profound knowledge of more than one thousand students. His informative lectures and practically oriented laboratory work, classes and excursions during educational practices, work in agricultural units provided a qualitative foundation for agrarian knowledge of many teachers of biology, for what they are grateful.

Andrii Dmytrovych Synilnyk is a well-known scientist and agronomist who has developed an effective technology for growing peas, investigated the influence of various doses of mineral fertilizers and the role of sulphur in nutrition of fodder radishes and sugar beets, established the dependence of plant density and root crops yield of sugar beets, etc., under the conditions of sufficient moistening. A. D. Synilnyk has contributed to the development of applied principles of intensive technologies for cultivating peas, sugar beets, and fodder radish, which enriched the agrarian science of Ukraine.

Key words: Andrii Dmytrovych Synilnyk, science, education, agronomy, agronomy educator

АВТОРИ НОМЕРА

- Андрусишин Т. В.** — молодший науковий співробітник лабораторії екотоксикології та біомоніторингу Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка (ТНПУ).
- Арсан О. М.** — доктор біологічних наук, професор, провідний науковий співробітник відділу екології водяних рослин та токсикології Інституту гідробіології НАН України (ІГ НАНУ).
- Бабак Л. Д.** — Університет Упсали (Упсала, Швеція).
- Барна Л. С.** — кандидат педагогічних наук, доцент кафедри загальної біології та методики навчання природничих дисциплін ТНПУ.
- Барна М. М.** — доктор біологічних наук, професор кафедри ботаніки та зоології ТНПУ.
- Бєляєва Т. О.** — науковий співробітник Біотехнологічного науково-навчального центру Одеського національного університету імені І. І. Мечникова (ОНУ).
- Бияк В. Я.** — аспірант кафедри хімії та методики її навчання ТНПУ.
- Боднар Л. С.** — кандидат біологічних наук, доцент кафедри генетики та біотехнології Львівського національного університету імені І. Франка (ЛНУ).
- Боднар О. І.** — кандидат біологічних наук, доцент кафедри загальної біології та методики навчання природничих дисциплін ТНПУ.
- Борак В. П.** — кандидат медичних наук, асистент кафедри мікробіології, вірусології та імунології ДВНЗ «ТДМУ імені І. Я. Горбачевського МОЗ України».
- Бугальська І. І.** — молодший науковий співробітник природного заповідника «Медобори».
- Бурмістрєнко С. П.** — інженер 1 категорії відділу екотоксикології ІГ НАНУ.
- Войтюк В. Б.** — старший науковий співробітник лабораторії екотоксикології та біомоніторингу ТНПУ.
- Волошин О. С.** — кандидат біологічних наук, доцент кафедри загальної біології та методики навчання природничих дисциплін ТНПУ.
- Волювач О. В.** — кандидат хімічних наук, старший науковий співробітник Біотехнологічного науково-навчального центру ОНУ.
- Галаган О. К.** — кандидат біологічних наук, доцент кафедри біології, екології та методики їх викладання Кременецької обласної гуманітарно-педагогічної академії імені Тараса Шевченка.
- Гевкан І. І.** — кандидат біологічних наук, провідний науковий співробітник лабораторії біотехнології відтворення Інституту біології тварин НААН, Львів.
- Горбатюк Л. О.** — кандидат технічних наук, старший науковий співробітник відділу екології водяних рослин та токсикології ІГ НАНУ.
- Горбулінська С. М.** — кандидат педагогічних наук, доцент кафедри генетики та біотехнології ЛНУ.
- Горшкова О. Г.** — аспірант кафедри мікробіології, вірусології та біотехнології, науковий співробітник Біотехнологічного науково-навчального центру ОНУ.
- Григорюк І. П.** — доктор біологічних наук, член-кореспондент НАН України, академік АН Вищої школи України, професор кафедри фізіології, біохімії рослин та біоенергетики Національного університету біоресурсів і природокористування України.

- Грубінко В. В.** — доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри загальної біології та методики навчання природничих дисциплін ТНПУ.
- Гратковська М. Т.** — магістрантка хіміко-біологічного факультету ТНПУ.
- Гудзенко Т. В.** — кандидат біологічних наук, провідний науковий співробітник Біотехнологічного науково-навчального центру ОНУ, доцент кафедри мікробіології, вірусології та біотехнології ОНУ.
- Гуменюк Г. Б.** — кандидат біологічних наук, доцент кафедри загальної біології та методики навчання природничих дисциплін ТНПУ.
- Данкевич Л. А.** — кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник відділу фітопатогенних бактерій ІМВ НАНУ.
- Добривода І. П.** — молодший науковий співробітник природного заповідника «Медобори».
- Дробик Н. М.** — доктор біологічних наук, декан хіміко-біологічного факультету, професор кафедри загальної біології та методики навчання природничих дисциплін, завідувач лабораторії екології та біотехнології ТНПУ.
- Дух О. І.** — кандидат біологічних наук, доцент Кременецької обласної гуманітарно-педагогічної академії імені Тараса Шевченка.
- Єрмішев О. В.** — кандидат біологічних наук, доцент кафедри фізіології людини і тварин Донецького національного університету імені Василя Стуса, Вінниця.
- Загричук О. М.** — асистент кафедри медичної біології Тернопільського державного медичного університету імені І. Я. Горбачевського МОЗ України.
- Загричук Ю. Г.** — студентка медичного факультету Тернопільського державного медичного університету імені І. Я. Горбачевського МОЗ України.
- Зайцева І. О.** — доктор біологічних наук, професор кафедри фізіології та інтродукції рослин Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара.
- Заморський В. В.** — доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри плодівництва і виноградарства Уманського національного університету садівництва.
- Згурська Т. І.** — викладач вищої категорії, старший викладач ДПТНЗ "Яготинський центр професійно технічної освіти".
- Зіньковська Н. Г.** — кандидат біологічних наук, доцент кафедри біології, екології та методики їх викладання Кременецької обласної гуманітарно-педагогічної академії імені Тараса Шевченка.
- Зубенок О. В.** — молодший науковий співробітник сектору дендрології, розмноження рослин та еколого-освітньої діяльності, завідувач розсадником Хорольського ботанічного саду.
- Іванюк А. С.** — викладач Кременецької обласної гуманітарно-педагогічної академії імені Тараса Шевченка.
- Капелюх Я. І.** — завідувач відділу науково – дослідної роботи та екологічної освіти природного заповідника «Медобори».
- Климнюк С. І.** — доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри мікробіології, вірусології та імунології ДВНЗ «ТДМУ імені І. Я. Горбачевського МОЗ України».
- Климчук Д. О.** — кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, зав. лаб. центру колективного користування електронними мікроскопами (ЦККЕМ) Інституту ботаніки імені Холодного НАН України.
- Ковальська Г. Б.** — кандидат біологічних наук, асистент кафедри загальної біології та методики навчання природничих дисциплін ТНПУ.
- Ковальчук О. І.** — доктор медичних наук, доцент, професор кафедри медико-біологічних дисциплін Національного університету фізичного виховання і спорту.
- Конуп І. П.** — науковий співробітник Біотехнологічного науково-навчального центру ОНУ.
- Корда М. М.** — заслужений діяч науки і техніки України, доктор медичних наук, професор, ректор ДВНЗ «Тернопільський державний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України».

- Кравець Н. Я.** — кандидат біологічних наук, асистент кафедри мікробіології, вірусології та імунології ДВНЗ «ТДМУ імені І. Я. Горбачевського МОЗ України».
- Кравець О. О.** — асистент кафедри біології Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського.
- Краснова С. П.** — кандидат медичних наук, доцент кафедри медико-біологічних дисциплін Національного університету фізичного виховання і спорту.
- Красовський В. В.** — кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, в.о. директора Хорольського ботанічного саду.
- Коновець І. М.** — кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, зав. лабораторії біологічно активних сполук відділу екологічної фізіології гідробіонтів та біотехнології ІГ НАНУ.
- Конончук О. Б.** — кандидат біологічних наук, доцент кафедри ботаніки та зоології ТНПУ.
- Кривохижа М. В.** — інженер відділу біофізики і радіобіології Інституту клітинної біології та генетичної інженерії Національної академії наук України.
- Крижановська М. А.** — кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри ботаніки та зоології ТНПУ.
- Крулько Л. В.** — кандидат біологічних наук, доцент кафедри ентомології та збереження біорізноманіття Ужгородського національного університету.
- Курант В. З.** — доктор біологічних наук, професор кафедри хімії та методики її навчання ТНПУ.
- Кур'ята В. Г.** — доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри біології Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського.
- Кухарський В. М.** — кандидат біологічних наук, науковий співробітник лабораторії епігенетики Державної установи «Інститут геронтології імені Д.Ф. Чеботарьова НАМН України».
- Кучер Н. М.** — магістр, молодший науковий співробітник відділу генетики, селекції та репродуктивної біології рослин Національного дендропарку «Софіївка» НАН України.
- Лакида П. І.** — доктор сільськогосподарських наук, професор Національного університету біоресурсів і природокористування України.
- Лаптева О. В.** — провідний інженер Криворізького ботанічного саду НАН України.
- Літвінов С. В.** — молодший науковий співробітник відділу біофізики і радіобіології Інституту клітинної біології та генетичної інженерії НАН України.
- Лук'янцева Г. В.** — кандидат біологічних наук, доцент кафедри медико-біологічних дисциплін Національного університету фізичного виховання і спорту.
- Люта Ю. В.** — магістрантка хіміко-біологічного факультету ТНПУ.
- Ляврін Б. З.** — аспірант кафедри хімії та методики її навчання ТНПУ.
- Медовник Д. В.** — провідний інженер відділу екологічної фізіології гідробіонтів та біотехнології ІГ НАНУ.
- Михалюк І. М.** — кандидат біологічних наук, старший викладач Кременецької обласної гуманітарно-педагогічної академії імені Тараса Шевченка.
- Мурська М. І.** — молодший науковий співробітник природного заповідника «Медобори».
- Наконечна С. С.** — кандидат медичних наук, асистент ДВНЗ «Тернопільський державний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України».
- Онуфрійчук Л. А.** — магістрантка хіміко-біологічного факультету ТНПУ.
- Опалко А. І.** — кандидат сільськогосподарських наук, професор, провідний науковий співробітник відділу генетики, селекції та репродуктивної біології рослин Національного дендропарку «Софіївка» НАН України.
- Опалко О. А.** — кандидат сільськогосподарських наук, доцент, старший науковий співробітник відділу генетики, селекції та репродуктивної біології рослин Національного дендропарку «Софіївка» НАН України.
- Пасічна О. О.** — кандидат біологічних наук, науковий співробітник відділу екотоксикології ІГ НАНУ.

- Пастухова В. А.** — доктор медичних наук, доцент кафедри медико-біологічних дисциплін Національного університету фізичного виховання і спорту.
- Патика В. П.** — академік НААН України, завідувач відділу фітопатогенних мікроорганізмів Інституту мікробіології і вірусології імені Д. К. Заболотного НАН України.
- Пида С. В.** — доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри ботаніки та зоології ТНПУ.
- Платонов М. О.** — кандидат біологічних наук, науковий співробітник відділу екології водних рослин та токсикології ІГ НАНУ.
- Потрохов А. О.** — провідний інженер в лабораторії адаптаційної біотехнології Інституту клітинної біології та генетичної інженерії НАН України.
- Рабченко О. О.** — аспірантка хіміко-біологічного факультету ТНПУ.
- Романюк Л. Б.** — кандидат медичних наук, доцент кафедри мікробіології, вірусології та імунології ДВНЗ «ТДМУ імені І. Я. Горбачевського МОЗ України».
- Рашидов Намік Мамед огли** — доктор біологічних наук, зав. лабораторії біофізики сигнальних систем відділу біофізики і радіобіології Інституту клітинної біології та генетичної інженерії НАН України.
- Семенович Н. Й.** — науковий співробітник природного заповідника «Медобори».
- Скиба О. І.** — кандидат біологічних наук, бібліотекар ТНПУ.
- Сливчук Ю. І.** — кандидат ветеринарних наук, старший науковий співробітник лабораторії біотехнології відтворення Інституту біології тварин НААН, Львів.
- Смалюк О. О.** — магістрантка хіміко-біологічного факультету ТНПУ.
- Суходольська І. Л.** — кандидат біологічних наук, викладач кафедри екології, географії та туризму Рівненського державного гуманітарного університету.
- Ткач Н. М.** — аспірантка ТНПУ.
- Трохименко О. П.** — кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник робочої групи ЦНДЛ кафедри вірусології Національної медичної академії післядипломної освіти імені П. Л. Шупика.
- Устименко П. М.** — доктор біологічних наук, провідний науковий співробітник відділу геоботаніки Інституту ботаніки імені М. Г. Холодного.
- Федонюк Л. Я.** — доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри медичної біології ДВНЗ «Тернопільський державний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України».
- Фурка Л. Б.** — асистент кафедри медичної біології ДВНЗ «Тернопільський державний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України».
- Хоменчук В. О.** — кандидат біологічних наук, доцент кафедри хімії та методики її навчання ТНПУ.
- Цицюра Н. І.** — кандидат біологічних наук, доцент кафедри біології, екології та методики їх викладання Кременецької обласної гуманітарно-педагогічної академії імені Тараса Шевченка.
- Чень І. Б.** — кандидат біологічних наук, доцент кафедри загальної біології та методики навчання природничих дисциплін ТНПУ.
- Чернишова М. А.** — студентка I курсу магістратури біологічного факультету ОНУ.
- Черняк Т. В.** — завідувач сектору дендрології, розмноження рослин та еколого-освітньої діяльності, науковий співробітник Хорольського ботанічного саду.
- Шамро О.** — магістрантка ТНПУ.
- Штапенко О. В.** — кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник лабораторії біотехнології відтворення Інституту біології тварин НААН, Львів.
- Щербаков С. О.** — кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник центру колективного користування електронними мікроскопами (ЦККЕМ) Інституту ботаніки імені Холодного НАН України.
- Щербакова О. В.** — кандидат біологічних наук, доцент кафедри генетики та біотехнології ЛНУ.

АВТОРИ НОМЕРА

- Юсипіва Т. І.** — кандидат біологічних наук, доцент кафедри фізіології та інтродукції рослин, Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара.
- Яворівський Р. Л.** — завідувач лабораторії морфології та систематики рослин, асистент кафедри ботаніки та зоології ТНПУ.
- Якубенко Б. Є.** — доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри ботаніки Національного університету біоресурсів і природокористування України.
- Ярема О. М.** — кандидат біологічних наук, асистент кафедри медичної біології ДВНЗ «Тернопільський державний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України».



**TERNOPIL VOLODYMYR HNATIUK
NATIONAL PEDAGOGICAL UNIVERSITY**

Здано до складання 24.04.2018. Підписано до друку 03.04.2018. Формат 60 x 84/18. Папір друкарський.
Умовних друкованих аркушів — 30.9. Обліково-видавничих аркушів — 21.0. Замовлення № 26
Наклад 300 прим. Віддруковано у видавничому центрі «Вектор»

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру видавців,
виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції
серія ТР № 46 від 07 березня 2013р.
ФО Осадца Ю.В.

Submitted to editing 24.04.2018. Signed for printing 03.04.2018. Format 60 x 84/18. Printing paper.
Number of conventional printing sheets – 30.9. Number of accounted and published pages – 21.0. Order № 26.
Edition 300 copies. Published in the publishing centre “Vector”

Certificate of enlisting the subject of publishing in the State Register of publishers,
manufactures and distributors of publishing products
Series TP № 46 from 07 March 2013
Name and surname Osadtsa Yu. V.